

FARADAYnews

Jornal do Museu Faraday



MUSEUS
DO TÉCNICO
TÉCNICO LISBOA



2022



Há um ano atrás foi lançado o quarto número da revista Faraday News (FN) tendo o Mar como tema central. Um mar revolto, cheio de desafios.

Passado um ano, aparece o quinto número da revista. Curiosamente, na altura em que o Museu Faraday comemora o seu quinto aniversário. Como prevíamos, nos últimos tempos, a navegação nesta viagem foi complicada. Como sabíamos, teimosamente fomos caminhando. As adversidades serviram para nos aguçar a imaginação e tentar adivinhar caminhos. Com consequências bem visíveis: uma produtividade neste segundo ano bastante reduzida.

Mas na vida real o conhecimento sempre evoluiu de forma zigzagueante, mostrando que quando tudo “bate certo”, qualquer coisa está errada. Os tempos difíceis incentivaram-nos, por um lado, tornaram-nos prudentes, por outro. Avançar de forma deslaçada não é a estratégia adequada para se poder gerir um período de conflitos generalizados.

No FN 2 apresentámos as biografias de Edison, o homem das mil invenções, e de Tesla, o visionário ligado à corrente alternada em electricidade. Nomes incontornáveis na história da eletrotecnia. Facto que os separou mais do que os uniu. É um dos temas do FN 5 no artigo “A Guerra das Correntes”.

No FN 3 foi a vez da biografia de Marconi, o pai da telegrafia sem fios ou o Mago do Espaço. Seguiu-se a biografia de Lee de Forest, o pai da rádio e o criador do Audion no FN 4. A paternidade dividida não foi consensual, quer entre os próprios, quer entre os seus seguidores.

Interessante é o paralelismo existente entre situações de colaboração e conflito e as interações entre cargas



As marcas do Conhecimento no tempo

The marks of Knowledge over time

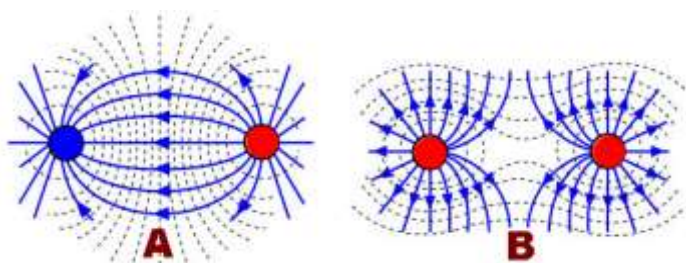
A*bout a year ago, the fourth issue of Faraday News (FN) came out. The Sea was the central theme. A rough sea, full of challenges.*

One year later, the fifth issue of FN appears. Curiously, when Faraday Museum celebrates its fifth anniversary. As we had foreseen, it has been a hard navigation. As we knew, we stubbornly kept moving forward. The adversities served to sharpen our imagination and try to guess paths. With very visible consequences: a reduced productivity in this 2nd year.

But in real life, knowledge has always evolved zigzagging, showing that when everything "feels right," something is wrong. On one hand, hard times have encouraged us; on the other hand, it made us cautious. Moving forward in a sloppy way is not the right strategy to manage a period of conflicts.

In FN 2, we presented the biographies of Edison, the man of a thousand inventions, and of Tesla, the visionary linked to alternating current in electricity. Indisputable names in the history of electricity. A fact that separated them more than it brought them together. This is one of the themes of FN 5 in the article "The War of Currents".

In FN 3 we turned to the biography of Marconi, the father of wireless telegraphy or the Wizard of Space. This was followed in FN 4 by the biography of Lee de Forest, the father of radio and the creator of Audion.



Linhas de Força de Faraday /
Faraday's Lines of Force

de sinal oposto e cargas do mesmo sinal evidenciadas pelas linhas de força de Faraday. Linhas de força que inspiraram o grande mestre da pintura [William Turner](#), num exemplo de convergência entre Arte e Ciência.

Temas e interesses comuns de cientistas de topo acabaram afinal por separar mais do que unir, numa convivência que foi tudo menos pacífica. Estava encontrado o mote para a edição do FN 5: o CONFLITO. É para os conflitos que o jornalista Ferreira Fernandes dirigiu desta vez o seu Olhar de Fora.

Este Olhar de Fora remete-nos para o filme do realizador Milos Forman e para um mestre na arte de procurar conflitos dissimulados e invisíveis: o cuco com um texto que designámos por “Cucoismo”.

O conflito no sentido mais tradicional do termo é um tema frequentemente tratado de forma redutora. As fases dos conflitos lidam tanto com confluência perturbadora de interesses, como com partilha de conhecimentos. A Arte da Guerra, o tratado militar mais antigo do mundo, escrito por Sun Tzu há cerca de 2500 anos, é um livro muito utilizado atualmente nas áreas de marketing e empreendedorismo. Com grandes hipóteses de não errar, diríamos que Marconi teve conhecimento do que aí está descrito.

Conflito evoca as contradições existentes entre **estabilidade** e **mudança**. É um fator motivador da atividade criadora. Um olhar para trás mostra que a dinâmica do processo conduz a reinvenções e adaptações nas suas transições para a fase seguinte, que podem ser efémeras ou mais duradouras. As rotulações do “agora” e do “aqui” podem sofrer grandes diferenças em contextos temporais e espaciais distintos, como sugere a contracapa da presente edição do FN 5. A experiência do quotidiano convence-nos frequentemente que existe um conceito objetivo da passagem do tempo e, como afirmava o filósofo alemão Arthur Schopenhauer, “... as pessoas tomam os limites do seu próprio campo de visão, pelos limites do mundo”.

1843 - [Painted by William Turner](#)

(Victoria and Albert Museum),
Inspired by the concept of “lines of force”
created by his friend
[Michael Faraday](#)



The divided paternity was not consensual, neither among Marconi and de Forest, nor among their followers.

Situations of collaboration and conflict are very similar to the interactions between charges of opposite sign and charges of the same sign evidenced by Faraday's lines of force. Lines of force that inspired the great master of English painting, [William Turner](#), in a good example of convergence between Art and Science.

Common interests of top scientists led to a coexistence that was not at all peaceful, which ended up separating more than uniting. With that in mind, the motto for the fifth issue of FN had been found: the CONFLICT. And it is towards conflicts that the journalist Ferreira Fernandes directed his Look from the Outside in this issue of FN.

This Look from the Outside refers us to a film by Milos Forman and to a master in the art of provoking concealed and invisible conflicts: the cuckoo, with a text we called “Cuckooism”.

In the more traditional sense of the term, conflict is a topic often treated in a reductive way. The phases of conflict deal as much with disruptive confluence of interests as with sharing of knowledge. The Art of War, the world's oldest military treatise, written by Sun Tzu 2500 years ago, is a book that is widely used nowadays in the areas of marketing and entrepreneurship. Most likely, Marconi was aware of what is described in the treatise.

*Conflict evokes the contradictions between **stability** and **change**. And, whether we like it or not, it is a motivating factor in the creative activity. A look backwards shows that the dynamics of any process leads to reinventions and adaptations in its transitions to the next phase, which may be ephemeral or more lasting. Troubled periods require common sense.*

The labeling of “now” and “here” can differ greatly in different temporal and spatial contexts, as the back cover of this issue suggests. Everyday experience often

Períodos conturbados requerem reflexão e bom senso. Os tempos atuais focaram um Olhar de Dentro, que aparece neste número no artigo “Saber ou Fazer! Conflito?”.

Mudança, com uma inovação, uma secção que designámos por Personalidade, que é um olhar dirigido para as figuras incontornáveis da nossa sociedade.

Estabilidade, com as “pontes” que alicerçam a nossa estratégia de sempre, que são relatadas na secção Eventos. Apesar das altas vagas desta viagem por 2021, não estivemos quietos e fomos reconhecidos pela Escola como exemplo de prática pedagógica importante. Nesta viagem, fomos frequentemente acompanhados por uma estrela quase centenária. O Tríodo mostrou não estar fora de prazo em eventos no [MAAT](#) e no [Museu das Comunicações](#), assim como nos nossos votos para 2022 na “árvore” que se colocou à porta do Museu Faraday no IST.

A capa do FN5, da autoria de Henrique Nogueira, remete-nos desta vez para um ambiente onde a incerteza, o conflito e a esperança parecem conviver de uma forma muito apelativa de cor e imagem.

A História tem múltiplas versões, dependentes de quem a conta, do modo como é vivida e da altura em que é revisitada. A cronologia de um conflito não foge a esta “regra”. Os marcos não são instantâneos mas vão-se diluindo no tempo. As suas origens e as suas consequências ficam à mercê do que vai acontecendo.

Um conflito / guerra tem várias batalhas, “vencedores” e “vencidos”. Contar a sua história é um verdadeiro desafio. Uma história pode sempre ser recontada. Talvez aí residam o encanto, a magia e ... os perigos.

Madhyama Pratipad (“Caminho do Meio”, em sânscrito) é uma expressão budista que aponta um rumo em direção à sabedoria de modo a dar um alívio aos conflitos gerados em obtê-la.

convinces us that there is an objective concept of the passage of time and, as the German philosopher Arthur Shopenhauer stated, "every man takes the limits of his own field of vision for the limits of the world." Current times have focused for an inward look. In this issue, with an article written by one of the FN directors: " Know or Do! Conflict?".

Change, with an innovation, by opening in the present issue a section, which we have named Personality, which aims to look at outstanding figures of our society.

Stability, with the "bridges" that underpin our strategy from the first issue, which are reported in the Events section. Despite the high waves of this crossing along 2021, we have not stopped and have been recognized by the School as an example of important pedagogical practice. On this trip, we were often accompanied by a century-old star. The Triode showed it was not out of date in events at the [MAAT](#) and the [Museum of Communications](#), as well as in our votes for 2022 in the "Xmas-tree" that was placed outside the MF at IST.

The front cover of FN5, designed by Henrique Nogueira, takes us this time to an environment where uncertainty, conflict and hope seem to coexist in a very appealing way from the point of view of color and image.

History has multiple versions, depending on who tells it, how it is lived, and when it is revisited. The chronology of a conflict is no exception to this "rule". The milestones (when everything begins and when everything ends) are not instantaneous, but are diluted in time. Its origins and its consequences are therefore at the mercy of what is happening.

A conflict or war has several battles, several "winners" and several "losers". Telling its story is a real challenge. A story can always be retold. Perhaps therein lies the charm, the magic and ... the dangers.

Madhyama Pratipad ("Middle Way" in Sanskrit) is a traditional Buddhist expression that points a direction toward wisdom in order to give some relief to the conflicts generated in obtaining it.

*1914 - 1st War, France,
by H. Girdwood - British Library.*



Carlos Fernandes
Prof. do IST (aposentado)
Investigador do [IT](#)

Moisés Piedade
Prof. do IST (aposentado)
Investigador do [INESC](#)

Voando sobre um ninho de conflitos*Flying over a nest of conflicts*

Tendo sido o primeiro voo controlado mais pesado do que o ar, dos irmãos Wright, em 1903, pode dizer-se que o avião nasceu com o séc. XX. Outro dos seus putativos inventores, o francês Clément Ader – que o batizara “a-v-i-o-n”, do francês “Appareil Volant Imitant un Oiseau Naturel” (si non è vero è ben trovato), aparelho voador imitando um pássaro natural – adivinhou-lhe a ambição: “Quem for o senhor dos ares, será o senhor do mundo.”

E quem quiser conhecer o papel, bom e mau, da palavra conflito pode seguir a rota histórica dos aviões.

A gloriosa máquina voadora foi apadrinhada pela Grande Guerra (1914-1918). A maior das necessidades, viver ou morrer, aguçou o engenho do recém-nascido avião. A guerra, que fora inventada para dominar a terra e os mares, reencontrou-se com uma terceira dimensão, os ares. E o avião descobriu a sua primeira utilidade: fazer o reconhecimento do que se passava no território do inimigo.

Levezinho e rápido como nada tinha existido antes, em poucos minutos o avião subia, olhava e voltava com informações sobre as manobras adversárias. Ah, se em Waterloo, um século antes, Napoleão tivesse uma avionetazinha para o informar de que não devia perder tempo com as tropas prussianas! Ele atacaria, isso sim, a colina onde o duque de Wellington sediava. E o mundo seria...

Ainda rapazola, o avião já tinha mandado para os caixotes de lixo da História, seja a antiquíssima cavalaria de reconhecimento, que já Alexandre usara, seja a novidade efémera dos balões cativos, amarrados ao so-



The Wright brothers are generally credited with the first successful flight, in 1903, of an aircraft heavier than air, so one can place the birth of the airplane firmly in the 20th century. Another of its would-be inventors, the Frenchman Clément Ader – who would name it “a-v-i-o-n”, an acronym for “Appareil Volant Imitant un Oiseau Naturel”, French for flying device imitating a natural bird – foresaw its potential: “Whosoever shall rule the skies, so too shall rule the world”.

And to appreciate the impact – good and bad – of conflicts, we need look no further than the history of airplanes.

The great flying machine properly took off in the Great War of 1914-1918. That most pressing of dilemmas, to live or to die, helped sharpen the ingenuity of the newborn airplane. War, which had been invented to dominate the land and the seas, reinvented itself with a third dimension, the skies. And the airplane discovered its first use: to find out what was happening in enemy territory.

Lighter and faster than anything that had ever existed, the airplane rose, observed and returned with information about enemy manoeuvres in a matter of minutes. Just think: what if a century earlier, at Waterloo, Napoleon had had a little airplane to tell him not to waste any time on the Prussian troops! Without a doubt he would have attacked the hill where the Duke of Wellington had set up his camp. And then the world might have been...

Still only in its infancy, the airplane had already sent packing the ancient reconnaissance cavalry that Alexander had relied upon, as well as the fleeting novelty that were kite balloons, tethered to the ground, fragile zeppelins overtaken by quick and agile hunters. Master of the skies, Red Baron on either side of the trenches, the airplane lended itself to far more active roles: duelling with its peers, or machine-gunning and bombarding troops.

lo, frágeis zepelins perante caçadores velozes e ágeis. Senhor único dos ares, barão vermelho dos dois lados das trincheiras, o avião dedicou-se a papéis mais ativos: duelar entre si, metralhar e bombardear tropas.

Em só quatro anos de guerra, um aparelho incipiente tornara-se uma máquina eficaz. Sabem que, em 1915, a metralhadora de um piloto já sincronizava as balas entre as pás da sua hélice? Chamou-se [Roland Garros](#) e deu, justamente, o nome a um torneio de ténis, onde as bolas têm de ser certeiras.

O relógio já muito afinado que era a aviação chegou ao fim da Grande Guerra com fome de muito mais. O conflito, agora, era sobre como conquistar em paz. Os aviões eram cada vez mais velozes e iam cada vez mais longe... mas só nos ares sobre a terra. Aí, onde se treinaram durante a guerra, a navegação – ir de um ponto para ou outro – era segura, porque balizada e cartografada.

O mar, sobretudo os oceanos, eram outra coisa. Como resolver o problema dos desvios a que os ventos obrigavam, como medir a deriva da altitude do avião? Como recalcular a rota, quando o horizonte do mar, tanta vez, lá de cima, era invisível e não permitia o cálculo astronómico? Graves perguntas sem resposta, quando a ambição já era planetária. Quer dizer urgia ser transoceânico – e, sobretudo, desde logo, transatlântico. Mas não se sabia como.

O conflito começou por se resolver com truques. Em maio de 1919, os americanos fizeram partir quatro aviões de Nova Iorque até Lisboa, unindo a América à Europa – o [avião Curtiss NC-4](#) foi o primeiro. Com este senão: sobrevoaram o Atlântico e chegaram aos Açores e depois Lisboa, seguindo um fio de navios da Marinha americana – como um colar com uma pérola, em cada 60 milhas – que lançava foguetes, durante o dia, e acendia holofotes, à noite. Uma travessia com coleira.

In just four years of war, what began as an emerging device became an efficient machine. Did you know that, in 1915, there was a pilot whose machine gun could already synchronize with the propeller to fire rounds between the blades? He was called Roland Garros, and it seems fitting that he gave his name to a tennis tournament, where shots need to be particularly accurate.

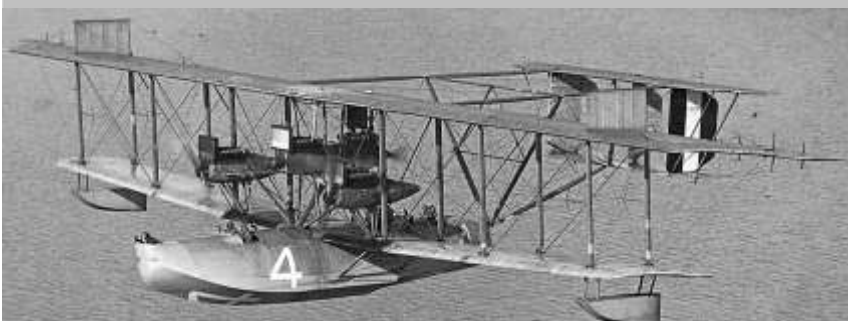


Roland Garros

The fine-tuned machine that was aviation finished the Great War with an appetite for much more. The challenge now was how to go on conquering during peacetime. Airplanes were becoming ever faster and could travel ever further... but only in the skies above the land. This is where they trained during the war, and where navigation – getting from one place to another – was straightforward, well documented and mapped out.

The sea, and in particular the oceans – now that was something else. How do you solve the problem of drift caused by the wind, how do you measure the change in altitude of an aircraft? How do you work out your route when so often, from up there, the sea's horizon is invisible and doesn't allow for astronomical guidance? Serious questions without answers, especially given ambitions had already become global. That is to say, transoceanic – and, above all, from early on, transatlantic. But we just didn't know how.

At first, the challenge was skirted with tricks. In May 1919, the Americans sent four airplanes from New York



E, em junho, também de 1919, os ingleses Alcock e Brown partiram de Saint John's, na Terra Nova, apontaram para Leste e atingiram um qualquer lugar, na Irlanda. Tão corajoso quanto o quotidiano de um solitário pescador de bacalhau num dóri, mas certamente menos difícil do que para este, em dia de nevoeiro, era atingir o barco-mãe. Os bravos ingleses, com o avião suficientemente potente que tinham, mas cego, se não esbarrassem na Irlanda, seria na Inglaterra, parede ainda maior...

E daqui, destas travessias que não resolviam nada mais do que a aviação mundial (cada vez mais rápida e mais além) já tinha resolvido – exceto o ato circense e corajoso de o fazer sobre o mar – saltamos para o Tejo, às 7 da manhã, a 30 de março de há exatos cem anos, 1922.

Os marinheiros [Gago Coutinho, geógrafo, e Sacadura Cabral, piloto](#), entraram no hidroavião Lusitânia e partiram para o Brasil.

Para um conflito – como voar com precisão em alto mar? – eles julgavam ter encontrado respostas. Um ano antes, tinham apresentado, no Primeiro Congresso de Navegação Aérea, em Paris, o “[Corretor de Rumos](#)”. Este pretendia resolver alguns dos problemas já referidos nesta crónica, sobre como sobrevoar os oceanos com ciência do destino. Também sobre a questão da invisibilidade da linha do horizonte do mar, Gago Coutinho adaptou um sextante para ser usado em aviões.

A adaptação fora feita nas [oficinas do Instituto Superior Técnico](#), custou 400\$00 e não foi cara: no voo experimental Lisboa-Funchal, passou-se sobre Porto Santo, como estava previsto. Sem apoio, lá em baixo. Testada a capacidade de resolver um conflito, voltou-se a Lisboa e preparou-se a aventura de atravessar o Atlântico pela via mais longa e sentimental, em diagonal: Lisboa - Rio de Janeiro.

to Lisbon, uniting America and Europe – the Curtiss NC-4 aircraft was the first.

They flew over the Atlantic and reached the Azores and then Lisbon, following a string of American navy vessels – a leash of sorts, one every 60 miles – firing rockets by day and using spotlights at night. It was an angry crossing.

Then, in June 1919, the Englishmen Alcock and Brown flew out of St. John's, Newfoundland, aimed east and landed in a nondescript spot in Ireland. This was as brave as the day-to-day of a lone fisherman aboard his dory, but certainly less of a challenge than it would be for him to get back to the mothership on a foggy day. Had these fine Englishmen, who admittedly were flying blind but aboard a reasonably powerful aircraft, failed to find Ireland, they would no doubt have found Great Britain instead.

However brave a circus act it was to fly over the seas in this manner, these crossings solved nothing that global aviation – always faster, always further – hadn't already solved. Let us move therefore to the Tagus river; the time was 7am on the 30th March 1922, exactly 100 years ago.

The sailors Gago Coutinho, geographer, and Sacadura Cabral, pilot, climbed aboard the seaplane Lusitânia, and set off for Brazil.

The pair believed they had found answers to the great challenge of keeping course while flying over high seas. One year earlier, in Paris, they had presented their “Course Corrector” at the first Aerial Navigation Congress. This claimed to solve some of the problems I have already discussed in this piece, about navigating over the oceans by relying only on information about the destination. To address the issue of the sea's often invisible horizon, Gago Coutinho had adapted a sextant so that it could be used on board a plane.

This adaptation was carried out in the workshops of the Instituto Superior Técnico, at a cost of \$400. During the Lisbon - Funchal test flight, they flew as



Avião / Plane
Gago Coutinho & Sacadura Cabral

Então, foi assim. Lisboa-Canárias, para a ilha prevista: tungas! Lisboa-Cabo Verde: São Vicente, mais próxima, para poupar gasolina e descolar em Santiago, para encurtar a escala seguinte, tungas, tungas! Viagem seguinte, a mais especial, longa e escondida: atingir o penedo de São Pedro, território brasileiro, mas uma pedrinha no meio do oceano. Com nada a quase mil quilómetros.

Vejam o tamanho: o ilhéu de São Pedro é mais curto e tem um quarto da altura de um desses navios cruzeiros que atracam em Lisboa. Pois, tungas!, Gago Coutinho, depois de bater nas costas do piloto Sacadura Cabral, entregava-lhe os bilhetinhos que levaram o hidroavião até esse ponto minúsculo do oceano.

Depois, houve peripécias várias, mais outra ilha, Fernando Noronha, descida da costa brasileira, até à alegria imensa do encontro com o Rio de Janeiro. Talvez o último abraço apertado entre dois povos. Tudo muito político, comovedor, heroico e histórico.

Mas a moldura que o permitiu foi a questão científica da ultrapassagem de um conflito. Aqueles sucessivos, tunga!, tunga!, sem falhar um só lugar de amaragem, foram a confirmação de mais um saber humano.

Isto, claro, não quer dizer que tudo tenha sido resolvido. Fica-se sem se perceber a razão para, no próximo dia 30 de Março, em Belém, às 7 da manhã, frente ao Tejo de onde levantou o Lusitânia, há 100 anos, nada nem ninguém está previsto vir agradecer, nem o Velho do Restelo. Outra vez os conflitos: os portugueses têm um a resolver consigo mesmos.



Brasil - Ilhéu de São Pedro / *Islet of São Pedro*

planned over Porto Santo. Without any support from below. Having thus demonstrated the device's potential, they returned to Lisbon and started to prepare the next adventure: crossing the Atlantic via the longer and more sentimental diagonal route, Lisbon-Rio de Janeiro.

And this is how it went. Lisbon-Canaries, landing on the right island – jackpot! Lisbon-Cape Verde: to São Vicente, the nearest island, thus saving fuel, taking off again from Santiago to keep the next stage as short as possible – double jackpot! The next step, the most remarkable one, long and painstaking: to reach São Pedro, part of the Brazilian territory, but little more than a rock in the middle of the ocean. With nothing within nearly 1,000 kilometers.

Think of the scale: the islet of São Pedro is shorter and a quarter of the height of one of those cruise ships that dock in Lisbon. Nonetheless, jackpot! Gago Coutinho, after slapping his pilot Sacadura Cabral on the back, handed him the little notes that had carried the seaplane to this tiny spot in the ocean.

Afterwards there were more adventures and another island, Fernando Noronha; then they wound down the Brazilian coast all the way to Rio de Janeiro, their arrival a moment of unbridled joy. Perhaps the last passionate embrace between two peoples. All very political, emotional, heroic and historical.

But what made this all possible was Science's ability to define a challenge and overcome it. That series of successes – jackpot, jackpot! – without missing a single landing point, proved that Man had acquired yet another piece of invaluable knowledge.

Of course, this doesn't mean that everything has been solved. We remain none the wiser as to why, this coming 30th March, there will be nothing or no one to give thanks in Belém, at 7am, on the shores of the Tagus from where the Lusitânia took off 100 years ago. Not even Camões' Old Man of Restelo. Once again another conflict: this is one for the Portuguese to resolve within themselves.

*English translation by
Richard Morton*

Guerra das Correntes: CC ou CA ? / *War of Currents: CC or AC?*

Guerra das Correntes é a designação frequentemente utilizada para uma série de acontecimentos e conflitos provocados entre os produtores de corrente contínua (CC) e os produtores de corrente alternada (CA) nos Estados Unidos da América (EUA). Este conflito começou cerca de 1880 e continuou até aos primeiros anos da década de 1900.

Antes de 1880 só a CC tinha uma utilização generalizada nas aplicações e em dispositivos elétricos. A energia elétrica era produzida a partir de baterias de células eletroquímicas ou a partir de energia mecânica, pelos chamados dínamos.

O empresário e inventor Thomas Edison (1847-1931) foi um defensor acérrimo da distribuição de energia elétrica em CC, pois tinha muitas aplicações e dispositivos patenteados que usavam este tipo de energia elétrica.

Por outro lado, o inventor Nikola Tesla (1856-1943) tinha desenvolvido um sistema de produção, transporte e distribuição de energia elétrica usando CA polifásica. Teve o apoio do empresário George Westinghouse, que passou a defender a distribuição da energia em corrente CA. Este novo processo apoiava-se na utilização de um dispositivo que transforma a energia mecânica em CA chamado alternador.

O auge do conflito Edison-Tesla surgiu na Feira Mundial de Chicago, realizada em 1893, quando Westinghouse, com o sistema desenvolvido por Tesla, ganhou o concurso de eletrificação da feira com CA, arrecadando \$400000 dólares. Foi assim vencida a proposta de Edison que propunha o fornecimento de energia através de CC, por ser cerca de 40% mais cara.

Quer na proposta de Edison em CC, quer na de Tesla em CA com a frequência de 60 Hz, a tensão de distribuição oferecida ao consumidor foi de 110 V.

The War of Currents is the name often used for a series of events and conflicts caused between direct current (DC) and alternating current (AC) producers in the United States of America (USA). This conflict began around 1880 and continued until the early 1900s.

Before 1880, only DC was in widespread use in electrical applications and devices. Electric power was produced from electrochemical cell batteries or from mechanical energy by dynamos.

Businessman and inventor Thomas Edison (1847-1931) was a staunch advocate of DC power distribution, as he had many applications and patented devices that used this type of electricity.

On the other hand, inventor Nikola Tesla (1856-1943) had developed a system for producing, transporting and distributing electric power using multiphase Alternating Current. He was supported by the entrepreneur George Westinghouse, who advocated the distribution of AC power. This new process relied on the use of a device that transforms mechanical energy into AC (alternator).

The peak of the Edison-Tesla conflict arose at the Chicago World's Fair, held in 1893, when Westinghouse, with the system developed by Tesla, won the contest to electrify the fair with AC, raising



1893- Birds-eye view of the Worlds Columbian Exposition, Chicago

The huge pool represents Columbus' long journey to the New World made 400 years ago

Os reveses para Edison sucediam-se. Ainda em 1893, a Westinghouse ganhou o concurso da *Niagara Falls Power Company* para a instalação de geradores hidroelétricos em CA. E, em 1896, a empresa *General Electric*, de que Edison foi um dos fundadores, decidiu também passar a produzir e a distribuir energia elétrica na forma de CA.

Em defesa da CC, Edison argumentou que a CA, em caso de contacto com o utilizador, seria mais perigosa e mais mortífera. Em CC, 110 V não produziram grandes danos corporais; para a mesma potência do dispositivo a alimentar, seria necessária uma corrente alternada de 140 V como valor máximo, o que seria mais perigoso.

Tesla contrapôs, submetendo-se a um dos seus geradores de tensão extremamente elevada (cerca de 250 000 V), sem sofrer qualquer dano corporal. Sabe-se hoje que nos efeitos sobre a saúde são mais determinantes a corrente e a frequência do que a tensão elétrica e que podem, ou não, causar danos irreversíveis ao corpo humano. Nas aplicações, a CC tem algumas vantagens, mas as dificuldades associadas à sua geração e distribuição faziam pender a balança para o lado do sistema desenvolvido por Tesla.

Mas o aperfeiçoamento e domínio dos conceitos permitem modificar os avanços do conhecimento e moldar novos percursos de investigação e exploração. Depois de Hertz demonstrar que a eletricidade se propaga como ondas à superfície dos condutores e no espaço para distribuição de energia a distâncias muito grandes, verificou-se ser vantajoso usar de novo a CC. É um exemplo atual, a linha de transporte de energia de Cahora Bassa para a África do Sul. Nesses casos, primei-



Tesla submetido a campos AC extremamente elevados /
Tesla subjected to extremely high AC fields

\$400,000, beating Edison's proposal concerning the supply of power through DC, which was about 40% more expensive. In both Edison's DC and Tesla's AC (60 Hz) proposal, the distribution voltage offered to the consumer was 110 V.

Setbacks for Edison followed. Also in 1893, Westinghouse won the Niagara Falls Power Company's bid to install hydroelectric generators in AC. And, in 1896, the General Electric Company, of which Edison was one of the founders, decided to produce and to distribute electric power in AC form.

In defense of DC, Edison argued that AC, in case of contact with the user, would be more dangerous and more deadly. In DC, 110 V would not produce much bodily harm; for the same power of the device to be powered, an alternating current of 140 V would be required as the maximum value, which would be more dangerous.

Tesla countered by submitting himself to one of his extremely high voltage generators (about 250,000 V), without suffering any bodily harm. It is now known that more determinant than the electrical voltage in the effects on health are the current and the frequency, which may, or may not, cause irreversible damage to the human body. In applications, DC has some advantages, but the difficulties associated with its generation and distribution tipped the balance in favor of the system developed by Tesla.

But the refinement and mastery of the concepts allow the advances in knowledge to be modified and new paths of investigation and exploration to be shaped. After Hertz demonstrated that electricity propagates as waves inside conductors and in space to distribute power over very large distances, it turned out to be advantageous to use DC again. A current example is the power transmission line from Cahora Bassa to South Africa. In such cases, an alternating voltage is first generated in an alternator, and this is then converted to a very high value direct voltage by modern electronics.

ro é gerada uma tensão alternada num alternador, sendo esta depois convertida para tensão contínua de muito alto valor, por modernos sistemas eletrónicos.

As vantagens do sistema Tesla

Com potências instaladas muito grandes, as correntes são também muito elevadas. Para não haver perdas no transporte, a distribuição de energia terá de usar fios de cobre com área da secção transversal muito elevada, o que torna os condutores muito caros. A solução óbvia é gerar tensões muito elevadas o que, para a mesma potência elétrica, corresponde a ter correntes mais baixas, e transportar a eletricidade com fios mais finos, reduzindo assim as perdas de transporte e o custo da instalação. Os custos serão diferentes se a tensão for contínua ou alternada. Mas será o tipo de aplicação que determina a opção de corrente que for mais apropriada.

Redução da tensão de distribuição

O processo de conversão de alta tensão contínua para baixa tensão era baseado num conjunto constituído por motor de alta tensão que acionava um gerador (dínamo) de baixa tensão. Este processo era complicado e dispendioso, sendo defendido por Edison.

Para a distribuição aos clientes, Edison patenteou o sistema de distribuição de energia subterrânea, o que não foi recebido com muito agrado pois implicava abrir valas nas ruas de Nova Iorque.

A conversão de tensão alternada de alta tensão podia fazer-se de modo muito simples com um transformador de Faraday, que podia reduzir a tensão alternada e aumentar a corrente disponível junto do utilizador. Este processo tinha um rendimento energético mais elevado do que o de conversão de tensão contínua. Um transformador era muito mais barato do que o conjunto motor-dínamo, além de que não tinha partes móveis. Este era o processo defendido por Westinghouse.



Nova Iorque - Edison e a rede de distribuição subterrânea /
New York - Edison and the underground distribution network

The Advantages of the Tesla System

With very large installed powers, the currents are also very high, but in order to have no transmission losses, the power distribution has to use copper wires with very high cross sectional area, which makes the conductors very expensive. The obvious solution is to generate very high voltages, which for the same electrical power corresponds to having lower currents, and to transport the electricity with thinner wires, thus reducing the transport losses and the cost of the installation. The costs will be different if the voltage is direct or alternating. But it is generally the type of application that settles the choice of current that turns out to be more appropriate.

Reducing the distribution voltage

The process of converting high direct voltage to low voltage was based on an assembly consisting of a high voltage motor that drove a low voltage generator (dynamo). This process, complicated and expensive, was defended by Edison.

For distribution to customers, Edison patented the underground power distribution system, which was not well received, as it involved digging trenches in the streets of New York.

Converting alternating voltage to high voltage could be done very simply with a Faraday transformer that could reduce the alternating voltage and increase the current available to the user. This process had a higher energy yield than direct voltage conversion. A transformer was much cheaper than the motor-dynamo assembly; plus it had no moving parts. This was the process advocated by Westinghouse and which has prevailed.

The motor, the alternator and the dynamo

In a comparative analysis, it should be taken into account that generating direct voltage with a dynamo is a process that involves first generating an alternating voltage and then converting it to direct voltage using an electromechanical switch, called a lamellar collector, and sliding conductive brushes to establish electrical

se e que acabou por prevalecer até aos dias de hoje.

O motor, o alternador e o dínamo

Numa análise comparativa, acresce que a geração de tensão contínua com um dínamo é um processo que implica gerar primeiro uma tensão alternada e depois convertê-la para tensão contínua usando um comutador eletromecânico, designado por coletor de lamelas, e escovas condutoras deslizantes, para estabelecer o contacto elétrico. O primeiro dispositivo, designado por motor, capaz de gerar um movimento de rotação mecânica a partir de uma tensão contínua, deve-se a Michael Faraday (1791-1867).



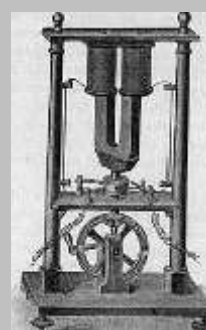
Michael Faraday foi o primeiro a mostrar, em 1821, um sistema capaz de gerar movimento rotativo a partir de uma tensão contínua ([ver aqui](#)). Em 1824, o inglês William Sturgeon (1783-1850) criou o primeiro solenoide com fio condutor enrolado sobre uma peça de ferro em forma de U (ou de *ferradura de cavalo*). O primeiro gerador de tensão alternada com alguma potência elétrica foi desenvolvido em 1832 pelo francês Hippolyte Pixii (1808-35), baseando-se na lei da indução de Faraday, rodando um íman em forma de U em frente de um solenoide. Pixii introduziu logo um comutador eletromecânico síncrono com o movimento do íman, de modo a obter uma tensão contínua (processo de retificação), que era a variante mais usada na época.

Em 1869, o engenheiro eletrotécnico belga Zénobe Gramme (1826-1901) fez uma alteração fundamental ao dínamo de Pixii, enrolando a bobina sobre um anel de ferro (anel de Gramme) que rodava mantendo-se o íman fixo. Atingiu potências elétricas bastante maiores do que as obtidas por Pixii. Ao rodar o anel dentro de um campo magnético de um íman permanente, Gramme verificou que as escovas B+ e B- coletavam uma tensão alternada que era retificada pelo comutador, gerando uma tensão contínua que poderia carregar uma bateria. Se não rodasse mecanicamente o

contact. The first device, called a motor, capable of generating a mechanical rotational motion from a direct voltage is due to Michael Faraday (1791-1867).

Michael Faraday was the first to show, in 1821, a system capable of generating rotary motion from a continuous voltage (see here). In 1824 the Englishman William Sturgeon (1783-1850) created the first solenoid with a conducting wire wound around a U-shaped (or horse-shoe) piece of iron. The first alternating voltage generator with any electrical power was developed in 1832 by the French Hippolyte Pixii (1808-35), based on Faraday's law of induction, by turning a U-shaped magnet in front of a solenoid. Pixii introduced an electromechanical commutator synchronous with the movement of the magnet, in order to obtain a continuous voltage (rectification process), which was the most widely used at the time.

In 1869, the Belgian electrical engineer Zénobe Gramme (1826-1901) made a fundamental change to Pixii's dynamo by winding the coil over an iron ring (Gramme ring) that rotated while keeping the magnet fixed. He achieved greater electrical powers than those obtained by Pixii. By rotating the ring within a magnetic field of a permanent magnet, Gramme found that the brushes B+ and B- collected an alternating voltage that was rectified by the commutator, generating a direct voltage that could charge a battery. If he did not mechanically rotate the ring, the battery would rotate it in the opposite direction, acting as a motor. This reversibility property of the motor/generator proved to be a key advantage. It should be emphasized that an alternating voltage was first generated and then converted to direct voltage. With the system invented by Tesla, Westinghouse's advantage lay in the fact that the rectification process was not necessary in the alternating voltage distribution process. In Faraday Museum there is a dynamo of this type dating from 1882.



Pixii's Dynamo

anel, a bateria rodá-lo-ia no sentido contrário, atuando como motor. Esta propriedade de reversibilidade do motor/gerador revelou-se uma vantagem fundamental.

Convém realçar que primeiro foi gerada uma tensão alternada e depois foi convertida para tensão contínua. A vantagem de Westinghouse, com o sistema inventado por Tesla, era de que distribuiria logo a tensão alternada evitando o processo de retificação. No Museu Faraday existe um dínamo deste tipo que data de 1882.

Aplicações da eletricidade

Nos finais do século XIX, as aplicações caseiras e industriais mais usuais eram: a iluminação elétrica, a força motriz, e os equipamentos de soldadura elétrica, de galvanoplastia e de carregamento de baterias.

A partir de 1900, as aplicações dirigiram-se para o funcionamento de emissores e de recetores de rádio. Todas estas aplicações eram feitas com tensão contínua, mas algumas delas, nomeadamente a iluminação e a força motriz, poderiam usar a tensão alternada com vantagens evidentes.

A iluminação elétrica

Em 1801, o químico inglês Sir Humphry Davy (1778-1829), que seria mais tarde o tutor de Michael Faraday, descobriu que a tensão contínua de uma pilha de Volta poderia produzir luz, quer pelo aquecimento de um fio condutor, quer por ação de faíscas elétricas.

Já em 1752, Benjamim Franklin (1706-1790) tinha concluído que os relâmpagos ou faíscas eram luz originada por descargas elétricas de eletricidade acumulada nas nuvens. Deve-se a Franklin a descoberta de cargas elétricas positivas e negativas, o conceito de condensador elétrico, a invenção do para-raios, e as tentativas, sem sucesso, de usar esta eletricidade gerada na natureza. Só em 1800, com a pilha de Volta do físico e químico italiano Alessandro Volta (1745-1827), se começou a poder dispor e usar eletricidade de forma controlada.

A iluminação elétrica podia fazer-se pelo arco voltaico, descoberto pelo mentor de Faraday em 1801, usando CA, ou a partir da tensão contínua, alimentando lâmpadas de filamento, como Edison e Swam faziam por volta de 1870. As lâmpadas de filamento dão sempre origem a uma luz branca, mas mais quente (predominância da luz amarela).



Dynamo / Dínamo - Induced AC voltage is converted to CC / A tensão alternada induzida é convertida em contínua

Electricity applications

In the late 19th century, the most usual home and industrial applications were: electric lighting, the motive force, the equipment and electric welding, galvanoplasty and battery charging.

From 1900 on, applications were directed towards the operation of radio transmitters and receivers. All these applications were made with direct voltage, but some of them could use alternating voltage with obvious advantages, namely lighting and motive power.

Electric lighting

In 1801, the English chemist Sir Humphry Davy (1778-1829), who would later be Michael Faraday's tutor, discovered that the continuous voltage of a Volta cell could produce light, either by heating a conducting wire or by the action of electric sparks.

Earlier, in 1752, Benjamin Franklin (1706-1790) had concluded that lightning or sparks were light originating from electrical discharges of electricity accumulated in clouds. Franklin is credited with the discovery of positive and negative electric charges, the concept of the electric capacitor and the invention of the lightning rod, and his unsuccessful attempts to use this electricity generated in nature. It wasn't until



Painting by Benjamim West (1816)
Benjamin Franklin – Drawing Electricity from the Sky

A partir de 1870, a iluminação em arco tornou-se generalizada, particularmente para a iluminação de ruas e avenidas, dada a elevada intensidade luminosa da luz branca produzida.

O arco voltaico funciona com corrente contínua, mas funciona mais eficientemente com corrente alternada.

Assim, ao associar muitas lâmpadas em série que eram alimentadas por uma tensão de cerca de 2000 V a 3000 V, a utilização generalizada da corrente alternada na iluminação tornou-se rentável. Contudo, as linhas de alta tensão causaram vários acidentes fatais nos EUA, e Edison, de forma oportuna e oportunista, “culpou” a corrente alternada.

As lâmpadas de arco têm elétrodos de carbono que se desgastam, emitem gases e produzem luz com um espectro muito rico de raios ultravioleta, que são prejudiciais à saúde. Além disso, estas lâmpadas [produzem um ruído acústico](#) semelhante ao das máquinas de soldadura, emitindo luz cuja intensidade apresenta flutuações de amplitude.

Devido a todos estes condicionalismos, as lâmpadas de arco tiveram de ser colocadas a uma altura considerável das pessoas.

Em 1888 aconteceram alguns acidentes e mortes com estas lâmpadas. O engenheiro eletrotécnico Harold Brown desenvolveu uma campanha contra a utilização da corrente alternada para iluminação. Hoje sabe-se que Brown trabalhava para Edison e denegria o uso da corrente alternada. Coincidências?

Quando em 1888, foi aprovado nos EUA o uso da cadeira elétrica para matar criminosos condenados à morte, Brown, como consultor, fez experiências para matar com eletricidade animais pequenos e até um cavalo. Brown determinou experimentalmente que um cão grande poderia suportar 750 V DC mas morria com 300 V AC. A experiência da morte do cavalo foi feita no laboratório de Edison, tendo-se concluído que a tensão alternada de 750 V era suficiente para o matar. Característica que não era exclusiva da corrente alternada: a tensão contínua de 750 V também mataria o cavalo, mas não interessava a Edison divulgar este



Museu Faraday
[Lâmpada de Arco / Arc Lamp](#)

1800, with the Volta pile of the Italian physicist and chemist Alessandro Volta (1745-1827), that it became possible to use and dispose of electricity in a controlled manner.

Electric lighting could be done by arc lighting, discovered by Faraday's mentor in 1801, using AC or from DC voltage, powering filament lamps, as Edison and Swam did around 1870. Filament bulbs always give off a white but warmer light (predominance of yellow light).

From 1870 on, arc lighting became widespread, particularly for lighting streets and avenues, given the high luminous intensity of the white light produced. The arc tube works with DC, but works more efficiently with AC. This was how, by associating many lamps in series that were fed by a voltage of about 2000 to 3000 V, the widespread use of AC in lighting became profitable. However, high voltage lines caused several fatal accidents in the USA, and Edison, in a timely and opportunistic manner, "blamed" AC.

Arc lamps have carbon electrodes that wear out, emitting gases and producing light with a very rich spectrum of ultra violet rays, which are harmful to health. Additionally, these lamps produce an [acoustic noise](#) similar to that of welding machines, emitting light whose intensities present amplitude fluctuations. Because of all these factors, arc lamps had to be placed at a considerable height from people.

In 1888 there were some accidents and deaths with these lamps, and the electrical engineer Harold Brown developed a campaign against the use of alternating current for lighting. Today it is known that Brown worked for Edison and denigrated the use of alternating current. Coincidences?

When in 1888, the use of the electric chair to kill criminals sentenced to death was approved in the USA, Brown, as a consultant, made electric experiments in which small animals and a horse were killed. Brown experimentally determined that a large dog could withstand 750 V DC but died at 300 V AC. The experi -

facto.

A cadeira elétrica tinha sido proposta pelo dentista Alfred Southwick, mas a sua realização prática contou com os trabalhos dos especialistas Elhium Thomson e de Thomas Edison e foi proposta a utilização 3000 V AC, produzidos por um gerador Whestinghouse (concorrente de Edison) entre a cabeça e a coluna dorsal dos condenados. A legislação relativa à cadeira elétrica acabou por estabelecer que se deveria usar 1500 V de tensão alternada para garantir que um humano não resistiria.

Este valor de tensão representa metade do valor que era usado na iluminação pública com as lâmpadas de arco voltaico (3000 V AC). Este facto acabou por ser um bom argumento na contestação do uso do arco voltaico na iluminação elétrica: segundo Edison a própria iluminação que recorria à CA seria mais mortífera que a própria cadeira elétrica!

Edison nunca ficou convencido de que a guerra das correntes estava definitivamente perdida a favor da corrente alternada. Quando em 1903 foi decidido matar um elefante fêmea de um circo de Nova Iorque, por ter sido considerada perigosa ao matar três espetadores e ter perseguido polícias nas ruas de Nova Iorque, Edison patrocinou a morte do animal por eletrocussão e envenenamento. Envenenamento com cerca de 450 g de cianeto de potássio, não fosse o elefante sobreviver ao choque de 6000 V de tensão alternada, a mais mortífera existente, segundo Edison. O espetáculo da morte do elefante ocorreu em 17 de janeiro de 1903 e foi assistido por cerca de 1500 espetadores em que se incluíam 100 jornalistas. Edison filmou a cena da morte e ganhou dinheiro com o filme "Electrocuting an Elephant", que podia ser vistos nos seus Cinematógrafos instalados em vários locais nos EUA.

As lâmpadas de incandescência

Depois dos trabalhos de Edison nos EUA e de Swam na Grã-Bretanha, as lâmpadas de incandescência começaram a ser uma alternativa interessante relativamente às lâmpadas de arco voltaico. Associadas a menores intensidade, mas mais estáveis e sem produção de gases nem raios ultravioletas. Edison propunha-se alimentar as lâmpadas com tensão contínua de 110 V, uma vez que tinha o seu sistema de

ment to kill the horse was done in Edison's laboratory, and it was concluded that the alternating voltage of 750 V was sufficient to kill it. A characteristic that was not unique to alternating current: 750 V direct voltage would also kill the horse, but it was not in Edison's interest to publicize this fact.

The electric chair had been proposed by the dentist Alfred Southwick. Its practical realization had the work of specialists Elhium Thomson and Thomas Edison and it was proposed to use 3000 V AC, produced by a Westinghouse generator (Edison's competitor) between the head and the spine of the damned. The electric chair legislation established that 1500 V of alternating voltage should be used to ensure that a human could not resist.

This voltage value represents half of the value that was used in street lighting with arc lamps (3000 V AC). This fact turned out to be a good argument in contesting the use of the electric arc in electric lighting: according to Edison, the very lighting that used AC would be more deadly than the electric chair!

Edison was never convinced that the war of currents was definitely lost in favor of alternating current. When in 1903 it was decided to kill a female elephant in a New York circus because it has been considered dangerous by killing three spectators and chasing police officers on the streets of New York, Edison associated himself with this act by sponsoring the death by electrocution and poisoning. Poisoning with about 450 g of potassium cyanide, in order to insure that the elephant would not survive to the shock of 6000 V alternating voltage, the deadliest in existence, according to Edison. The spectacle of the elephant's death took place on January 17, 1903, and was watched by about 1500 spectators and about 100 journalists. Edison filmed the death scene and earned money with the film "Electrocuting an Elephant", which could be seen in his Cinematographs installed in various locations in the USA.

The incandescent bulbs

After Edison's works in the USA and Swam in Great Britain, incandescent lamps began to be an interesting alternative to the arc lamps. They were associated with lower intensity, but more stable and



Edison Filme / Film
[Electrocuting an Elephant](#)

distribuição de energia em CC.

Curiosamente, a alimentação de uma lâmpada de filamento de carbono com tensão contínua leva ao escurecimento do vidro junto ao terminal positivo. Este contratempo abriu um percurso de investigação para Edison através da formulação do que ficou designado por efeito Edison. Este efeito levaria o seu empregado Ambrose Fleming, já a trabalhar para Marconi, à descoberta do díodo de vácuo. Mais tarde veio a provar-se que a alimentação com tensão alternada não produz este defeito de escurecimento do vidro.

A força motriz

O motor elétrico de tensão contínua está intrinsecamente ligado a um processo de conversão para tensão alternada que exige a existência do *comutador eletromecânico* e a presenças de *escovas deslizantes* para estabelecer os contactos (conjunto designado por *coletor*) e gerar um campo magnético girante, responsável pela rotação do motor.

Aqui surgiu o génio de Tesla, ao desenvolver o motor de tensão alternada sem comutador eletromecânico, o motor de indução, o que permitiu aumentar a eficiência do motor e diminuir as despesas de manutenção. Veja [aqui como funciona o motor de indução](#) bem como a simplicidade da sua estrutura face à do motor de CC.

O efeito das correntes no corpo humano

Existem vários estudos relacionados com o efeito das correntes elétricas no corpo humano, afim de se prever o seu grau de perigo. Esses estudos foram consolidados na norma internacional IEC 60479-1, relativa a humanos e animais domésticos, e cuja versão mais recente data de há três anos. De acordo com esta norma, um indivíduo submetido a uma tensão elétrica superior a 50 volts em CA 50 Hz, ou 120 volts em CC, tem a sua vida em risco, devido à intensidade da corrente elétrica que passará pelo corpo.

Em DC, diferentes partes do corpo humano têm diferentes resistências elétricas. Mas como o tecido do

produced no gases or ultraviolet rays. Edison proposed to power the lamps with 110 V direct voltage, since he had his power distribution system on DC.

Interestingly, feeding a carbon filament lamp with direct voltage leads to the darkening of the glass near the positive terminal. This setback opened a path of investigation for Edison through the formulation of what became known as the Edison effect. This effect would lead his employee Ambrose Fleming, already working for Marconi, to the discovery of the vacuum diode. It was later proved that the alternating voltage supply does not produce this glass darkening defect.

The driving force

The direct voltage electric motor is intrinsically linked to a process of conversion to alternating voltage that requires the existence of the electromechanical commutator and the presence of sliding brushes to establish the contacts (assembly called collector) and to generate a rotating magnetic field, responsible for the motor rotation.

This is where Tesla's genius came in, developing the commutator-less alternating voltage motor, the induction motor, which allowed for increased motor efficiency and lower maintenance costs. You can see in "[Veja aqui como funciona o motor de indução](#)" how the induction motor works, as well as how simple its structure is, when compared to that of the DC motor.

The effect of currents on the human body

There have been several studies related to the effect of electric currents on the human body, in order to determine their degree of danger. These studies were consolidated in the international standard IEC 60479-1, related to humans and domestic animals, and whose most recent version dates back 3 years. According to this standard, an individual subjected to an electrical voltage exceeding 50 volts at AC 50 Hz, or 120 volts at DC, has his/ her life put at risk, due to the intensity of the electrical current that will pass through the body.

In DC, different parts of the human body have different electrical resistances. But since the body tissue has a resistive and capacitive part in parallel, the current will have a larger amplitude if the excitation is at alternating voltage. However, it is the current and the duration of this current that define the type of risk for



Tesla motor without commutator /
 Motor de Tesla sem comutador
 London Science Museum
[See how it works](#)
[Veja como funciona](#)

corpo tem uma parte resistiva e uma capacitiva em paralelo, a corrente terá uma amplitude maior se a excitação for com tensão alternada. No entanto, é a corrente e a duração desta corrente que definem o tipo de risco para a pessoa. Para altas frequências de tensão CA, a corrente mal penetra no corpo. O corpo então suportará tensões muito mais altas, com a sensação de queimadura local em vez do choque elétrico tradicional.

O coração é o principal órgão afetado pela corrente elétrica, pois é comandado por impulsos elétricos gerados no corpo humano, que podem ser mascarados por efeitos elétricos externos. [Também a atividade neuronal do cérebro funciona com impulsos elétricos](#), e a ação das correntes elétricas pode interferir nessa função. Os músculos são controlados por impulsos elétricos, e um choque elétrico pode ter um efeito muito prejudicial nesse controle.

Além disso, o caminho da corrente no corpo humano pode ter consequências muito diferentes. Um caminho entre o braço direito e a perna direita pode ser menos arriscado do que o caminho entre a mão esquerda e a perna esquerda, porque envolverá mais intensamente o coração. O estado da pele, humidade, etc. também produzem alterações nos valores das correntes desenvolvidas por uma determinada tensão.

[\(Ver aqui efeitos dos choques\)](#)

O nome de Nikola Tesla apareceu recentemente ligado aos novos carros elétricos, que são muito inovadores e querem ser alternativa aos motores usando combustíveis fósseis.

A empresa Tesla foi fundada em 2003 por Martin Eberhard e Marc Tarpenning para desenvolver carros elétricos movidos pelo motor AC desenvolvido por Nikola Tesla. Para produzirem o primeiro protótipo de carro (roadster em 2008) precisaram da ajuda de vários investidores, entre eles Elon Musk (fundador do PayPal), que viria a ser maioritário e é atualmente o CEO da empresa. Estes empresários [compraram por US \\$75000](#) o nome de Tesla Motors que pertencia a Lesley Stahl .

O nome do cientista Tesla fica assim associado a uma grande inovação tecnológica moderna.

the person. For high frequencies of AC voltage, the current barely penetrates the body. The body will then withstand much higher voltages, with the sensation being local burning rather than the traditional electric shock.

The heart is the main organ affected by electric current, since it is commanded by electrical impulses generated in the human body, which can be masked by external electrical effects. [Also the brain's neuronal activity works with electrical impulses](#), and the action of electrical currents can interfere with this function. Muscles are controlled by electrical impulses, and an electric shock can have a very detrimental effect on this control.

Furthermore, the path of the current in the human body can have very different consequences. A path between the right arm and the right leg can be less risky than the path between the left hand and the left leg, because it will involve the heart more intensely. The state of the skin, humidity, dirt, etc. also produce changes to the currents developed by a given voltage.

[\(See here the effects of electric shocks\)](#)

The name of Nikola Tesla has recently appeared linked to new electric cars that are very innovative, being proposed as an alternative to engines using fossil fuels.

The Tesla company was founded in 2003 by Martin Eberhard and Marc Tarpenning to develop electric cars powered by the AC motor developed by Nikola Tesla. To produce the first prototype car (roadster in 2008) they needed the contribution of several investors, including Elon Musk (founder of PayPal) who would become the majority and is currently the company's CEO. These entrepreneurs [bought the Tesla Motors name](#) from Lesley Stahl for \$75,000.

Tesla's name remains thus associated with a great modern technological innovation.

Os filmes sobre a guerra das correntes

Os conflitos sempre foram temas de grande impacto comercial. A disputa entre CC e AC começou ligada à batalha travada para a oferta de um dos produtos essenciais à vida a partir dos finais do século XIX: a eletricidade. À medida que o uso do produto se generalizava, maior era o número de pessoas interessadas no tema. E não só do ponto de vista de avanço do conhecimento, mas apoiado numa característica muito comum ao ser humano. A divulgação do tema tornou-se um chamariz quer para as empresas comerciais, primeiro ligadas ao mercado livreiro, mais tarde ligado à rádio e ao cinema e, mais recentemente, à televisão. Segue-se uma lista na filmografia que foi dedicada ao conflito surgido entre as correntes elétricas, e sobre os respetivos apoiantes de cada um dos lados da contenda. Lista que está longe de ser exaustiva e, muito menos, terminada.

The films about the war of currents

Conflicts have always been subjects of great commercial impact. The dispute between DC and AC began after all linked to the battle waged for the supply of one of the products essential to life from the end of the 19th century: electricity. As the use of the product became more widespread, the more people became interested in the subject. And not only from the point of view of advancing knowledge, but supported by a characteristic very common to human beings. The dissemination of the theme became a lure for commercial companies, first connected to the book market, later connected to radio and cinema, and more recently to television. The following is a list of the filmography that has been dedicated to the conflict that arose between the electric currents, and about the respective crusaders supporting each side of the dispute. A list that is far from being exhaustive and closed.



Tesla 2020 Filme



The Prestige



Tesla - Mestre dos Raios



The real story behind 'The Current War'



A Batalha das Correntes



Tesla - Mestre da Luz



O segredo de Tesla



The Current War 2019

Carlos Fernandes
Prof. do IST (aposentado)
Investigador do [IT](#)

Moisés Piedade
Prof. do IST (aposentado)
Investigador do [INESC](#)



Primeiros Conflitos na Rádio / *First Radio conflicts*

A ligação entre a comunicação e o poder é milenar. Há mais de 5000 anos os faraós egípcios já exerciam esse controlo e poder em registos de taxas de pagamentos gravados em folhas de papiros. Ao longo da História, a necessidade vital de comunicação manifestada pelo ser humano sempre se ajustou na perfeição ao desejo do poder das classes dominantes. A diferença residiu fundamentalmente na forma de o fazer ao longo do tempo e na dinâmica da sua evolução, que dependeu dos avanços tecnológicos que se foram verificando. Estes foram ditados por contribuições múltiplas que exigiram atributos muito distintos dos seus protagonistas.

Na teoria do conhecimento a evolução não se faz em linha reta. O percurso é ziguezagueante, pleno de “avanços” e “recuos”. Os pontos de litígio não são forçosamente negativos, pois são um indicador forte da atualidade da problemática em questão.

No fim do século 19 a maior novidade tecnológica e com um potencial enorme de transformação das sociedades era a possibilidade de comunicar à distância sem uso de fios elétricos - a Rádio. Assim, a Rádio foi campo de batalha de muitas personalidades ansiosas pelo domínio e lucro que lhes podia trazer.

Os primeiros conflitos na rádio

Marconi foi um talentoso engenheiro autodidata que tinha objetivos de dominar a tecnologia da rádio a nível mundial de forma exclusiva (monopólio).

O cientista inglês Oliver Lodge já tinha trabalhos publicados sobre a transmissão de sinais sem fios, antes dos trabalhos de Marconi. Isto resultou num conflito

The connection between communication and power is millennial. More than 5000 years ago, the Egyptian pharaohs already exercised their control and power in taxes recorded on papyrus sheets. The vital need for communication manifested by human beings has always fit with the desire for power of the ruling classes throughout the History. The difference was fundamentally in the dynamics of its evolution, which depended on the technological advances over time. And these were constrained by multiple contributions that required very different attributes from its protagonists.

Evolution in knowledge is not a straight line. The path is zigzagging, full of "advances" and "retreats". The conflicts are not necessarily negative, for they are a strong indicator of the contemporaneity of the problem at hand.

At the end of the 19th century, the biggest technological novelty with enormous potential for transforming societies was the possibility of communicating at a distance without the use of electric wires - Radio. Thus, Radio was a battleground for many personalities eager for the dominance and profit it could bring them.

The first radio conflicts

Marconi was a talented self-taught engineer who aimed to dominate radio technology worldwide in an exclusive way (monopoly).

The English scientist Oliver Lodge already had published work on wireless signal transmission, before Marconi's work. This resulted in a conflict in the courts. Marconi used his prestigious employee Prof. Ambrose Fleming to enlighten the judges on the new ideas underlying the proposals. After the death of Marconi, Fleming ended up confessing that the originality of the works must be attributed to Oliver Lodge.

Nikola Tesla also had works on long distance energy and signal transmission. In fact, Tesla owns the first

nos tribunais. Marconi usou o seu prestigiado empregado Prof. Ambrose Fleming para elucidar os juizes sobre as novas ideias subjacentes às propostas. Depois da morte de Marconi, Fleming acabaria por confessar que a originalidade dos trabalhos devia ser atribuída a Oliver Lodge.

Nikola Tesla também tinha trabalhos sobre transmissão de energia e sinais à distância. Aliás, pertence a Tesla a primeira ideia de circuitos lógicos (mecânico-elétricos) para controlo remoto por via rádio de um modelo de barco num lago na Madison Square, EUA, em 1898.

No início da 1ª guerra mundial os britânicos cortaram a ligação feita por cabo submarino entre os EUA e a Alemanha. Os britânicos tentaram também cortar as transmissões alternativas feitas por rádio. Para isso, Marconi processou a Telefunken por infringir patentes suas, de modo a facilitar este corte de transmissão. Para sua defesa a Telefunken contratou os físicos Karl Braun e Jonathan Zenneck e Nikola Tesla, este com o enorme salário de US \$1000 por mês (cerca de US \$28000 atuais). Quando os EUA entraram na 1ª guerra mundial, em 1917, a ação judicial deixou de fazer sentido.

Em 1915, Tesla reivindicou as suas duas patentes de 1898 sobre a sintonia ressonante de energia que Marconi tinha patenteado em 1904, depois de várias recusas do gabinete de patentes estado-unidense.

Em 1943 o supremo tribunal dos EUA atribuiu a Oliver Lodge, John Stone e a Tesla a originalidade de várias patentes que Marconi tinha patenteado “como melhoramentos” em vários sistemas de rádio.

Lee de Forest também apareceu envolvido em vários conflitos relacionados com o início da Rádio.

Em 1904, o dinamarquês Valdemar Poulsen, o autor do primeiro aparelho de gravação magnética, o telegraphone, apresentou um aparelho capaz de produzir ondas contínuas de rádio, através do faiscador (“electrical spark gap”), em vez de impulsos. Em 1906, Forest usou uma pequena variante para fazer

idea of logic circuits (mechanical-electrical) for radio remote control of a model boat on a lake in Madison Square, USA, in 1898.

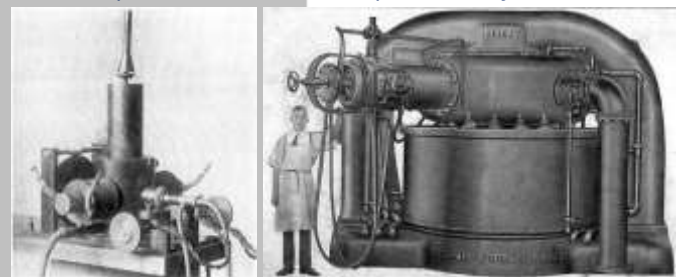
At the beginning of the 1st world war the British cut the connection between the USA and Germany made by submarine cable. The British also tried to cut off alternative radio transmissions. For this, Marconi sued Telefunken for infringing its patents, in order to facilitate this transmission cut. For its defense Telefunken hired physicists Karl Braun and Jonathan Zenneck and Nikola Tesla, the latter with the whopping salary of \$1000 a month (about \$28000 today). When the US entered World War I in 1917, the lawsuit ceased to make sense.

In 1915, Tesla claimed his two 1898 patents on the resonant energy tuning that Marconi had patented in 1904 after repeated denials by the US patent office.

In 1943 the US Supreme Court credited Oliver Lodge, John Stone and Tesla with the originality of several patents that Marconi had patented “as improvements” in various radio systems.

Lee de Forest was also involved in several conflicts related to the beginning of Radio.

In 1904, the Danish Valdemar Poulsen, the author of the first magnetic recording device, presented a device capable of producing continuous radio waves, through the spark gap (“electrical spark gap”), instead of impulses. In 1906, Forest used a small variant to transmit voice over radio for the first time on his radiotelephone. Thus, another patent conflict arose.



a) b)

*Valdemar Poulsen - RF spark generators (Pat. US789449A)
a) 1903 – original; b) 1918– 1 MW generator*

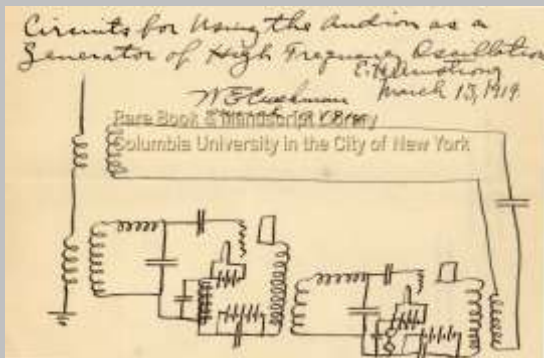


*1898 - Valdemar Poulsen, Telegraphone - Sound Recorder
[Ouça a 1ª gravação magnética existente](#)
[Ear 1st magnetic recording](#)
(Paris – 1900, World Exhibition, voice of Emperor Franz Joseph)*

transmissão de voz através de rádio pela primeira vez no seu radiotelefone. Surgiu assim mais um conflito de patentes.

Em 1903, Reginald Fessenden apresentou um detetor de rádio eletrolítico. Numa visita ao laboratório de Fessenden, Forest teve conhecimento deste dispositivo através de um ajudante de Fessenden, que alegava ser o autor. Forest fez uma variante e tentou patentear-la, mas não obteve sucesso ([ver detetores de rádio](#)).

Forest também esteve envolvido num conflito sobre a invenção da realimentação / regeneração. Em 1914, Edwin Armstrong patenteou a ideia da realimentação (*feedback*) mas Forest moveu-lhe uma ação em tribunal pois já tinha usado esta técnica, muito embora a não tivesse patenteado.



[Circuito oscilador de Armstrong / Armstrong's oscillator circuit](#)

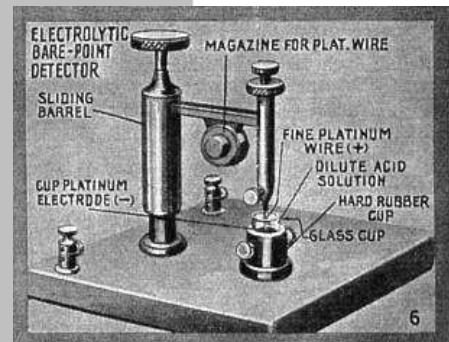
Só em 1926 os [tribunais atribuíram a paternidade da realimentação / regeneração a Forest](#).

O grande conflito Marconi – Forest

Em novembro de 1904, Ambrose Fleming, consultor de Marconi, reconstruiu o dispositivo termiônico de Edison e patenteou-o como detetor de rádio {retificador de radio frequência, RF}, dando-lhe o nome de [“Oscillation Valve”](#). Este tubo permitiu a deteção de oscilações RF (ondas rádio).

Nos EUA, em setembro de 1905, Lee de Forest teve conhecimento de um artigo sobre a válvula de Fleming nos *Proceedings of the Royal Society* (GB) e encomendou uma réplica ao fabricante Henry W. McCandless, um conceituado fabricante de lâmpadas

In 1903, Reginald Fessenden introduced an electrolytic radio detector. On a visit to Fessenden's laboratory, Forest learned of this device through a Fessenden aide, who claimed to be the author. Forest made a variant, but all efforts to patent it proved unsuccessful.



*Fessenden electrolytic radio detector
(See radio detectors)*

Forest was also involved in a conflict over the invention of feedback/regeneration. In 1914, Edwin Armstrong patented the feedback loop idea, but Forest sued Armstrong in court because he had used this technique before, even though he had not patented it. It was not until 1926 that the [courts attributed the paternity of feedback /regeneration to Forest](#).

The great Marconi-Forest conflict

In November 1904, Ambrose Fleming, Marconi's consultant, reconstructed Edison's thermionic device and patented it as a radio detector {Radio frequency rectifier, RF}, giving it the name [“Oscillation Valve”](#). This tube allowed the detection of RF oscillations (radio waves).

*In USA, September 1905, Lee de Forest learned of an article about the Fleming valve in the *Proceedings of the Royal Society* (GB) and ordered a replica from Henry W. McCandless, a renowned manufacturer of incandescent lamps.*



Audion (Lee de Forest)

incandescentes.



Em dezembro de 1905, Lee de Forest acrescentou mais um elétrodo à válvula, em forma de grelha. Colocou-o entre a placa e o filamento incandescente, mas mais perto deste. Estava descoberto o Tríodo. Nas experiências efetuadas, de Forest verificou então que uma tensão positiva aplicada à grelha permitia um aumento da corrente na placa. A válvula tríodo foi patenteada com a [designação Audion](#) em 1906.

Em 1907, de Forest registou nova patente, onde surgiam alterações que, basicamente, consistiram na introdução [de um díodo de Fleming](#) que tinha um elétrodo colado externamente no invólucro. Com este pequeno acrescento conseguiu-se influenciar, a partir do exterior, o movimento dos eletrões entre o filamento e a placa. Apareciam no horizonte indícios de tempestade.

Inicialmente, Marconi não manifestou grande interesse pelos estudos e trabalhos desenvolvidos, no que dizia respeito ao detetor de rádio, pelo seu consultor A. Fleming. Mas ao aperceber-se das inúmeras aplicações do *Audion* de Lee de Forest, nomeadamente na amplificação de sinais e na capacidade de produzir oscilações autónomas, a sua opinião mudou radicalmente. Mais uma manifestação do extraordinário sentido de oportunidade de Marconi. Começava a traçar-se o caminho para o nascimento do *Round Triode* e a “guerra” parecia mais do que nunca

In December 1905, Lee de Forest added a grid-like extra electrode to the valve. He placed it between the plate and the glowing filament, but closer to the last. In his experiments, de Forest then found that a positive voltage applied to the grid would allow the plate current to increase. A new device, the Triode, was born. The triode valve was patented under the [name Audion](#) in 1906.

In 1907, de Forest registered a new patent, related to a device that was [basically a Fleming diode](#) with an electrode glued externally to the casing. With this small addition it was possible to control externally the movement of electrons between the filament and the plate. Evidences of a “thunderstorm” appeared on the horizon....

Initially, Marconi did not show much interest in the studies and work on the radio detector developed by his consultant A. Fleming. But when he became aware of the many applications of Lee de Forest's Audion, particularly in signal amplification and the ability to produce autonomous oscillations, his opinion changed radically. This was another evidence of Marconi's extraordinary sense of timing. The path to the Round Triode's birth has begun, and the "war" seemed more than ever inevitable.

In 1913, the Marconi Company started manufacturing triodes. There was no longer any doubt for anyone. The conflict had erupted. In November 1914, the American Marconi Company filed a lawsuit in court against de Forest, on the grounds that its patents on Fleming's diode had been infringed by the Audion patents. For his part, de Forest contested, arguing that, although older, Fleming's patents also infringed Audion's patents in



Audion
With external grid / Com grelha externa

inevitável.

Em 1913, a empresa Marconi começou a fabricar tríodos. Não havia mais dúvidas para ninguém. O conflito estalara. Em novembro de 1914, a empresa estadunidense Marconi interpôs uma ação judicial em tribunal contra de Forest, por considerar que as suas patentes do díodo de Fleming tinham sido infringidas pelas patentes do *Audion*. Por seu lado, de Forest contra-atacou, argumentando que, apesar de anteriores, as patentes de Fleming também infringiram as patentes do *Audion* nas suas aplicações que não eram de corrente alternada.

O engenheiro [Roy Weagant](#) da empresa Marconi construiu um demonstrador com dois rádios que diferiam apenas no detetor: um recetor usando um díodo de Fleming e o outro com um *Audion* com grelha externa. Os dois recetores apresentaram um desempenho equivalente e, nessa base, o tribunal deu razão à empresa. Segundo o acórdão, quer a empresa quer de Forest deixariam de poder fabricar o *Audion*, mas a empresa de Marconi poderia fabricar díodos.

Como resposta, de Forest recorreu, mas não apresentou os documentos certos e teve de aceitar a decisão do tribunal em 1917. Este enlace, traduziu um aparente empate no conflito. O nome Marconi era bem mais do que uma empresa. Nos bastidores do conflito surgiu um novo protagonista, que se movia no seu ambiente natural. G. Marconi, usando o seu enorme poderio económico, interpelou o juiz, tendo em mente a inclusão na decisão final de uma cláusula que permitisse o uso futuro do *Audion* como amplificador e oscilador, e não apenas como detetor de rádio. Mas os imponderáveis jogam frequentemente um papel importante no desenrolar dos acontecimentos, obrigando a compassos de espera. Os EUA entraram na 1ª guerra mundial e os processos do tribunal ficaram suspensos.

Só a 19 de julho de 1919 o tribunal decidiu que o *Audion* usado como amplificador e oscilador também infringia as patentes de Fleming. Um *volt face* em todo

ting current.

[Roy Weagant](#), an Engineer of Marconi Company, built a demonstrator with two radios that differed only in the detector: one of them, a receiver using a Fleming diode, and the other one, a receiver with an Audion plus an external grid. The two receivers showed equivalent performance, and on that basis the court ruled for the company. According to the ruling, the company and de Forest could no longer manufacture the Audion but the Marconi Company could manufacture diodes.

In response, de Forest appealed, but failed to produce the right documents and had to accept the court's decision in 1917. A null-matching scenario? No, Marconi was much more than the name of a company. In the backstage, a new protagonist emerged, who was moving in his natural environment. G. Marconi, using his enormous economic power, questioned the judge, having in mind the inclusion of a clause in the final decision, which would allow the future use of Audion as an amplifier and oscillator, and not just as a radio detector. But imponderables often play an important role in the course of events, forcing court decisions to stop and standby. USA entered World War I and the court cases were put on hold.

It wasn't until July 19, 1919 that the court ruled that the Audion used as an amplifier and oscillator also infringed Fleming's patents. A volte face in the whole process seemed to indicate that the conflict had only



Roy Weagant Radio Detectors
Left – With Fleming Diode; Right – With Forest Audion

o processo pareceu indicar que afinal o conflito só tinha perdedores. Mas, mais uma vez, a dinâmica da história pareceu complicar a leitura do resultado do conflito de patentes: durante a 1ª guerra mundial outros fabricantes foram responsáveis por grandes avanços no desenvolvimento de triodos, que entretanto foram patenteando.

E foi assim que, muito rapidamente, ainda em julho de 1919, se chegou ao acordo entre a empresa Marconi e de Forest que permitiu desbloquear o conflito. Daí em diante, os laboratórios Moorhead fabricariam os triodos. Estes seriam utilizados pela empresa Marconi e por de Forest, para uso restrito de experimentação, mas também por amadores, de modo a garantir a questão comercial. Mas, Marconi ficou com o direito de venda exclusiva dos díodos de vácuo, por cedência de de Forest.

Depois desta vitória “injusta” nos tribunais, Marconi iniciou a venda dos triodos fabricados por Moorhead Labs, como é bem visível no cartaz da figura, juntamente com as referências às patentes de Fleming e de de Forest.

Um conflito sem vencedores nem vencidos? Uma espécie de “... e viveram felizes para sempre”? Ou mais uma “trégua” até ao próximo conflito?



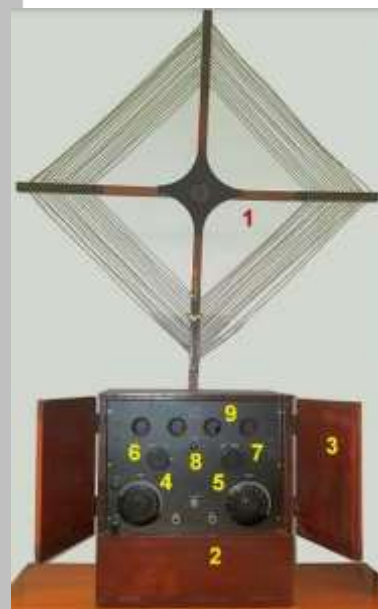
losers after all. But once again, the dynamics of history seemed to complicate the reading of the outcome of the patent conflict: during World War I other manufacturers were responsible for major advances in the development of triodes and patented them.

And so, very quickly, in July 1919, an agreement was reached between Marconi and de Forest, which allowed the conflict to be unblocked. From then on, MOORHEAD laboratories would manufacture the triodes. These would be used by MARCONI and de Forest for restricted experimental use, and also by amateurs, in order to ensure the commercial issue. But Marconi kept the exclusive sale right of the vacuum diodes.

After this "unfair" victory in the courts, Marconi began selling the triodes manufactured by Moorhead Labs, as is clearly visible on the poster in the picture, along with references to Fleming's and de Forest's patents.

A conflict with no winners, no losers? A kind of "... and they all lived happily ever after"? Or just another "truce" anticipating the next conflict?

Lee de Forest - Radio D10
Museu Faraday
[See Faraday News n. 4](#)



Moisés Piedade
Prof. do IST (aposentado)
Investigador do INESC

Carlos Fernandes
Prof. do IST (aposentado)
Investigador do IT



Prof. Borges da Silva
(1934 -2021)

Nesta edição do FN, recordo o Professor Borges da Silva. Não o vou fazer citando dados biográficos e factos importantes da sua vasta carreira como um académico incontornável da história do IST. Há com certeza muitos colegas que o fariam com mais rigor e com mais propriedade. Farei sobretudo uma revisitação da forma como os nossos percursos se foram cruzando ao longo de mais de 4 décadas. A ordem cronológica dos factos perde um pouco a importância e não será regra neste relato.

Conhecemo-nos em outubro de 1979, quando, após eu ter ganho a vaga de um concurso para assistente da Secção de Eletrotécnica Teórica e Medidas Elétricas (SETME), me recebeu para dar as boas-vindas. Havia um formalismo no ar que me amedrontou inicialmente, mas que quase logo se dissipou. A conversa tida, de forma produtiva e correta, tinha como objetivo conhecer o novo membro de parte da sua “família”, apercebi-me mais tarde. Não, aquilo não era seguramente um processo meramente burocrático. “Pois, o Fernandes fez muito mal”, foi a afirmação proferida ao ter-lhe dito que, após ter tido aulas com uma leitora de alemão na Universidade de Luanda durante os meus dois últimos anos como estudante, tinha abandonado o estudo desta língua.

A SETME tinha nessa altura um grande número de docentes, muitos deles com dedicação exclusiva e que, por essa razão, teriam de obter o grau de doutor, de acordo com o Estatuto da Carreira Docente Universitária (ECDU) em vigor a partir de outubro de 1979. Havia nessa altura três áreas fundamentais de docência na SETME, todas sob a responsabilidade do

Um homem para todas as épocas

A man for all seasons

In this edition of FN, I remember Professor Borges da Silva. I will not do so by citing biographical data and important facts of his vast career as an outstanding academic in IST's history. There are certainly many colleagues who would do that more rigorously. It will be a revisitation of the way our paths crossed over more than four decades ago. The chronological order of the facts be unimportance and will not be the rule in this text.

We met in October 1979, when, after winning a vacancy in a competitive examination for assistant in the Section of Theoretical Electrotechnics and Electrical Measurements (SETME, in Portuguese), I was welcomed by him in his office. There was a formalism in the air that frightened me at first, but which dissipated suddenly. The conversation which run productively and correctly, had the purpose of him knowing the new member of part of his "family". No, this was certainly not a merely bureaucratic process. "Yes, Fernandes that was the bad option," was the statement he made when I told him that, after having taken classes with a German teacher at the University of Luanda during my last two years as a student, I had abandoned the study of this language.



Professor Borges da Silva. Em 1982, duas delas continuaram sob a responsabilidade do Professor Borges da Silva. A outra, ligada à Eletrónica, passou a ter como responsável o Professor Humberto Santos. Foi nesta que me inseri. Em sentido figurado, diria que a minha história comum com o Prof. Borges da Silva seria não um Itinerário Principal mas mais um Itinerário Complementar.

O meu primeiro contacto com as “artes letivas” do Professor Borges da Silva surge apenas no final dos anos 80 / princípio dos anos 90 durante as ações de formação realizadas para os docentes mais novos da SETME. Para além do facto em si, muito vanguardista para a época, o que me fascinou desde logo foi o modo esmerado das suas análises do mundo físico, utilizando com um rigor fora do vulgar a matemática como linguagem. E foi assim que este grande pedagogo começou a contribuir de forma indubitável para alicerçar de forma mais sólida os meus conhecimentos em eletromagnetismo e em tornar menos herméticas áreas como a Álgebra de Clifford ou o formalismo matemático usado na Mecânica Quântica.

Mas, como me diria mais tarde de diversas formas e em contextos muito distintos, “A arte está em saber tornar claro aquilo que é de facto complexo. O que não é fácil de fazer, num universo de ouvintes usuais, que não estão preparados para assimilar com facilidade. Tornar fácil o que é complexo é outra coisa que não arte. É malabarismo!”



Museu Faraday

1894 - Permeâmetro Magnético de Koepsel /
Koepsel Magnetic Permeameter.

[See Performance Test made by NIST \(1914\)](#)

At that time SETME had a large number of teachers that would have to obtain a doctoral degree, in accordance with the University Teaching Career statutes. In the beginning, there were three fundamental teaching areas at SETME, all under the responsibility of Professor Borges da Silva. In 1982, two of them remained under the responsibility of Professor Borges da Silva. The other one, connected to Electronics, became under Professor Humberto Santos' responsibility. I was included in the latter. Metaphorically, I would say that our common history would not be a Primary Distribution Road (PDR) but rather a District Distribution Road (DDR)

My first contact with the "teaching arts" of Professor Borges da Silva appears only in the late 80s during sessions specially held for the younger teachers of SETME. Besides the fact itself, very avant-garde for its time, what really fascinated me was the straightforward way he analyzed the physical world, using, with unusual rigor, mathematics as a language. And this was how this great pedagogue started to contribute to a more robust knowledge in electromagnetism and to make areas such as Clifford's Algebra or the mathematical formalism used in Quantum Mechanics less hermetic.

But, as he would later say in various ways and in very different contexts, "The art lies in knowing how to make clear what is in fact complex. Which is not easy to do, in a universe of usual listeners, who are not prepared to assimilate easily. To make easy what is complex is something other than art. It's juggling!"

And speaking of art, it comes to my mind that from 2015 on, already in the final stretch of my academic career, I started to be connected to a wider world, which would culminate in 2017 with the official opening of the Faraday Museum. Art, more than a fascinating area, became part of my mandatory subjects. Professor Borges da Silva was retired at the time. Our contacts were made more by e-mail. On the 23rd of December 2017, following the sending of photos of Henrique Nogueira's works, collaborator since the beginning of

E por falar em arte, vem-me à lembrança que a partir de 2015, já na reta final da minha carreira académica, passei a estar ligado a um mundo mais vasto, que culminaria em 2017 com a abertura oficial do Museu Faraday. A arte, mais do que uma área fascinante, passou a fazer parte dos meus assuntos obrigatórios. O Professor Borges da Silva encontrava-se reformado nessa altura. Os nossos contactos faziam-se mais por correio eletrónico. E foi assim que a 23/12/2017, no seguimento do envio de fotos de trabalhos de Henrique Nogueira, colaborador desde a 1ª hora do FN e do MF, me surpreendi (afinal de contas porquê?) com a resposta “Temos artista!”

Uns anos antes, a 28/9/2014, em resposta a uma mensagem que lhe enviei por correio eletrónico com uma fotografia tirada em França de uma estátua de La Fontaine, manifestou-se deste modo

“... Muito agradecido também pela foto da estátua de La Fontaine, cuja fábula tem agora mais um personagem: “ o Carlos” e a raposa parece dizer-lhe: J’admire ton audace. Arrache lui le fromage je t’en prie! Et bien sûr, n’oublie pas de me donner au moins la moitié“

O que transparece da resposta é a sua ligação à cultura. É conhecida entre os mais chegados a importância que determinadas línguas tiveram para si. O alemão, já anteriormente citado, para acesso mais imediato às fontes. O latim, porque reconhecer as origens era para si meio caminho andado para entender a identidade. E francês, porque sim. Questão de bom gosto e de um certo requinte. A arte está provavelmente na forma de nos surpreender a cada momento. Afinal, há muitos anos que me apercebera que a personalidade do Professor Borges da Silva não estava de todo formatada.

Ter sido o primeiro doutorado que foi orientado pelo seu primeiro doutorado afastou-me um pouco, por um lado, das suas lições de saber, por outro, fez-me ganhar o estatuto de ser o primeiro “neto” da árvore genealógica da família dos seus sucessores. Os avós

FN and MF, I was surprised (and why, after all?) with his response "We have an artist!"



*Faradaynews 1- cover by Henrique Nogueira /
capa por Henrique Nogueira*

A few years earlier, on the 28th September 2014, following a message I emailed him with a picture taken in France of a statue of La Fontaine, he answered this way

"Thanks for the photo of La Fontaine's statue, whose fable now has one more character: "Carlos" and the fox seems to tell him:

« J’admire ton audace. Arrache lui le fromage je t’en prie! Et bien sûr, n’oublie pas de me donner au moins la moitié“

What comes through in the answer is his connection to culture. It is well known among those close to him how important certain languages were to him. German, already mentioned before, for a more immediate access to sources. Latin, because, as he always referred, recognizing the origins was halfway to understanding its identity. And French, because ... yes. A matter of good taste and a certain refinement. Art is probably the way he surprised us at every moment. After all, I had realized many years ago that the Professor's personality was not at all formatted.

são sempre mais permissíveis na educação, baixando um pouco as guardas e permitindo uns certos avanços do lado dos “netos”. Estou em crer que esse estatuto e “distanciamento” permitiram cruzar os nossos percursos de forma invulgar. Itinerário Principal ou Complementar?

Fui algumas vezes a casa do Professor. O pretexto era de somenos importância. Ambos sabíamos que ele procurava uma ponte com aquela que foi a sua casa desde sempre e que eu procurava momentos de puro fascínio com conversa sobre o que nos passasse pela cabeça. O desenrolar do encontro seria seguramente um não problema. Nessas ocasiões o MF teve um lugar especial. Mostrar de forma interativa grande parte do património da escola fazia parte da sua alma. Ao contar-lhe a forma como foram encontrados pelo Moisés e por mim os contadores de energia fechados nas maravilhosas bancadas do Laboratório de Medidas Elétricas, o seu comentário foi curto, mas com um sorriso maroto nos olhos: “Porque não me perguntaram?”.

O ambiente descontraído, fazia com que o “neto” se excedesse. E aí voltava o Professor que eu conhecera na SETME. Não me esqueço da exclamação exaltada “Por amor de Deus, meu caro Ferreira Fernandes!” quando



Museu Faraday

Bússola ou Variómetro de Indutância ? /
Compass or Variometer Coil?

I was the first Ph.D. who was supervised by his first Ph.D supervisee. On one hand, this fact distanced me a little from his lessons on knowledge; on the other hand, it gave me the status of being the first "grandchild" in the family tree of his successors. Grandparents are known as more permissible on education, letting their guard down a bit and allowing a certain free rein on the grandchildren's side. I believe that this status and "distance" led to an unusual way of crossing our paths. PDR or DDR?

I went to the professor's house a few times. The pretext for these visits were, in fact, a non-problem. We both knew that he was looking for a bridge with the place where he spent the most of his life, and that I was looking for moments of pure fascination to talk about whatever was on our minds. The unfolding of the encounter would surely be fluid. MF was a special theme during those visits. Showing interactively the school's heritage was something that had always touched him deeply. When I told him how Moises and I had found the energy meters locked in the wonderful benches of the Electrical Measurements Laboratory, his comment was short, but with a sly smile in his eyes: "Why didn't you ask me?".

The relaxed atmosphere made the "grandson" go sometimes overboard. And then the professor I had met at SETME would appear. I don't forget his exalted exclamation "For God's sake, my dear Ferreira Fernandes!", when I told him that in one of the museum's visitor's routes we had placed that "kind of compass", referring to one of our treasures, a beautiful galvanometer. Once the "disagreement" was overcome, a conversation about different types of galvanometers followed.

On my visits, I was always looking for something that was related to his story or that fell within the field of his interests. Invariably I would bring him a book. But never a scientific gem that he mastered at all. Pure strategy of my side. One should always keep some trump cards in one's hand." Fernandes is always caring for my culture".

Ihe contei que num dos percursos para os visitantes do museu tínhamos colocado aquela “espécie de bússola”, ao referir-me a um belo galvanómetro, uma das preciosidades do acervo do MF. Sanada a “desavença”, seguiu-se uma conversa sobre diversos tipos de galvanómetros.

Nas minhas visitas, procurava sempre algo que estivesse relacionado com a sua história ou que se inserisse no campo dos seus interesses. Invariavelmente levava-lhe um livro. Mas nunca uma preciosidade das áreas científicas que ele dominasse de todo. Estratégia minha. Devemos manter sempre alguns trunfos na mão.” O que vale é que o Fernandes está sempre a zelar pela minha cultura”. Mais uma vez com o ar mais inocente do mundo. O que quisera ele dizer com aquilo? A vantagem de não me ter esclarecido, é que posso escolher a resposta que quiser.

Numa das visitas, levei uma cópia da caricatura feita pelos alunos finalistas do curso de Engenharia Eletrotécnica no IST de há vários anos atrás. Interessantes as palavras usadas pelos editores do livro para descrever o Professor Borges da Silva. Sabedoria. Calma. Razão. Método. Na caricatura feita achei muito curiosas as frases que foram utilizadas para alguns adereços: “Injeções de Sapiência”; “Enciclopédia Alemã”. Disse-lhe que o documento original, fonte da caricatura, estava guardado no MF. Ficou muito satisfeito. Disse-lhe então que, conhecendo-o eu há tanto tempo, não tinha uma cópia da sua prova de doutoramento. Registou. Passado alguns minutos, deixou-me na sala, foi ao seu escritório e trouxe não uma mas duas teses. “Pode levar este exemplar para o Professor Moisés? Discrição, atenção e educação, tudo de uma vez.

“O senhor das letras góticas” é talvez a designação que ouço mais frequentemente associada ao Professor Borges da Silva. O uso de letras góticas foi a forma que o Professor escolheu (não foi invenção sua) para que os vetores fossem descritos sem margem para dúvidas e que era usada na altura em que o ensino presencial re-

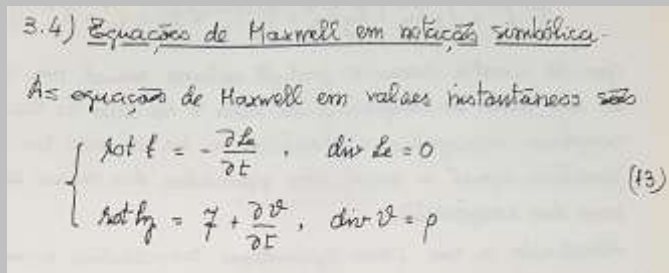
Again with the most innocent air in the world. What did he mean by that? The advantage of not having been clarified is that I can choose the answer I want.

On one of the visits, I took along a copy of the caricature made several years ago by the final year students of the Electrotechnical Engineering course at IST. Curious words were used by the editors of the book to describe Professor Borges da Silva: Wisdom; Calmness; Reason; Method. Some expressions could be read in the caricature drawing: "Injections of Sapience"; "German Encyclopaedia". I told him that the original document, where the caricature was included, was kept in FM. He was very pleased. I then told him that, knowing him for so long, I didn't have a copy of his doctoral thesis. He took note. After a few minutes, he left me in the room, went to his home office and brought not one... but two thesis. "Fernandes would you please give this copy to Professor Moisés?" Discretion, attention and education all at once.



*Prof. Borges da Silva
Caricaturated by students /
Caricaturado pelos alunos*

corria aos quadros negros e ao uso de giz, ou quando os apontamentos eram manuscritos. Mais tarde, com acesso a outras ferramentas foi possível usar outras formas rigorosas de o fazer.



Equações de Maxwell escritas com letras góticas /
Maxwell equations written using gothic letters

Os apontamentos mais recentes do Professor para as mesmas disciplinas deixaram de usar as letras do alfabeto gótico alemão. Não foi um erro, nem um capricho, nem, mais uma vez, foi uma invenção sua. Continuou igual a ele próprio: o saber usar as ferramentas disponíveis na altura para partilhar conhecimento de forma clara e inequívoca.

Estava eu no final da minha dispensa de serviço docente e necessitei de utilizar o computador Tektronix que estava no gabinete do Professor Borges da Silva. Que todos designávamos por Sala da Ciência. Com a sua autorização, ficava a trabalhar até muito tarde na Sala da Ciência, tendo feito milhares de simulações de Monte Carlo, cujos resultados fizeram mais tarde parte da minha dissertação de doutoramento. Houve uma noite em que resolvi deixar a máquina ligada, tendo em mente o cuidado de chegar mais cedo no dia seguinte para a desligar antes da chegada do Professor. Acontece, que nesse dia o Professor chegou mais cedo do que habitualmente. Quando eu estava a desligar o computador com ele já no seu gabinete, apenas disse “Fernandes, quando estiver a retirar resultados sem a sua presença, evite a possibilidade de perder os resultados todos. Faça uma gravação de tudo de hora a hora, por exemplo”. Duas lições de uma só vez. E eficazes.

The lord of Gothic letters is perhaps the name I most frequently hear associated with Professor Borges da Silva. The use of Gothic letters was the form that Professor chose (it was not his invention) so that the vectors could be described with no room for doubt and that was used at the time when face-to-face teaching resorted to blackboards and the use of chalk, or when the notes were handwritten. Later, it was possible to use other rigorous ways of doing this. The Professor's more recent theoretical notes on the same subjects no longer use the German Gothic alphabet. This was not a mistake, nor a whim, nor, again, his invention. He remained the same as always: knowing how to use the tools available at the time to share knowledge clearly and unambiguously.

When I was at the end of my teaching leave I needed to use the Tektronix computer that was in Professor Borges da Silva's office, which we all called the Science Room. With his permission I began working in the Science Room, having done thousands of Monte Carlo simulations, whose results were later part of my PhD dissertation. One night I decided to leave the machine on, having in mind to arrive early the next day to turn it off before Professor's arrival. On the day after, Professor Borges da Silva arrived earlier than usual. When I was turning off the computer with him already in his office, he just said "Fernandes, avoid the possibility of losing all the results, making periodically a recording of everything". Two effective lessons in one go.

At my Agregation exam in 2004, I was particularly anxious and uneasy about having him as examiner in the panel. Despite having known him for more than two decades, I had never had him as an examiner. In the last proof of my academic life I finally had him. He was known for not favoring the "family". On the contrary. At the end of the proof, which went on calmly, it came the question: "Fernandes, looking at the recommended bibliography for the curricular unit you are proposing, I am left with a doubt: do you really think the students will read this set of publications?"

Nas minhas provas de agregação, em 2004, eu estava particularmente ansioso e inquieto por tê-lo como arguente numa das etapas das provas: a apresentação de uma unidade curricular. Apesar de o conhecer há mais de duas décadas, eu nunca o tinha tido como arguente de provas académicas. Na última prova da minha vida académica eis que o encontro. E ele era conhecido por não favorecer os elementos da “família”. E no final desta etapa, que se foi desenrolando sem perturbações, veio a questão: “Fernandes, olhando para a bibliografia aconselhada para a UC que propõe, fiquei com uma dúvida: acha mesmo que os alunos vão ler este conjunto de publicações?”.

Não fiz parte do conjunto de docentes orientados pelo Professor Borges da Silva. Conjunto que não é constituído por um número que esmague. Mas faço parte de um conjunto de docentes mais lato que foram marcados pelo Professor Borges da Silva. Ao longo de várias gerações. Daquele conjunto que absorveu a importância de partilhar com rigor. Absorveu e mostrou-o fazendo. A excelência do Professor Borges da Silva reside fundamentalmente em ter mostrado na prática há mais de 50 anos aquilo que acreditava ser a partilha do conhecimento no seio de uma escola. A capacidade de combinar conhecimentos teóricos com competências práticas.

A análise de um currículo em termos meramente quantitativos pode até nem ter muito sentido. Mas aquilo que inspira nos seus “descendentes” é, na minha perspectiva, muito mais importante para definir a vida de uma pessoa diferente. E o Professor Borges da Silva é uma pessoa singular e incontornável no universo do IST.

Itinerário Principal ou Itinerário Complementar? Não interessa, o verdadeiramente importante para mim é que houve percursos desta estrada em que viajámos juntos.

Ao recordar o Professor Borges da Silva nesta edição do FN, vem-me à memória uma parte de um texto de Tolentino Mendonça, “ Abraço que nunca chegou a acontecer mas a que voltamos interiormente vezes sem conta”.

I was not part of the set of teachers supervised by Professor Borges da Silva. A set that is not made up of an overwhelming number. But I am part of a wider group of teachers who were marked by Professor Borges da Silva over several generations. The set that absorbed the importance of sharing with rigor and showed it by doing it. Professor Borges da Silva's excellence lies fundamentally in having shown in practice, more than 50 years ago, what he believed to be the sharing of knowledge within a school. The ability to blend theoretical knowledge with practical skills.

Analyzing a CV in purely quantitative terms may not even make much sense. In my perspective, the most important in the definition of a singular character is what she/he inspires in her/his "offspring". I have no doubt, that Professor Borges da Silva is a unique and unavoidable person in the IST universe.

PDR or DDR? What really matters to me is that there were routes on this road where we traveled together.

While remembering Professor Borges da Silva in this FN issue a text by Tolentino Mendonça comes to my mind, "An embrace that never happened but to which we return inwardly over and over again".



Museu Faraday - Prof. Borges da Silva
Some of galvanometers stored /
Alguns galvanómetros guardados



Saber ou Fazer! Conflito? *Know or Do! Conflict?*

Recentemente faleceu um dos professores do IST que mais me influenciaram: o Professor Francisco Borges da Silva. Não era um professor “cool” como os alunos de hoje gostam de classificar os professores. Falava sem olhar os alunos. Mas, para mim, era pedagogicamente equilibrado na maneira como transmitia os seus excepcionais robustos conhecimentos teóricos e práticos. Com uma segurança que é apanágio de quem já ter feito, que me fez acreditar que eu estava no curso certo de engenharia eletrotécnica.

O meu interesse pela engenharia

Sempre vi a engenharia como uma formação para criar e fazer coisas. Aprendi muita coisa como autodidata e tinha sempre em vista tentar melhorar a minha capacidade de realização e de aplicação dos conhecimentos adquiridos.

Nasci numa aldeia pobre, isolada, sem água, eletricidade e as condições mínimas de vida. Se queria brinquedos tinha de os fazer. A minha única fonte de conhecimento era a carrinha da biblioteca itinerante da Fundação Gulbenkian que, de 15 em 15 dias, lá aparecia. Os livros que me fascinavam eram os que tinham a ver com invenções como a eletricidade, a lâmpada elétrica, a fotografia, o cinema, e a rádio, coisas a que eu não tinha acesso.

As minhas áreas preferidas eram, pois, a mecânica, a fotografia, o cinema (realização) e a eletrotécnica. Na eletrotécnica, a rádio exercia sobre mim um grande fascínio e, ainda, no ensino secundário, onde andei por cursos que ensinavam a fazer coisas, no início dos anos 60, construí rádios, e também amplificadores de áudio

***R**ecently, one of the professors of Instituto Superior Técnico (IST) who influenced me the most passed away: Professor Francisco Borges da Silva. He was not a "cool" teacher, as students nowadays like to classify their teachers. But, for me, he was pedagogically balanced, in the way he transmitted his exceptional robust theoretical and practical knowledge. A person with an assurance that is characteristic of those who had already done (the things reported) and, simultaneously, made me believe that I was in the right course of electrical engineering.*

My Interest in engineering

I always saw engineering as training to create and make things. I learned a lot of things as a self-taught person and looking after to improve my ability to make things and apply the knowledge I had acquired.

I was born in a poor, isolated village, without water, electricity and the minimum living conditions. If I wanted toys I had to make them. My only source of knowledge was the Gulbenkian Foundation's itinerant library van that appeared every two weeks. The books that fascinated me were the ones about inventions mainly related to electricity, the electric light bulb, the radio, things I didn't have access to.

My favorite areas were mechanics, photography, cinema (directing), and electrical engineering. In the latter case, radio always fascinated me. In the early 1960's, during courses in high school, where I took courses that taught how to make things, I built radios, audio amplifiers and loudspeakers.

I ended up going to the Industrial Institute of Lisbon, IIL, where I attended the course in Electrical Engineering and Machines, where I studied for two years. There, I noticed that the desks we were sitting on had cast iron legs with several branches where the name IST appeared. Get excited because IST did things. I decided to come to Electrical Engineering and the last

e colunas de altifalantes.

Acabei por ir ter ao Instituto Industrial de Lisboa, IIL, onde frequentei o curso de Eletrotécnica e Máquinas, onde estudei dois anos. Reparei que as carteiras onde nos sentávamos tinham umas pernas de ferro fundido com vários ramos onde apareciam as letras IST. Fiquei entusiasmado porque o IST fazia coisas. Decidi vir para Engenharia Eletrotécnica e o último ano foi feito em simultâneo com o primeiro ano de Engenharia Eletrotécnica na Faculdade de Ciências que ficava perto do IIL. Decidi vir para o IST, para o 2º ano de Eletrotécnica, em 1966.

Foi no IST que encontrei colegas com *hobbies* e interesses comuns em áudio Hi-Fi e rádio. Construíamos os nossos equipamentos, muitas vezes nos tempos livres, usando as oficinas de mecânica do IST. O meu emissor de VHF a válvulas, que se encontra no Museu Faraday, foi construído nessa altura. As nossas emissões eram clandestinas mas, conjuntamente com outros alunos do IST e jovens amigos externos ao IST, decidimos tirar a carta de radioamador para estarmos em condições legais. O meu indicativo era CT1ZO. Nessa época eramos vistos pelos outros radioamadores como [“O Gangue de VHF”](#), pois construíamos e operávamos equipamentos nas frequências mais altas possíveis, na época. Alguns desses amigos são agora voluntários do Museu Faraday, como o Jorge Amarante, o Albano Santos e o Rui Louro. Inicialmente usávamos válvulas eletrónicas, mas começaram a aparecer transístores que nos permitiam fazer recetores de baixo ruído em VHF e UHF, como, por exemplo, o transístor de junção de efeito de campo, JFET, MPF102 que apareceu em 1968 e que era o nosso “cavalo de batalha”.

Para frequências mais elevadas, os amplificadores de baixo ruído a transístores tinham muitas limitações, mas o mais avançado era uma tecnologia alternativa completamente diferente - os amplificadores paramétricos. Estes amplificadores lineares são baseados em não linearidades e são alimentados com

year was done simultaneously with the first year of Electrical Engineering at the Faculty of Sciences that was close to the IIL. I decided to come to IST, for the 2nd year of Electrotechnics, in 1966.

It was at IST that I met colleagues with common hobbies and interests in Hi-Fi audio and radio. We built our own equipment, often in our spare time, using IST's mechanical workshops. My valve VHF emitter, which is in the Faraday Museum (FM), was built at that time. Our emissions were clandestine. Together with other IST students and some friends that were from outside to IST, I decided to get a radio amateur license, in order to be in legal conditions. My call sign was CT1ZO. At that time we were seen by other radio amateurs as [“The VHF Gang”](#), because we built and operated equipment in the most possible range of frequencies at the time.

Some of these friends are now volunteers at the Faraday Museum, like Jorge Amarante, Albano Santos and Rui Louro.

Initially we used valves, but transistors began to appear that allowed us to make low-noise receivers at VHF and UHF, such as the MPF102 field-effect junction transistor (JFET), which appeared in 1968 and constituted our “warhorse”.

Low-noise transistor amplifiers had many limitations at higher frequencies; but the most advanced was an entirely different alternative technology – the parametric amplifiers. Are based on nonlinearities and are radio-frequency powered. They convert alternating power from the radio frequency supply to signal. But the theory and practice of making these amplifiers were unknown to us.

Theoretical Electrotechnics at IST

At IST I had the opportunity to cement some theoretical concepts and add it to my practical experience in the

Museu Faraday

1970 - VHF Transmitter / Emissor de VHF

Moisés Piedade



radiofrequência. Fazem conversão da energia alternada da alimentação de radiofrequência para o sinal, mas a teoria e a prática de fazer esses amplificadores eram para nós desconhecidas.

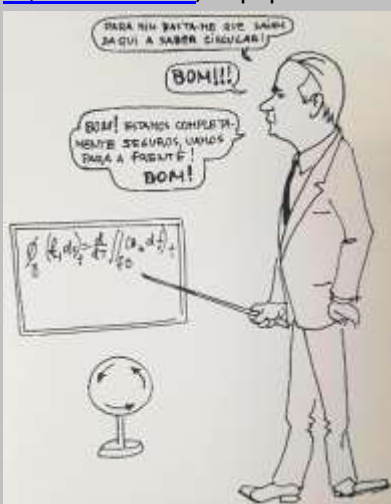
A Eletrotecnia Teórica no IST

No IST tive a oportunidade de cimentar alguns conhecimentos com um rigor que me faltava, apesar da minha experiência prática.

Na disciplina de Eletrotecnia Teórica I tive como docente o Professor Ferrer Moncada, no seu último ano de leção, que tinha como assistente o Professor Borges da Silva.

Numa das excelentes aulas teóricas desta disciplina assistimos a uma experiência de demonstração feita pelo professor Moncada, que foi das que mais me marcou na minha passagem pelo IST. A experiência consistia na demonstração do funcionamento de um motor AC síncrono cujo campo girante tem a mesma frequência da rede (gira sincronamente) mas que apresenta um escorregamento de fase quando carregado mecanicamente e o campo girante se atrasa em relação à fase da rede até o motor parar, um fenómeno muito semelhante ao da perda de sincronismo das malhas de captura de fase. As equações são complicadas, não me lembro delas, mas percebi o fenómeno físico em causa e agora rapidamente conseguiria recuperá-las. Uma boa experiência ou demonstração laboratorial ensina-nos muito, para toda a vida.

Para visualizar a desfasagem foi [usado o oscilógrafo de laços de medida](#), equipamento que agora temos no



Prof. Ferrer Moncada

Caricaturado pelos alunos / *Caricatured by students*

curricular unit Theoretical Electrotechnics I, I had as a teacher Professor Ferrer Moncada, in his last year of teaching, who had Professor Borges da Silva as an assistant teacher. In this first course we watched an excellent demonstration experiment made by Professor Moncada, one of the experiments that marked me most in my time at IST. It consisted in demonstrating the operation of a synchronous AC motor, whose rotating field has the same frequency as the network (it turns synchronously), but which presents a phase slip when mechanically loaded, causing the rotating field to lag behind the network phase until the motor stops: a phenomenon very similar to the loss of synchronism of phase-locked loops. The equations are complicated, I don't remember them. But I understood the physical phenomenon in question, which would quickly make it possible to recover the associated equations. A good experiment or laboratory demonstration teaches us a lot, and for life.

To visualize the lag, an optical oscillograph was used, equipment that nowadays belongs to the Faraday Museum, being used for a different demonstration. The motor is also at the Faraday Museum. It is our goal to repeat that remarkable experience and included it in demonstrations.

Theoretical Electrotechnics II was already taught by Prof. Borges da Silva and from the very first lectures I realized that this professor would give me the rigor of theoretical concepts that I needed to complete my skills in the experimental domain.

In the subjects taught by Prof. Borges da Silva, the laboratory work plans had to be copied by hand by the students from an existing copy in the Laboratory.



Oscilógrafo Seimens & Halske /

Oscillographe Siemens & Halske

[Ver / see video.](#)

Museu Faraday, aplicado numa demonstração diferente. O motor também se encontra no Museu Faraday e é nosso objetivo repetir aquela experiência e inclui-la em demonstrações.

A Eletrotecnia Teórica II já foi lecionada pelo Prof. Borges da Silva. Logo nas primeiras aulas percebi que este professor me iria dar o rigor dos conceitos teóricos que eu precisava para completar a minha formação experimental.

Nas disciplinas orientadas pelo Prof. Borges da Silva os planos de trabalho de laboratório tinham de ser copiados, à mão pelos alunos, a partir de um exemplar existente no Laboratório. Nesta época uma fotocópia custava o preço de 5 cafés, mas estou certo de que a intenção do Prof. Borges da Silva era certificar-se de que os alunos iam para o laboratório com o plano de trabalho lido e estudado.

Na minha passagem pelo IST encontrei professores que eram excelentes do ponto de vista pedagógico, mas que me deixavam a ideia de que não tinham experiência sobre as matérias que estavam a lecionar. Poucos professores me satisfizeram neste ponto de vista. Nas aulas do Prof. Borges da Silva eu fiquei com a certeza de que este era um professor que sabia “fazer” o que estava a ensinar. Com ele, clarifiquei os conceitos de tensão, de diferença de potencial e de força eletromotriz, de campo gradiente e de campo aplicado. Com ele, aprendi a interpretar e a analisar fenómenos nas linhas de transmissão, assuntos onde eu já tinha experiência.

Amplificadores Paramétricos e Circuitos Caóticos

Nesse ano soube que o Professor Borges da Silva ia fazer as provas de doutoramento e logo sobre um tópico que eu desejava aprender – os amplificadores paramétricos. Assisti às provas com outros colegas e ficámos entusiasmados. Ainda fiquei mais agradado quando percebi que o Professor Borges da Silva tinha construído, com as próprias mãos, os sistemas apresentados na tese, nas oficinas do IST. O seu rigor não lhe permitia encomendar as peças aos funcioná-

In these times a photocopy cost the price of 5 coffees, but I am sure that Prof. Borges da Silva was to make sure that the students went to the laboratory with the studied work plan read.

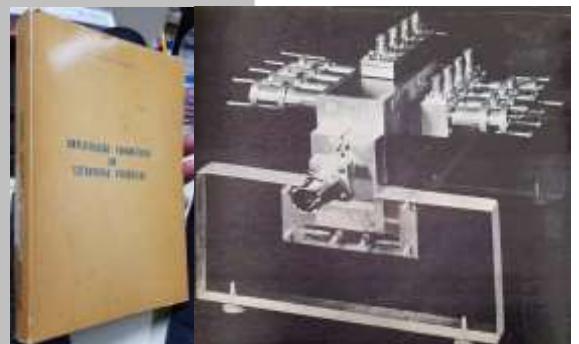
When I was a student at IST, I met professors who were excellent from a pedagogical point of view, but who left me with the impression that they had no experience in the subjects they were teaching. Few professors satisfied me from this point of view. In Prof. Borges da Silva's lectures, I was sure that he was a teacher who knew how to "do" what he was teaching.

With him I clarified the concepts of voltage, potential difference and electromotive force, gradient field and applied field

From him I learned how to interpret and analyze phenomena in transmission lines, subjects where I already had experience.

Parametric Amplifiers and Chaotic Circuits

That year I learned that Engineer Borges da Silva was going to present his PhD viva on a topic that I wanted to learn about - parametric amplifiers. I attended the viva with other colleagues and we were excited about the topic.. I was even more pleased when I realized that Professor Borges da Silva had built, with his own hands, the systems presented in the thesis, in the IST's workshops. His rigor did not allow him to order the



1968 – Prof. Borges da Silva

Parametric amplifier with resonant cavities /

Amplificador paramétrico com cavidades ressonantes
parts to the workshop employees because they could bring errors that would cause problems in the experi-

rios das oficinas pois poderiam trazer erros que lhe causariam problemas nos resultados experimentais.

Recentemente, eu e o Prof. Carlos Fernandes encontramos as peças que o Prof. Borges da Silva usou na sua tese e guardámo-las no Museu Faraday. É minha intenção reconstruir o sistema. O Carlos manteve sempre contacto com o Professor Borges da Silva, telefonando e visitando-o frequentemente. Numa das visitas, contou ao Professor Borges da Silva que no MF tencionávamos reconstruir o sistema da sua tese. Amavelmente ofereceu-nos um exemplar autografado da sua tese de doutoramento.

Em 1970, na avaliação da cadeira de Electrónica Aplicada II, para além das classificações dos testes e exame final, havia um trabalho final proposto pelos docentes. Propus fazer um trabalho sobre amplificadores paramétricos em micro-ondas e constituí um grupo que incluía os meus colegas Edgar Ataíde e Aníbal Botinas Mendes. Tivemos a classificação máxima.

Na sequência deste trabalho o Professor João Figanier atribuiu-me uma bolsa e, conjuntamente com o José Mariano Gago fizemos trabalhos em micro-ondas usando microstriplines. Estes trabalhos constituíram o nosso relatório de estágio para a Ordem dos Engenheiros.

A secção de Electrónica do IST convidou-me para professor assistente em outubro de 1971, onde viria a encontrar mais uma das minhas referências: o Professor Luís Borges Teixeira, também radioamador, que foi o professor mais culto em todos os domínios, que encontrei na minha passagem pelo IST.

A experiência em amplificadores paramétricos permitiu-me ajudar a Professora Ana Noronha, do Departamento de Física do IST, que fez o doutoramento em sistemas caóticos: fiz um demonstrador experimental que usou na sua dissertação.

Mais recentemente, em 2012, o Professor João Gois da Universidade Nova de Lisboa (UNL) convidou-me para júri de umas provas na UNL. Apercebi-me que tinha acabado de escrever [um livro sobre amplificadores paramétricos](#),

mental results. Recently, Carlos Fernandes and I found the parts he used in his thesis and kept them at Faraday Museum. It is my intention to reconstruct the system.

Prof. Carlos Fernandes has always kept in touch with Professor Borges da Silva, calling and visiting him frequently. On one of these visits he told Professor Borges da Silva that at MF we intended to reconstruct the system of his thesis. He kindly offered us an autographed copy of his doctoral thesis.

In 1970, the evaluation of the curricular unit Applied Electronics II was made taking into account the grades of the tests, of the final exam and of the final work proposed by the professors. I proposed a work about parametric amplifiers in microwaves, and I formed a group that included my colleagues Edgar Ataíde and Aníbal Botinas Mendes. We got the maximum classification. Professor João Figanier gave me a grant and, together with José Mariano Gago, we did microwave work using microstriplines. This work was our internship report to the Order of Engineers.

The Electronics section of IST invited me to be their assistant teacher in October 1971, where I would find another of my references: Professor Luís Borges Teixeira, who was the most erudite that I met during my life at IST. My experience in parametric amplifiers allowed me to help Professor Ana Noronha, from the Physics Department of IST, who did her PhD on chaotic systems: I made the experimental demonstrator that she used in her dissertation.

More recently, in 2012, Professor João Gois from Universidade Nova de Lisboa (UNL) invited me to participate in different dissertation discussions at UNL. I realized that he had just [written a book on parametric amplifiers](#), together with Professor João Oliveira, also from the amateur radio group. I told him that I had already worked on these subjects and he offered me a copy of the book. In Engineering there are never closed subjects: 50 years later, seeing from the perspective of monolithic integrated circuits, the same theories

conjuntamente com o Professor João Oliveira, também do grupo dos radioamadores. Referi-lhe que já tinha trabalhado nestes assuntos e ofereceu-me um exemplar do livro. Na Engenharia nunca há assuntos fechados: 50 anos depois, agora na perspetiva dos circuitos integrados monolíticos, as mesmas teorias têm aplicação prática.

O trabalho sobre transístores

Conjuntamente com outros assistentes na área de eletrónica do IST, por volta de 1971, preparámos um trabalho experimental, em que os alunos determinavam experimentalmente as características de um transístor no novo traçador de características Philips PM6507 que fora recentemente adquirido. Este trabalho era feito no 5º ano do curso, na disciplina final designada por Laboratório de Telecomunicações e Eletrónica.

Mais tarde, foi proposto um trabalho muito semelhante na secção de Eletrotécnica e de Medidas Elétricas (SETME), agora usando um traçador mais moderno, o Tektronix 576, numa disciplina do tronco comum. Ficámos um pouco frustrados e descontinuámos o trabalho sobre transístores. Talvez este trabalho estivesse mais bem feito do que aquele que tínhamos preparado e o Professor Borges da Silva achasse que o fazia melhor. Respeitámos esta opção a bem da formação dos alunos.

A calculadora científica Tektronix

Em 1978-79, como Assistente do IST, comecei a preparar as provas de doutoramento em filtros de alto desempenho. Tive de desenvolver um programa de análise de circuitos, em Fortran, no [célebre IBM 360](#), usando cartões perfurados. O programa destinava-se a: analisar/calcular a sensibilidade de coeficientes de filtros e a calcular índices de desempenho, que eu tinha proposto, para as várias topologias de filtros.

Eu levava mais de 2000 cartões perfurados num caixote metálico para o Centro de Cálculo, para duas horas depois poder ser “premiado” com a existência de erros

have practical application.

The work on transistors

Together with other teaching assistants in the Electronics area of IST, we prepared a lab work, where the experimental determination of the characteristics of a transistor in the Philips characteristic curve tracer, recently acquired, was made. This work was done in the 5th year of the course, in the final curricular unit called Telecommunications and Electronics Laboratory.

Later, a very similar work was proposed in the section of Electrotechnical and Electrical Measurements (SETME), now using a more modern curve tracer, the 577 Tektronix, in a common core curricular unit, that is, for a larger number of students. We got a little frustrated and we discontinued the work on transistors. Maybe this work was better than the one we had prepared and Professor Borges da Silva thought he could do it better. We respected this option for the sake of the students' education.

In 1978-79, as an Assistant at IST, I started preparing my PhD thesis on high performance filters. I had to develop a circuit analysis program, in FORTRAN recurring to the [well-known IBM 360](#), which used punched cards. The program was intended to: analyze/calculate the sensitivity of filter coefficients; and to calculate performance indexes that I had proposed.

I used to carry over 2000 punch cards in a metal crate to the Calculation Center, to be "rewarded" two hours later with errors in the instructions. It was an inglorious job. I keep this crate in the Faraday Museum, next to the card punching machine that we later recovered for the FM collection.

One day I was asked to contact SETME about a certain subject and I found Professor Borges da Silva programming a desktop scientific calculator, the [Tektronix 31](#) which had recently been manufactured in the USA (1973). I was stunned. While I was loading cards into the IBM360, there were professors at IST



Philips PM 6507 e /and Tektronix 576

nas instruções. Era um trabalho inglório. Guardo este caixote no Museu Faraday, MF, junto à perfuradora de cartões que recuperámos mais tarde para o acervo do MF.

Num certo dia pediram-me para contactar a SETME sobre um dado assunto, e encontrei o Professor Borges da Silva a programar uma calculadora científica de secretária, a [Tektronix 31](#) que fora fabricado recentemente (1973) nos EUA. Fiquei atónito. Enquanto eu carregava cartões para o IBM360, havia lá professores no IST a usar uma calculadora científica dotada de unidade de disquetes, gravação de dados em fita magnética, com um traçador gráfico associado e a [capacidade de ligar a instrumentos](#) externos. Quando iniciámos a construção do Museu Faraday, procurámos várias vezes esta calculadora até que a descobrimos. Reparámo-la e está a trabalhar. Temos os programas de muitos docentes da SETME que eram guardados em fita perfurada. Mais tarde vim a saber que a calculadora estava na chamada “Sala da Ciência”. Nome sugestivo para o que era afinal o gabinete do Professor Borges da Silva.

Abrangência científica do Professor Borges da Silva

E recordando o Professor Borges da Silva a programar microprocessadores; estava a fazer justiça à sua imagem de um professor extremamente rigoroso, que ensinava o que sabia fazer e que queria estar a par de todas as inovações tecnológicas.

Nos anos 80, já eu era investigador do [INESC](#), o [Professor Luís Vidigal](#) recebeu um pedido para estudar transformadores de alta tensão para os novos televisores a cores que a empresa [Standard Elétrica](#) pretendia desenvolver.



Computador da sala da ciência / *Computer on Science Room* (Museu Faraday)

1- Tek31; 2- Cartucho de fita; 3- Unidades de disquetes de 8"; 4- Disquete; 5- Porta série;
6- Traçador Gráfico; 7- Interface de Instrumentação.

using a scientific calculator with floppy disk drive, data recording to magnetic tape and an associated graphing tracer and the capacity to [connect to external instruments](#). When we started the construction of the Faraday Museum, we looked for this calculator several times until we found it. We repaired it and it is working now. We have the programs of many SETME members that were saved on a punched tape. Later I learned that the calculator was in the so-called "Science Room". A suggestive name for what was after all Professor Borges da Silva's office.

The scientific scope of Professor Borges da Silva

Remembering Professor Borges da Silva when he was programing microprocessors, I am doing justice to his image as an extremely rigorous professor, who taught what he really knew how to do and who wanted to be always up to date with all technological innovations.

In the 1980s, when I was already a researcher at [INESC](#), Professor Luís Vidigal received a request to study high-voltage transformers for the color televisions that the [Standard Elétrica](#) Company was planning to develop. [Professor Vidigal](#) wanted me to collaborate on the transformer part. I warned him that these transformers would be distributed and not of the Faraday transformer type or of concentrated parameters. In other words, I pointed out that this work required a person with a lot of experience to develop it. The only person that I knew at IST who could perhaps study this subject was Professor Borges da Silva. I was a little disappointed that Professor Borges da Silva didn't want to make that commitment, when Professor Vidigal contacted him. Maybe because it was a project required by a company. In my opinion, the knowledge developed at the University should be used to help solve industry problems.

In 2015, in the set of materials that we collected at IST to organize the Faraday Museum, we found some scientific equipment that was under the custody of Professor Borges da Silva. This equipment had been presented in an exhibition on galvanometers organized

O Professor Vidigal queria que eu colaborasse na parte ligada ao transformador. Alertei-o para o facto de esses transformadores serem distribuídos e não serem de parâmetros concentrados (tipo transformador de Faraday).

Este estudo requerer uma pessoa com muita experiência de circuitos de parâmetros distribuídos e de experiência prática. A única pessoa que eu conhecia no IST que talvez pudesse estudar esse assunto era o Professor Borges da Silva. O Professor Vidigal contactou então o Professor Borges da Silva. Fiquei um pouco desiludido por ele não querer assumir o compromisso. Talvez por se tratar de um projeto para uma empresa; na minha opinião o conhecimento desenvolvido na Universidade deve ser aproveitado para ajudar a resolver problemas da indústria.

Em 2015, na recolha de equipamentos que fizemos no IST para organizar o Museu Faraday, encontrámos alguns equipamentos científicos que estavam à guarda do Professor Borges da Silva e que tinham sido apresentados numa exposição sobre Galvanómetros, realizada no átrio do edifício central do IST, organizada pela Eng^a Teresa Pera e pelo Prof. Borges da Silva. Estes equipamentos fazem agora parte do espólio do Museu Faraday.

Recentemente, em 2016, descobrimos um conjunto de equipamentos de demonstração de micro ondas, feito nos EUA no final dos anos 50, princípio de 60, que permite fazer experiências em guias de ondas, com ondas estacionárias, testes de reflexão, refração e concentração de feixes de micro-ondas. Este conjunto pertencia ao Prof. Borges da Silva. Penso que serviu de base de experimentação para os seus trabalhos de doutoramento. No Museu Faraday estamos a preparar experiências de demonstração de propriedades das micro-ondas com este conjunto pedagógico herdado do Prof Borges da Silva.

No passado mês de dezembro, faleceu o Professor Borges da Silva, um dos professores que mais me influenciou na formação que adquiri no IST. Senti-me no dever de lembrar e recordar como me influenciou.

by Engineer Teresa Pera and Professor Borges da Silva, held in the atrium of the central building of IST. It is now part of the collection of the Faraday Museum.

Recently, in 2016, we discovered a set of microwave demonstration equipment, made in the USA in the late 1950s, that allows to do experiments in waveguides with stationary waves and several tests concerning reflection, refraction and concentration of microwave beams. This set belonged to Prof. Borges da Silva. I think it served as the experimental basis for his PhD work. We intend to use it in the MF: we are currently preparing a set of experiments to demonstrate some microwave properties.



Museu Faraday - Prof. Borges da Silva
[F.X.R. Inc. - Kit de Micro-ondas \(1962\)](#) / Microwave kit



Prof. João Francisco Borges da Silva
(1934 – 2021)

Last December, Professor Borges da Silva passed away. One of the professors who most influenced me in the training I acquired at IST. I felt it was my duty to remember how he influenced me.

Moisés Piedade
Prof. IST (aposentado)
Investigador Emérito do INESC
Diretor Honorário do Museu Faraday

Cucoismo / Cuckooism

Voando sobre um ninho de cucos
One flew over the cuckoo's nest



Voando sobre um ninho de cucos é o título português do filme "[One Flew Over the Cuckoo's Nest](#)", realizado em 1975 pelo realizador checo Milos Forman. O filme teve um enorme êxito comercial e conquistou todos os Óscares principais em 1976 (filme, realização, argumento e atores principais), o que já não acontecia desde 1944.

O filme é baseado no romance homónimo de Ken Kesey, denunciando a revolta contra uma sociedade em que se perdeu o sentido do humano e o valor da liberdade da psiquiatria no tratamento das doenças mentais. Curiosamente, o romance e o filme assentam numa anomalia: não existem ninhos de cuco.

O cuco é um mestre na arte de provocar conflitos dissimulados e invisíveis. O seu comportamento social, analisado numa perspetiva humana, é completamente irresponsável. O cuco não tem casa e invade a casa de outros, colocando lá os genes do que serão os seus filhos, sem que o proprietário legítimo se aperceba. O cuco filho cresce rapidamente e expulsa os outros irmãos, filhos legítimos dos proprietários, ficando como único herdeiro.

O cuco é um pássaro solitário de porte relativamente grande, chegando a atingir 20 a 40 cm de comprimento. O cuco tem um crescimento muito rápido: em apenas duas semanas atinge o tamanho de um cuco adulto e na sua juventude usa esta capacidade em proveito próprio. O cuco é exímio na arte da imitação de outros pássaros, o que lhe permite passar despercebido aos falcões e não ser presa destes. Também usa esta capacidade para assustar e atacar pássaros mais pequenos. Um retrato pouco animador.

Mas mais uma vez, há o outro lado do espelho. Na Floresta Negra (Alemanha), o cuco tornou-se na mascote da região como anunciador das horas nos chamados relógios de cuco construídos em madeira

Voando sobre um ninho de cucos is the Portuguese title of the film [One Flew Over the Cuckoo's Nest](#), made in 1975 by Milos Forman. The film was a huge commercial success and won all the main Oscars in 1976 (film, direction, screenplay, and main actors), something that hadn't happened since 1944.

The film is based on Ken Kesey's novel with the same title, describing the revolt against an increasingly inhuman society and calling into question the concepts of psychiatry's freedom in treating mental illness. Interestingly, the novel and the film are based on an anomaly: there are no cuckoo nests.

The cuckoo is a master in the art of provoking hidden and invisible conflicts. Its social behavior, analyzed from a human perspective, is completely irresponsible. The cuckoo has no home and invades other birds' houses, placing there the genes of what will be its children, without the rightful owner realizing it. The cuckoo son grows up quickly and expels the other brothers, the legitimate children of the owners, remaining as the sole heir.

The cuckoo is a solitary bird of a relatively large size, reaching up to 20 to 40 cm in length. The cuckoo is a very fast growing bird: in just two weeks it reaches the size of an adult cuckoo, and in its youth it uses this ability to its advantage. The cuckoo is skilled in the art of imitating other birds, which allows it to go unnoticed by hawks and not fall prey to them. It also uses this ability to scare off and attack smaller birds. A not very encouraging picture, and one that does not bode well.

But then again, there is the other side of the mirror. In the Black Forest (Germany), the cuckoo has become the region's mascot as the timekeeper in the so-called cuckoo clocks made of wood from the forests.

Cuckoo clocks were introduced by [Franz Anton Ketterer](#), who, in 1750, made adaptations to the wooden clocks



Voando sobre um ninho de cucos /
One flew over the cuckoo's nest



proveniente das florestas. Os relógios com som de cuco foram introduzidos por [Franz Anton Ketterer](#) que, em 1750, fez adaptações aos relógios da época feitos em madeira deixando-o com o formato atual do relógio cuco, mas ainda sem cuco. O som era feito por foies de ar acionados pelo mecanismo do relógio. No século XIX, os artesãos da Floresta Negra introduziram o muito apreciado pássaro cuco, associando o som cuu-coo ao pássaro que se exhibia nas horas certas (ver [Museu do Relógio alemão](#)).

Os cucos chegam tal como o FN5 em finais de Março a Portugal, com um canto que lhe dá o seu nome onomatopaico. E é assim que de modo menos aparatoso do que no sudoeste da Alemanha, o povo em Portugal, na sua sabedoria secular, regula o tempo, dizendo que “em tempo de cuco, pela manhã molhado e à noite enxuto” ou “se o cuco não vem entre março e abril, ou é morto ou está para vir”.

Diz-me quem és, e eu dir-te-ei qual o pássaro da tua personalidade. És mais a inteligência da coruja ou a coragem e determinação da águia? O pacifismo da pomba ou a conflitualidade do cuco?

Sim, porque dando-nos música com os seus cu-cus, o cuco mascara todo um parasitismo na sua conduta reprodutora. Os cucos não constroem os seus ninhos, preferindo habitar com os seus ovos o ninho feito por outras aves. Ao surgir a Primavera, o cuco macho, sendo solitário, lança o seu som cu-cu à espera que alguma fêmea responda para acasalar. Depois de acasalar o cuco macho procura outra fêmea para acasalar e vai à sua vida. As fêmeas abandonadas e solitárias procuram por ninhos alheios que tenham ovos parecidos com os delas. Quando encontram o lar ideal, esperam até que o ninho deixe de estar vigiado, [retiram um dos ovos do hospedeiro e substituem pelo seu](#). Uma verdadeira expropriação. O direito consuetudinário tratará do resto. Onde já ouvimos isto?



Cuca trocando o ovo /
Female cuckoo exchanging the egg
[Sir David Attenborough](#) - BBC

of the time, leaving them with the current cuckoo clock shape, but still without a cuckoo. The sound was made by air bellows driven by the clock mechanism. In the 19th century, craftsmen in the Black Forest introduced the much-loved cuckoo bird, associating the cuckoo sound with the bird showing off on the hours (see [German Clock Museum](#)).

The cuckoos arrive, like the Faraday News 5, in late March in Portugal, with a chirping that gives it its onomatopoeic name. And that's how, in a less ostentatious way than in southwest Germany, the people in Portugal, in their secular wisdom, regulate the weather, saying that "in cuckoo time, in the morning wet and in the evening dry" or "if the cuckoo doesn't come between March and April, either it's dead or it's arriving".

Tell me who you are, and I will tell you the bird of your personality. Are you more the intelligence of the owl or the courage and determination of the eagle? The pacifism of the dove or the conflictiveness of the cuckoo?

Yes, because with its cuckoo-coos, the cuckoo masks an entire parasitism in its reproductive behavior. The cuckoos do not build their nests, preferring to inhabit with their eggs the nest made by other birds. When spring comes, the male cuckoo, being a loner, lets out his cuu-coo sound waiting for some female to respond to mate. After mating, the male cuckoo looks for another female to mate with and disappears. The abandoned and lonely females search for others' nests that have eggs similar to their own. When they find the ideal home, they wait until the nest is no longer guarded, [remove one of the host's eggs and replace it with their own](#). A real expropriation. Customary law will take care



Eggs: normal and cuckoo egg



Cuckoo baby have fast growing

A cuca espalha os seus ovos por vários ninhos de outras aves deixando um em cada ninho para aumentar a probabilidade de sobrevivência dos seus filhotes. A cuca vai à sua vida e deixa o filhote à guarda do casal hospedeiro.

Estratégias bem montadas e com consequências futuras: os filhotes do cuco também já apresentam um estratagema de sobrevivência traiçoeiro pois, logo ao saírem dos ovos, são maiores do que os recém-nascidos e empurram para fora do ninho os autênticos filhos da ninhada, tomando-lhes o lugar ([veja aqui um cuco a arrumar a nova casa](#)).

O filho da cuca cresce tão rápido que ao fim de 12 dias os pais adotivos já não cabem no ninho, mas têm de trabalhar arduamente para alimentar o insaciável monstro.



O filho da cuca fica rapidamente tão grande que os pais adotivos tem de o alimentar fora do ninho. Os pais adotivos nem se apercebem de que o filho gigante não é da sua espécie. O “Cucoismo” parece levar vantagem por via genética. Mas, como sempre acontece quando se exagera, a Física se encarregará de, num processo dinâmico natural, dar uma certa justiça à evolução do mundo.

O Cucoismo não passará? A resposta não é segura, uma vez que mesmo no reino das aves [já há alguns seguidores](#) desta moda, muito embora menos astutos do que o cuco.

No entanto, a grande maioria das aves é muito trabalhadora e tem uma [enorme criatividade](#) na criação dos seus ninhos. Esperemos pois que os cucos deste mundo possam, por osmose, mudar alguns dos seus (maus) hábitos.

E pensávamos nós que os conflitos escondidos eram uma invenção muito antiga dos humanos...

of the rest. Where have we heard this before?

The cuckoo distributes its eggs over several other birds' nests leaving one in each nest to increase the probability of survival of its offspring. The cuckoo goes about its business and leaves the chick in the care of the host couple.

Well-conceived strategies with future consequences: the cuckoo's chicks also already have a treacherous survival strategy, because as soon as they hatch, they are bigger than the newborns and push the real offspring out of the nest, taking their place (see here a [cuckoo tidying up its new home](#)).



Baby cuckoo dumping host's egg / Bêbé de cuco expulsando ovo

The cuckoo's child grows so fast that after 12 days the foster parents no longer fit in the nest, although they have to work hard to feed the insatiable monster. The foster parents don't even realize that the giant son is not their own kind. "Cuckooism" seems to go well ahead genetically. But, as usual, Physics will, in a natural dynamic process, give a certain justice to the evolution of the world.

Won't Cuckooism pass? The answer is not certain, because even in the kingdom of birds there are already [some followers](#) of this fashion, although less cunning than the cuckoo.

Perhaps, given that the vast majority of birds are very hardworking and have an [enormous creativity](#) in creating their nests, the cuckoos of this world may, by osmosis, change some of their (bad) habits.

After all, hidden conflicts may be not an old invention of humans...

Portuguese "[Cuckoos Let Us](#)" band Song

Museu Faraday sem fronteiras / *without borders*

Ao longo de 2021, o Museu Faraday rompeu fronteiras, marcando presença em diferentes lugares, momentos, diálogos e distinções.

Quebrou fronteiras ao colaborar em espaços interdisciplinares de intercâmbio e debate. A 8 de janeiro de 2021, os Professores Carlos Fernandes e Moisés Piedade, diretores, fundadores e principais promotores do MF, participaram na iniciativa *Museus em Diálogo*, promovida pelo Museu Nacional de História Natural e da Ciência (MUHNAC). Esta iniciativa traduziu-se em conversas virtuais entre a Doutora Marta Lourenço, diretora do MUHNAC, e diretores e/ou antigos diretores de Museus de países de língua oficial portuguesa, que foram transmitidas em direto. A sessão com o MF está registada como Diálogo #14, encontrando-se disponível no canal do Youtube [MUHNAC/Youtube](https://www.youtube.com/channel/MUHNAC/Youtube).

Durante a pandemia, o termo “sem fronteiras” passou a ser sinónimo de voltar a rever amigos e familiares

Em abril, o MF juntou-se aos seus congéneres Museu das Comunicações e MAAT – Museu de Arte, Arquitetura e Tecnologia.

Na *Exposição sobre Válvulas Eletrónicas* organizada pela Fundação Portuguesa das Comunicações (FPC), no Museu das Comunicações, o MF marcou presença com uma demonstração de som de alta-fidelidade dos anos 50, em que o som é processado com sistemas baseados em válvulas eletrónicas. A exposição foi inaugurada em abril e manteve-se durante todo o ano de 2021.



HI-FI, 1950
Expo MF no MC / Expo MF at MC

Throughout 2021, the Faraday Museum broke boundaries, making its presence felt in different places, moments, dialogues, and distinctions.

Broke down borders by collaborating in interdisciplinary spaces of exchange and debate.



Walls / Muros

*On January 8, 2021, Professors Carlos Fernandes and Moisés Piedade, directors, founders and main promoters of FM, participated in the initiative *Museums in Dialogue*, promoted by the National Museum of Natural History and Science (MUHNAC).*

Virtual conversations between Dr. Marta Lourenço, director of MUHNAC, and directors and/or former directors of museums from Portuguese-speaking countries were broadcast live. The session with the FM is registered as Dialogue #14, and it is available on the channel [MUHNAC/Youtube](https://www.youtube.com/channel/MUHNAC/Youtube).

During the pandemic, the term "borderless" became synonymous with going back to see friends and family again.

In April, FM joined its counterparts the Museum of Communications and the Museum of Art, Architecture and Technology (MAAT).

*In the *Electronic Valves Exhibition*, organized by the Portuguese Communications Foundation (FPC) at the Communications Museum, MF was present with a demonstration of hi-fi sound from the 50's, in which the sound is processed with electronic valve-based systems. The exhibition opened in April and has been on display throughout 2021.*

Travel to the World of Valves, virtual visit to the FPC, held in collaboration with the Students Association of

A [Viagem ao Mundo das Válvulas](#) – visita virtual à FPC, realizada em colaboração com a Associação de Estudantes do Instituto Superior Técnico (AEIST) foi também uma das iniciativas associadas a esta exposição. Foi um dos “passaportes” criados pelo MF para o ano em que a Válvula foi soberana nas pontes estabelecidas.



Válvulas / Tubes

1- gigante; 2 - miniature; 3 - transistor

Quase em simultâneo, outro “muro” foi abolido. A 24 de abril, no MAAT - Museu de Arte, Arquitetura e Tecnologia, foi inaugurada [a exposição Contadores de Histórias](#), com uma [réplica do contador de energia \(o contador químico de Edison\)](#) emprestada pelo MF. Saiba um pouco [sobre este contador de energia](#). Esta exposição, que vai estar patente até 7 de março de 2022, relata a história da energia elétrica, desde o final do século XIX até ao presente, através de objetos visuais, instrumentos e aparelhos da coleção de património energético da Fundação EDP.

No âmbito desta parceria, a 22 de maio, os Professores Carlos Fernandes e Moisés Piedade foram dois dos convidados a participar na conversa “A energia dos museus” com o Arq.^o Joaquim Moreno (curador da exposição), a Prof.^a Ana Cardoso Matos (UÉvora), a Prof.^a Susana Medina (FEUP) e o Dr. Luís Cruz (Fundação EDP).



[Edison Chemical Energy Meter](#)
Faraday Museum (replica)

the Instituto Superior Técnico was also one of the initiatives associated with this exhibition. It was one of the “passports” created by FM for the year in which the Valve was sovereign in the established bridges.

Almost simultaneously, another “wall” was abolished. On April 24, at MAAT - Museum of Art, Architecture and Technology, the [Storytellers exhibition](#) was inaugurated, with a [replica of the energy meter \(Edison’s chemical meter\)](#) on loan from FM. [Find out how this counter works](#). This exhibition, which will be open until March 7, 2022, tells the story of electric energy, from the late 19th century to the present, through visual objects, instruments and devices from the EDP Foundation’s energy heritage collection.



Prof. Moisés Piedade , Arq. Joaquim Moreno
Edison Chemical Energy Meter / Contador químico de Edison

As part of this partnership, on May 22, Professors Carlos Fernandes and Moisés Piedade were two of the guests invited to participate in the talk “The energy of museums” with architect Joaquim Moreno (exhibition curator), Prof. Ana Cardoso Matos (UÉvora), Prof. Susana Medina (FEUP) and Dr. Luís Cruz (EDP Foundation).

Indoors, borders were also “crossed” when FM opened its doors to the celebrations of the 110th anniversary of the Instituto Superior Técnico (IST), from May 21 to June 4. In the exhibition [“O Museu Faraday celebra os 110 anos do IST”](#), visitors could



MAAT
Story Telling Meters
Speakers

Também se “transpuseram fronteiras” dentro de casa, quando o MF abriu as portas às celebrações dos 110 anos de existência do Instituto Superior Técnico (IST) que decorreram de 21 de maio a 4 de junho. Na exposição “[O Museu Faraday celebra os 110 anos do IST](#)”, os visitantes puderam observar os trabalhos do fotógrafo Augusto Conceição Silva e a obra “Ligação à Terra” da artista plástica Rita Gaspar Vieira, que passou a fazer parte do acervo do MF, e que representa dois corpos distintos que se potenciam quando se conectam. Também patentes nesta exposição puderam ser vistos diversos equipamentos confiados temporariamente ao IST pela FPC, como resultado da frutífera colaboração que entretanto se estabeleceu.

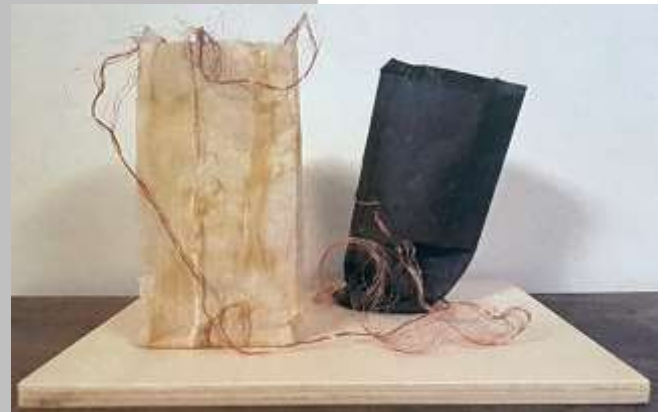
Quando vamos para além das fronteiras quase sempre acontece o inusitado. Foi o que se verificou com o convite que a equipa do MF propôs a todos, para “viajar” quase 140 anos à velocidade da [ligação entre um dispositivo eletrónico de 2021 e um telefone de 1882](#). O jogo realizado numa [experiência de realidade aumentada](#) com o telefone Gower-Bell do IST foi uma das atividades propostas pelo Serviço Educativo dos Museus do Técnico para participar nas Jornadas Europeias do Património 2021, subordinadas ao tema Património Inclusivo e Diversificado, que tiveram lugar entre os dias 24 de setembro e 3 de outubro.

Em 2021 foi acabado um módulo eletrónico que permite remotamente [escutar este telefone antigo](#) a funcionar.

Foi também um feliz exemplo do abolir fronteiras o modo proposto para que um telefone construído no século XIX se assumisse definitivamente como a estrela do MF. [A história deste aparelho do seu acervo](#) foi o tema do 5.º episódio do *podcast* 110 Histórias 110 Objetos. Colaborar num projeto que conta a história do património do IST em 110 episódios ao longo do centésimo décimo ano da sua existência com objetos icónicos do seu acervo constituiu indubitavelmente um contributo valioso para a estratégia do MF no sentido de gerar entusiasmo pela ciência e pela pedagogia.

No 4.º Encontro do Observatório de Boas Práticas do IST (ObservIST), realizado no Salão Nobre do IST a 12 de outubro, foi feita a apresentação das doze novas [Boas Práticas identificadas no âmbito da sua 6.ª chamada](#). A proposta designada por Faraday News foi distinguida pelo júri como [boa prática na Comunicação](#). O que permite usar a partir desta 5ª edição do FN, a chancela de “Boa Prática 2021”.

see the works of the photographer Augusto Conceição Silva and the work “Earth Connection” by the artist Rita Gaspar Vieira, which is now part of the FM collection, and represents two distinct bodies that are potentiated when they connect.



*Earth Connection / Ligação à Terra
Artist: Rita Vieira/ Artista Plástica*

Also on display in this exhibition several pieces of the FPC collection temporarily entrusted to the IST could be seen, as a result of the fruitful collaboration established in the meantime.



*Poster IST 110 years and phone Gower-Bell/
Póster 110 anos IST e Telefone Gower-Bell*

When we go beyond frontiers, the unusual almost always happens. That's what happened with the invitation that FM team proposed to everyone to “travel” almost 140 years at the speed of the connection between an [electronic device from 2021](#) and a [telephone from 1882](#). The game performed in an [augmented reality experience](#) with the IST Gower-Bell telephone was one of the activities proposed by the Educational Service of IST Museums to participate in the European Heritage Days 2021, under the theme



Diploma de Boas Práticas IST /
IST Good Practice Diploma

O [INESC-ID](#), no âmbito da sua 20ª Reunião Plenária do Conselho Científico, atribuiu o título de [Investigador Emérito ao Professor Moisés Piedade](#). Um reconhecimento e homenagem pelo seu trabalho e a dedicação de uma vida ao Ensino, à Pesquisa e à sua contribuição para a Engenharia Elétrica.

Como referiu o Professor Leonel Sousa durante a homenagem, “precisamos de professores com a capacidade do Professor Moisés Piedade de fazer e de ensinar a fazer. Ainda hoje, como sempre, é muito mais fácil encontrá-lo no laboratório do que no seu escritório. Ele passa a maior parte do tempo restaurando e consertando equipamentos eletrónicos no Museu Faraday. Não é um *hobby*, é uma paixão para a vida toda por experimentação e implementação” (*sic*).



Prof. Moisés Piedade
Designer: Henrique Nogueira

Inclusive and Diversified Heritage, which took place between September 24 and October 3.

In 2021, an electronic module that allows you to remotely [listen to this old phone working](#) was completed.

A história deste aparelho do seu acervo was the theme of the 5th episode of the podcast 110 Stories | 110 Objects. In this way, a telephone built in the 19th century definitely became the star of the FM.

Collaborating in a project that tells the story of IST heritage in 110 episodes throughout the 110th year of its existence with iconic objects from its collection was undoubtedly a valuable contribution to the FM strategy to generate enthusiasm for science and pedagogy.

In the 4th Meeting of the IST Observatory of Good Practices (ObservIST), held in IST's Main Hall on October 12, the twelve new [Good Practices identified in the scope of its 6th call](#) were presented. The proposal named Faraday News was distinguished by the jury as a “[Boa Prática na Comunicação](#)”. This allows it to use from this 5th edition of FN, the seal of “Good Practice 2021”.



IST Good Practice Seal /
Selo de Boas Práticas do IST

[INESC-ID](#), in the context of its 20th Plenary Scientific Council Meeting, awarded the title of [Researcher Emeritus to Professor Moisés Piedade](#). A recognition and tribute for his work and dedication of a life to teaching, to research and to his contribution to Electrical Engineering.

As Professor Leonel Sousa said during the homage, “we need teachers with Professor Moisés Piedade's capacity

Quando se passam as fronteiras também é comum usar “carimbos”, que se tornam uma lembrança e recordação feliz das experiências das viagens. A Comissão Científica do Departamento de Engenharia Eletrotécnica e de Computadores (DEEC) do IST reconheceu aos membros fundadores do MF a excecional contribuição em projetos de preservação, acessibilidade e divulgação de um extenso património cultural do IST sobre a produção científica, atribuindo-lhes um [voto de louvor](#).

De assinalar também com grande satisfação a abertura das fronteiras ao fim de mais de ano e meio de restrições devido à pandemia. Durante a manhã do dia 28 de outubro o MF recebeu o primeiro grupo após o confinamento: os estudantes da ETIC - Escola de Tecnologias Inovação e Criação. Muito longe dos valores de visitantes em Fevereiro de 2020, este acontecimento revestiu-se de um simbolismo fantástico. Os muros começavam a cair e a luz ao fundo do túnel era cada vez mais intensa.

E assim, chegada a época natalícia, resolvemos “[festejar com uma árvore não muito tradicional](#)”. Com as marcas do passado, para que este não seja esquecido e permaneça de forma renovada. Decorada, com motivos que à primeira vista poderíamos associar ao domínio da química, mas que numa segunda apreciação nos pode para a eletricidade, ou para a medicina. Um exercício à imaginação. Afinal de um mundo que estamos a aprender a ver multidisciplinar....

O início do novo ano trar-nos-á o quinto número da Faraday News e, conjuntamente, o 5º aniversário do Museu Faraday. Registamos aqui os agradecimentos à dedicação de uma grande equipa de trabalho.

Para celebrar o Natal de 2021 e a chegada de um novo ano, o MF escolheu como mote uma Ciência sem Fronteiras!



DEEC, Louvor aos fundadores do MF /
DEEC, Praise to the founders of the MF

to make and teach how to make. Even today, as always, it is much easier to find him in his laboratory than in his office. He spends most of his time restoring and repairing electronic equipment at the Faraday Museum. It's not a hobby, it's a lifelong passion for experimentation and implementation" (sic).

When crossing frontiers it is also common to use "stamps", which become a happy reminder and souvenir of travel experiences. The Scientific Committee of IST's Department of Electrical and Computer Engineering (DEEC) recognized the founding members of FM for their exceptional contribution to projects of preservation, accessibility and dissemination of IST's extensive cultural heritage on scientific production, awarding them a [vote of praise](#).

It is also worth noting with great satisfaction the opening of the frontiers after more than a year and a half of restrictions due to the pandemic. During the morning of October 28th, FM received the first group after the confinement: the students from ETIC - School of Innovation and Creation Technologies. Although far away from the number of visitors on February 2020, this event had a fantastic symbolism. The walls were starting to fall down and the light at the end of the tunnel was more and more intense.

And so, as the Christmas season arrived, we decided to "[celebrate with a not-so-traditional tree](#)". We did it with the marks of the past, so that it will not be forgotten and will remain in a renewed form. Decorated with motifs that at first glance we might associate with the field of chemistry, it can at a second glance lead us to the electricity or medicine areas. An exercise to the imagination. After all, in a world we are learning to see multidisciplinary...

The beginning of the New Year will bring us the fifth issue of Faraday News and, at the same time, the 5th anniversary of the Faraday Museum. We register here our thanks to the dedication of a great work team.

To celebrate Christmas 2021 and the arrival of a new year, Faraday Museum chose as its motto a Science without Borders!

[2021](#)

[Árvore de Natal /
Christmas Tree](#)



Click...

Conflito Gigante muito próximo

Giant Conflict very close

A 426×10^{18} km de distância, a colisão das duas galáxias NGC 4038 and NGC 4039 gerará milhões de novas estrelas. Começaram a aproximar-se há 1,2 biliões de anos e daqui a 400 milhões de anos dar-se-á a colisão fatal. Já estão a interagir.

At a distance of 426×10^{18} km from here, the collision of two galaxies NGC 4038 and NGC 4039 will generate millions of new stars. They began to approach each other 1.2 billion years ago and in 400 million years the fatal collision will take place. They are already interacting.

NASA- photos taken from Hubble

Editores / *Editors*



Moisés Piedade

Investigador INESC-ID
Prof. IST (aposentado)
Direção / *Coordination*

Faraday News n. 5

Conteúdo / *Summary*

1 Editorial / *Editorial*

As marcas do conhecimento no tempo / *The marks of knowledge over time*
Carlos Fernandes, Moisés Piedade

4 Olhar de Fora / *Looking from Outside*

Voando sobre um ninho de conflitos / *Flying over a nest of conflicts*
[Ferreira Fernandes](#)

8 Conflito / *Conflict*

Guerra das correntes, CC ou AC? / *War of currents, DC or AC?*
Moisés Piedade, Carlos Fernandes

18 Conflito / *Conflict*

Primeiros conflitos na rádio / *First conflicts on the radio*
Moisés Piedade, Carlos Fernandes

24 Personalidade / *Personality*

Um homem para todas as épocas / *A man for all seasons*
Carlos Fernandes

31 Olhar de Dentro / *Looking from Inside*

Saber ou fazer, conflito? / *Know or do, conflict?*
Moisés Piedade

39 Conflito / *Conflict*

Cucoísmo / *Cucoism*
Moisés Piedade, Carlos Fernandes

42 Eventos / *Events*

Museu Faraday - sem fronteiras / *without borders*
Natália Rocha



Carlos Fernandes

Investigador IT
Prof. IST (aposentado)
Direção / *Coordination*



Carlos Gouveia
Prof. FLUL

Revisão / *Copy editing*