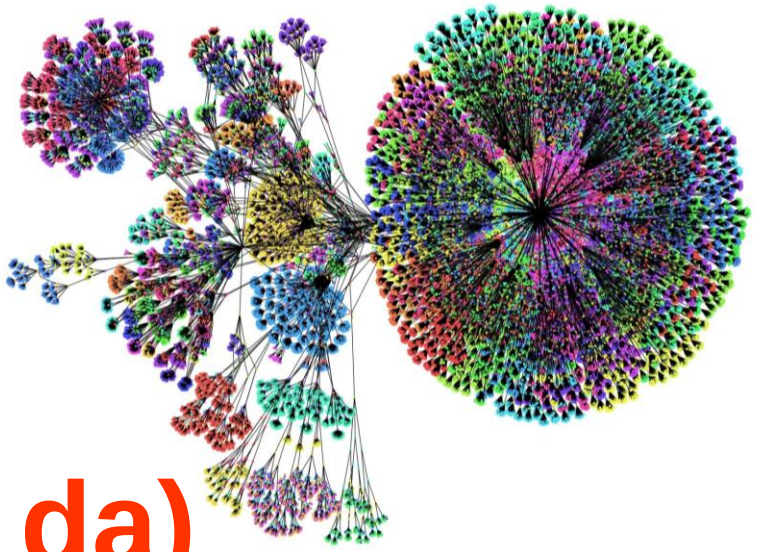


(breve história da) Tecnologia de Informação no CERN

E Influência na Sociedade...

Clara Gaspar, Abril 2016

Imagem: Diagrama do Sistema de Controle da Experiencia LHCb

A Missão do CERN

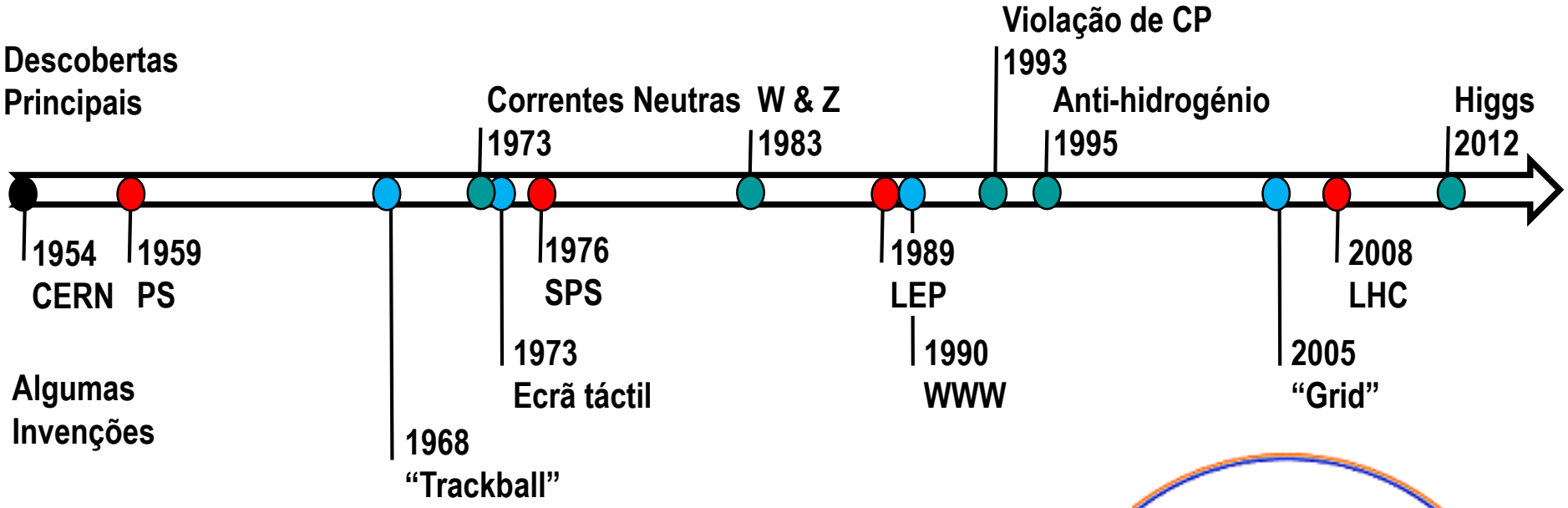
- **Ajudar a compreender o Universo em que vivemos (Na fronteira do conhecimento)**
  - **Algumas descobertas Históricas**
    - 1973: A descoberta das “Correntes Neutras”
    - 1983: A descoberta dos bosões W e Z
    - 1989: A determinação do numero de famílias de Neutrinos
    - 1995: A criação dos primeiros Átomos de Anti-Hidrogénio
    - 1999: A descoberta de “Violação de CP”
    - 2011: A conservação de Anti-Hidrogénio durante 16 minutos
    - 2012: A descoberta do Bosão de Higgs
    - 2015: A descoberta de “pentaquarks”
  - **Prémios Nobel do CERN ou relacionados com o CERN**
    - 1984: Carlo Rubbia and Simon van der Meer (bosoes W e Z).
    - 1992: Georges Charpak (detetores de partículas: camara de fios)
    - 1952: Felix Bloch, (Magnetismo Nuclear)
    - 1976: Sam Ting (partícula J/ψ)
    - 1988: Jack Steinberger (neutrinos)
    - 2013: Peter Higgs (Higgs)

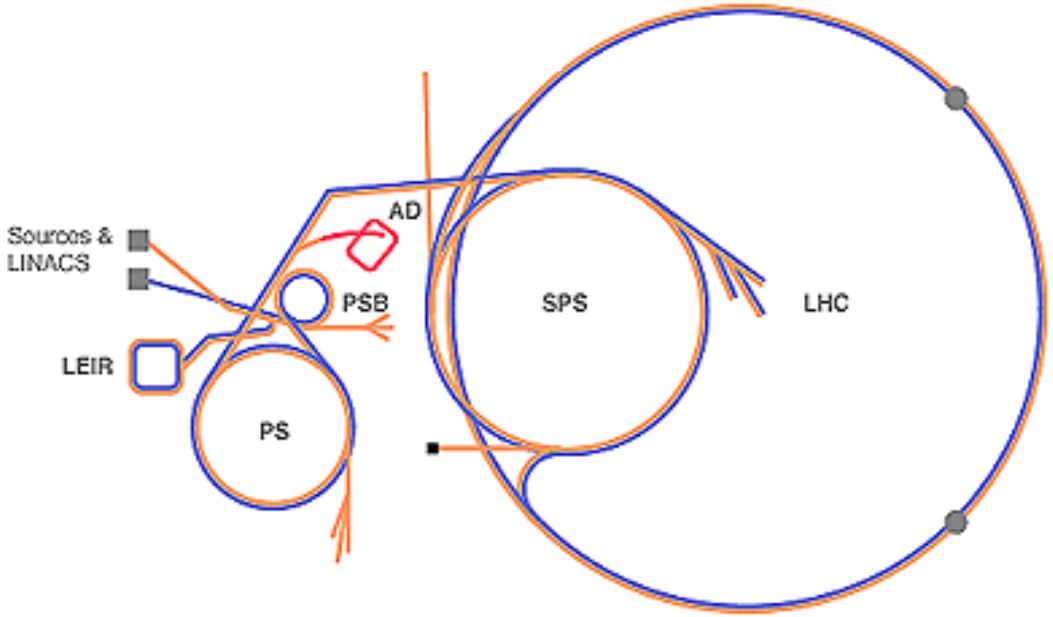
Efeitos Colaterais

- **O CERN é um sitio especial e único: (Na fronteira da Tecnologia)**
  - Aceleradores e detetores de partículas sofisticados
    - O “circuito” mais rápido do mundo (99.9999991% velocidade da luz)
    - O sitio mais vazio do sistema solar (10x menos pressão que na lua)
    - O maior frigorifico do mundo (-271.3 ^{0}C)
    - O ponto mais quente na galáxia (100 000x mais quente que o sol)
  - Experiencias enormes que produzem quantidades gigantescas de dados
  - Colaborações de milhares de pessoas espalhadas pelo mundo inteiro

➡ **Todas estas áreas deram origem a tecnologias com impacto na sociedade**

Aceleradores & Progresso

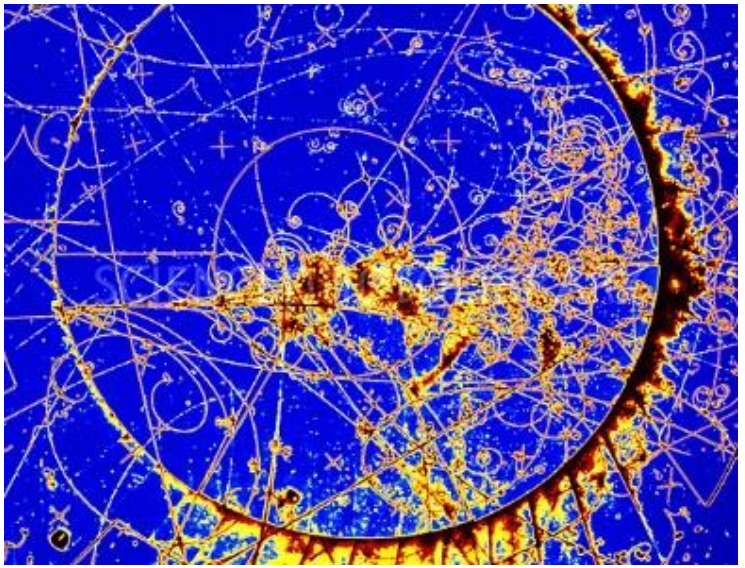




- PS – Proton Synchroton
- SPS – Super Proton Stnchroton
- LEP – Large Electron Positron
- LHC – Large Hadron Collider

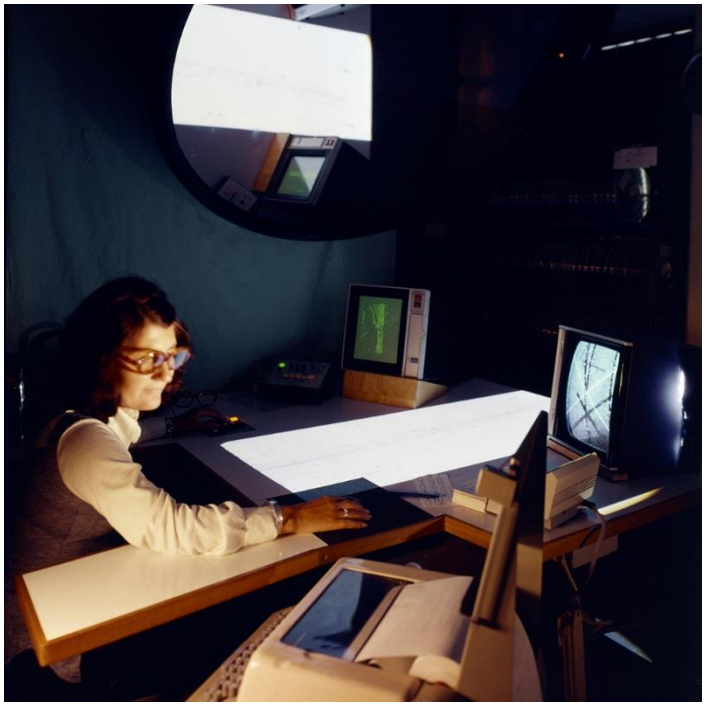
Anos 60 e 70

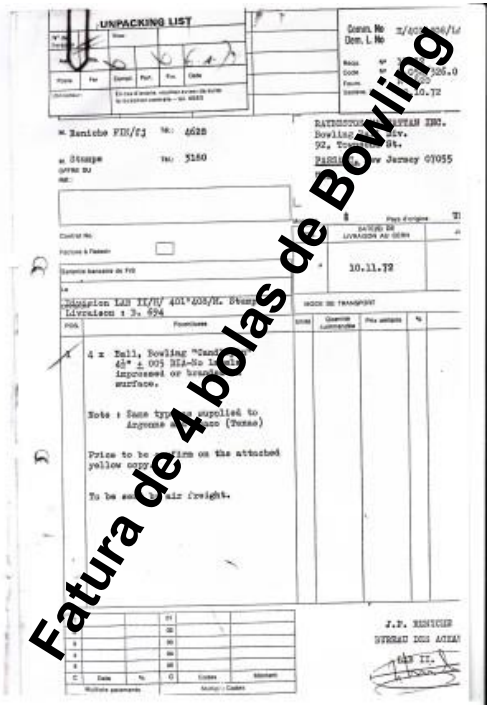
- **Experiencias: Camaras de Bolhas**
- **Aquisição de dados: pelicula cinematográfica**
- **Analise: Visual**
- **Por exemplo “BEBC” de 1973 ate 1984:**
  - 3 000 km de filme; 6,3 milhões de fotografias
  - 600 cientistas de cerca de quinze laboratórios



O primeiro “rato”

- **Trackball inventado em 1968:**
  - Identifica movimentos x-y e move o apontador no ecrã
  - Usava bolas de “bowling”



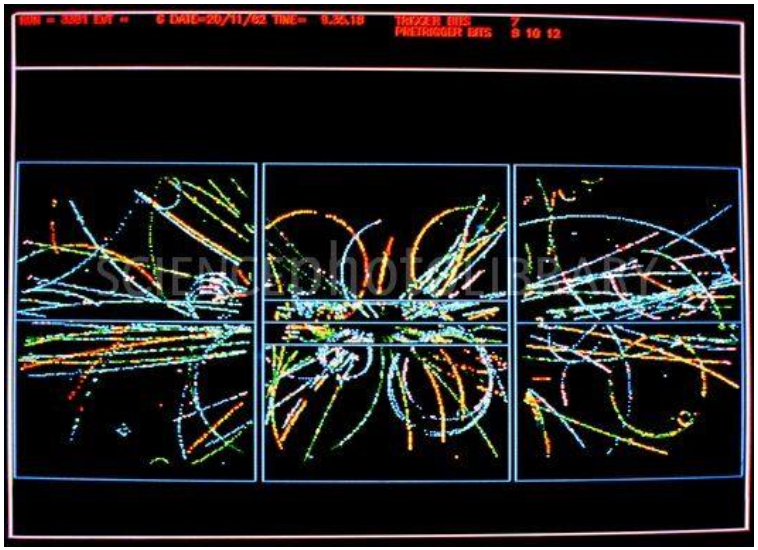


Ainda nos anos 70

- **Construção do SPS**
- **Desafio: Controlar o Acelerador (centenas de botões, interruptores e osciloscópios)**
- **Foi inventado o "Ecrã Táctil Capacitivo" em 1973**
  - Usado com um rato (trackball) e botões programáveis.

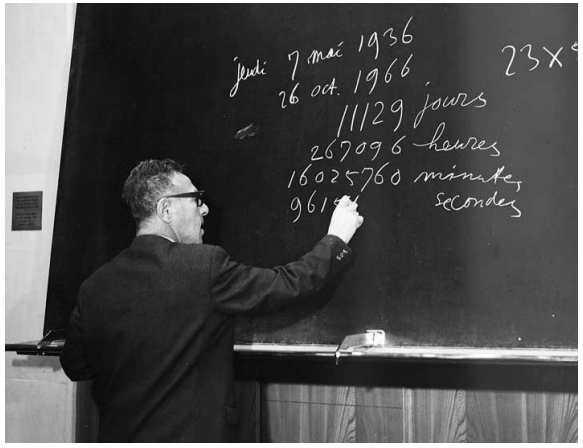
Anos 80

- **UA1 e UA2:**
  - **As primeiras experiencias “modernas”:**
  - **Analise visual -> Reconstrução eletrónica e informática**
- **E a preparação do LEP (o maior acelerador do mundo)**
- **E novos desafios:**
  - **Eletrónica mais rápida e maior poder de calculo**



Computadores

- **O CERN foi pioneiro, desde o inicio:**
  - O primeiro “Computador”:
    - Um génio holandês: Wim Klein (Guiness book of records)
  - Nos anos 50, 60, 70 e mesmo 80: “Mainframes” e “Supercomputers”
    - Ferranti, CDC, IBM, DEC, Cray (válvulas -> transístores -> microchips)
  - Grandes companhias de computadores tinham técnicos no CERN (gratuitamente) e tentavam satisfazer os desejos dos físicos…
  - ➡ **Benefícios para o CERN mas também para as companhias**

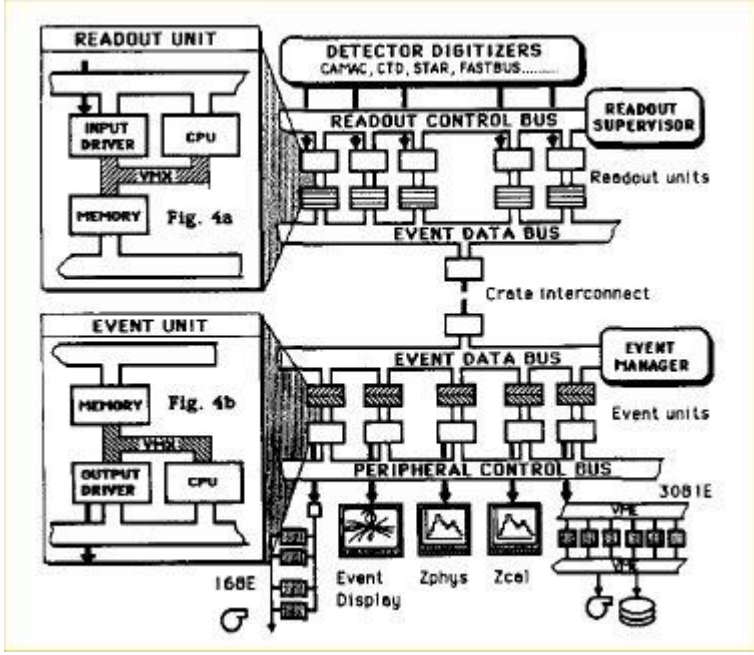


Previsões…

- **A evolução dos computadores não era obvia:**
  - **"Computadores, no futuro, podem pesar menos de 1,5 toneladas"**
    - 1949, Revista "Popular Mechanics"
  - **"Acho que existe um mercado mundial para talvez cinco computadores"**
    - 1943, Thomas Watson, chairman da IBM
  - **"Viajei por todo o pais e falei com as melhores pessoas, e posso assegurar que o processamento de dados é uma moda passageira"**
    - 1957, Editor principal de "business books" da Prentice-Hall
  - **"Mas… Para o que e' que serve?" (a propósito do microchip)**
    - 1968, Engenheiro da Advanced Computing Systems Division da IBM
  - **"Não há nenhuma razão para alguém querer um computador em casa"**
    - 1977, Ken Olson, presidente, chairman e fundador da DEC

Computadores

- **Nos anos 80**
  - "Minicomputers": Intel, DEC, Apollo, etc.
  - Microprocessadores: Intel, Motorola
  - "Personal Computers": IBM PC, Apple MacIntosh



Aquisição de dados de UA1

X~300

x15

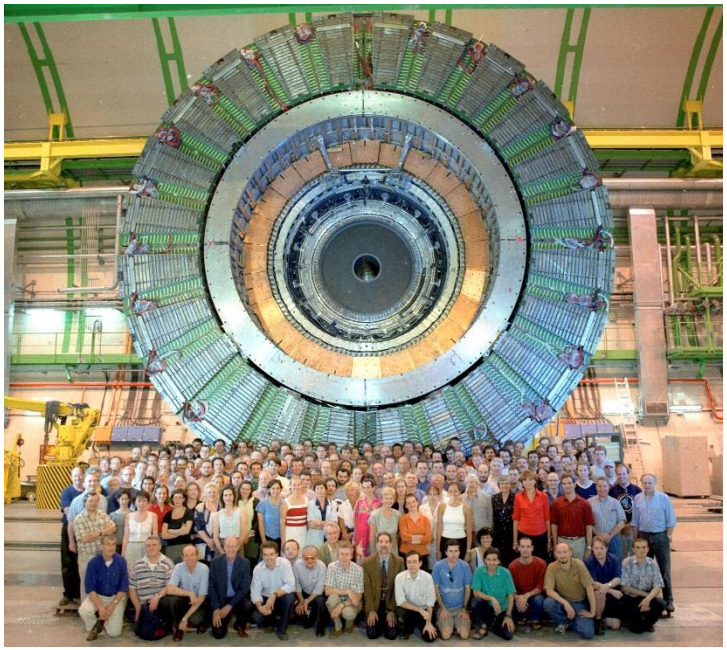
Comunicações

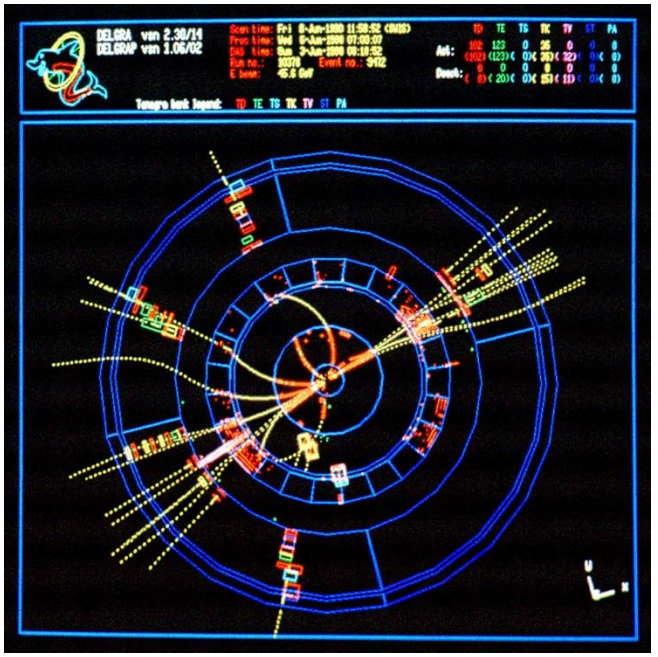
- **E também foi pioneiro na historia da Internet…**
  - Para interligar os muitos novos mini/micro computadores
- **A Cronologia da Internet:**
  - Ainda nos anos 70
    - Nos Estados Unidos era desenvolvida a “ARPANET”
    - No CERN era inventada a “CERNET”
  - Em 1986 nasce nos Estados Unidos a NSFNET (TCP/IP)
  - Em 1989 o CERN era o ponto central da Internet na Europa
  - Em 1990 a primeira ligação de alta velocidade entre os USA e a Europa foi instalada: **Cornell -> CERN**
  - Em 1991 80% do trafico internacional europeu passava pelo CERN

➡ **O CERN influenciou a aceitação e desenvolvimento da Internet na Europa e no mundo**

Anos 90

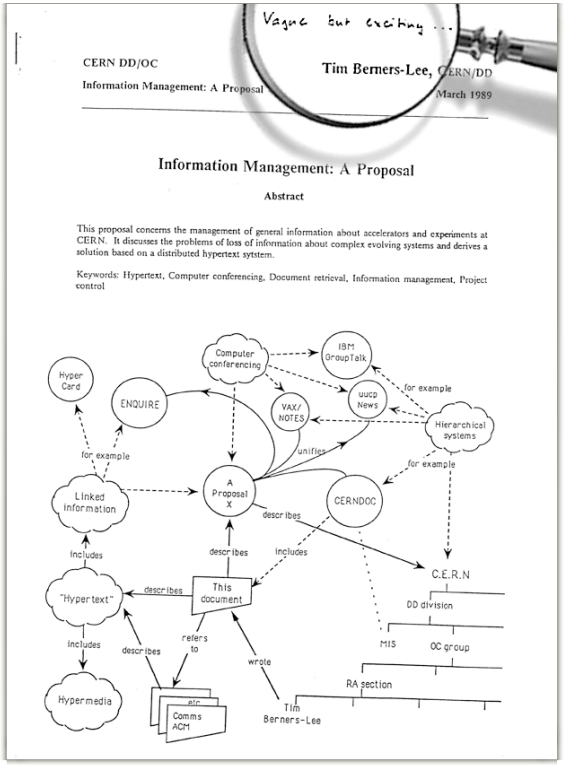
- **O LEP em funções e o “World Wide Web”**
  - 4 grandes experiencias: ALEPH, DELPHI, OPAL and L3
  - Um dos novos desafios: O tamanho das colaborações
  - Ex: DELPHI: 550 pessoas de 56 institutos de 22 países

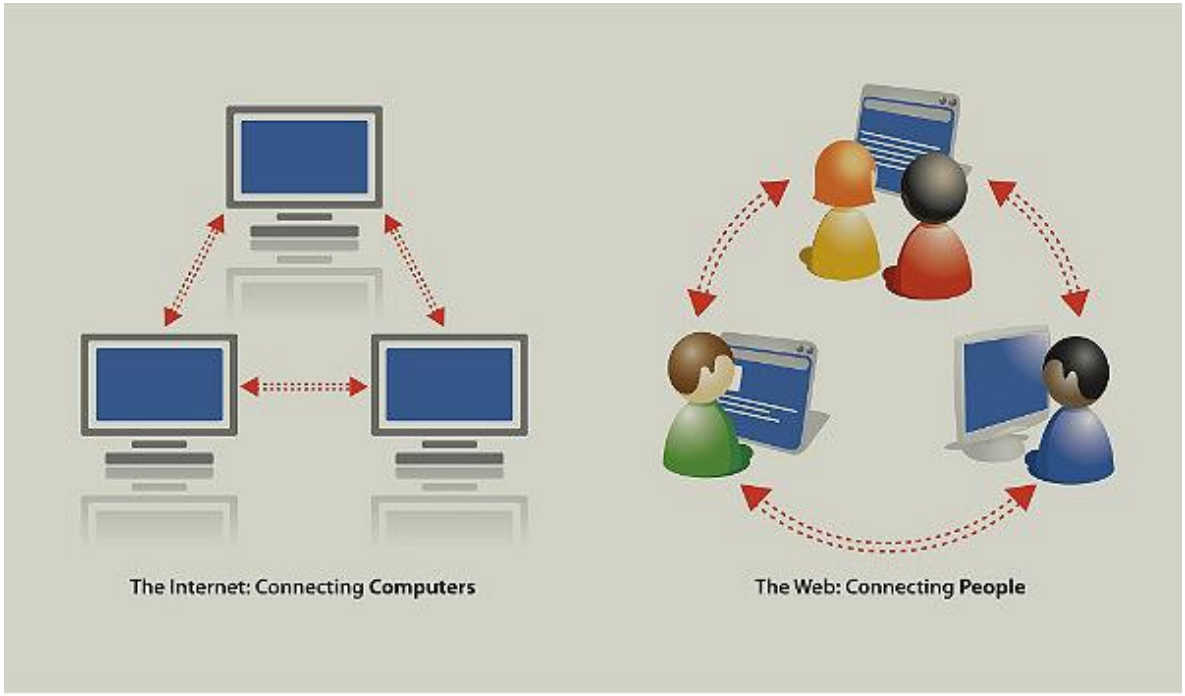




World Wide Web

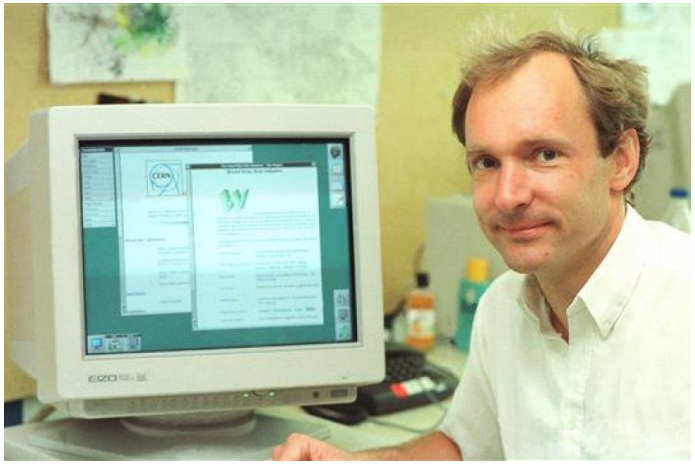
- **1989, Sir Tim Berners-Lee propõe o World-Wide Web**
  - A Internet existia mas era pouco útil sem ele… (email e pouco mais)
  - Uma ideia brilhante:
    Reunir o conceito de “HyperText” (que já existia) e a Internet

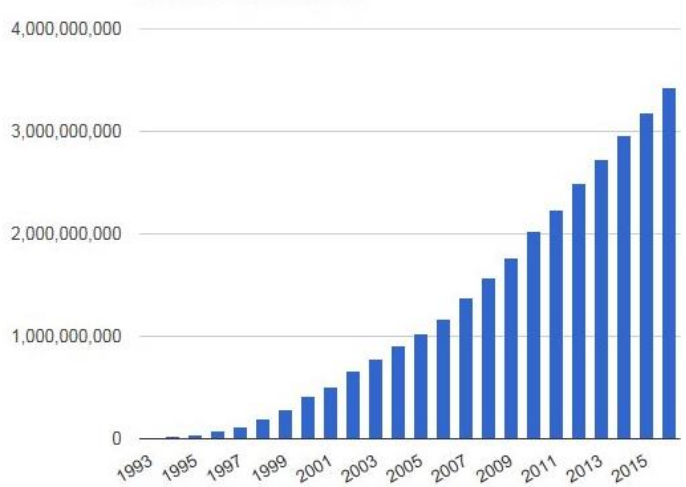




World Wide Web

- **E no fim de 1990 já tinha desenvolvido:**
  - Um protocolo para a transferência de dados: HTTP
  - Uma forma de endereçar documentos na Internet: URL
    - Ex.: http://www.cern.ch
  - Uma linguagem para escrever paginas Web: HTML
  - O primeiro Web Browser (continha um editor de HTML)
  - O primeiro Web Server (http://info.cern.ch)
  - E as primeiras paginas Web que descreviam o próprio projeto

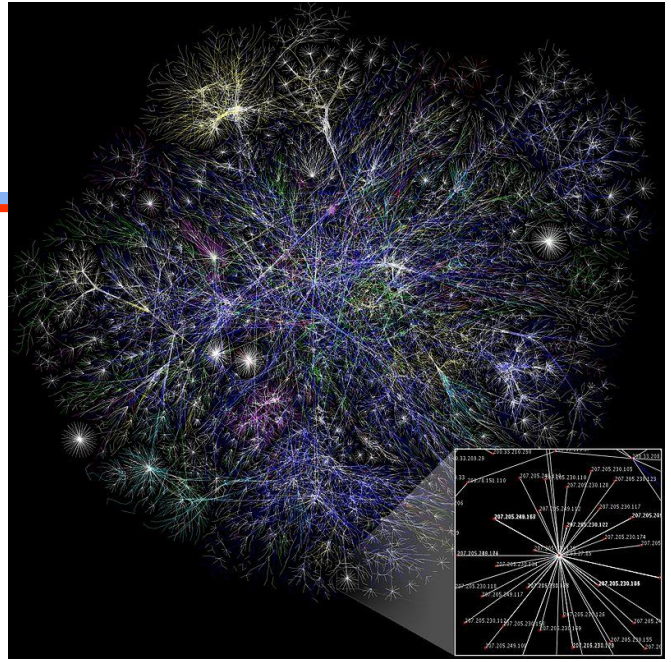




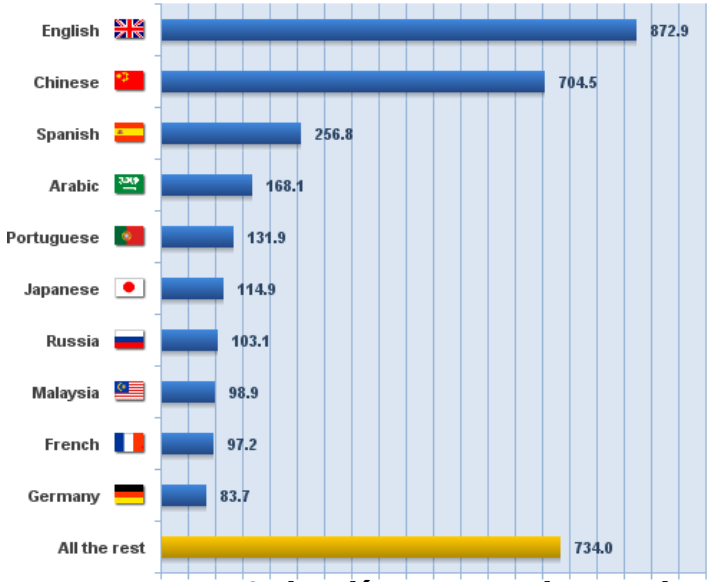
World Wide Web

Algumas Estatísticas:

Utilização do World Wide Web no Mundo Novembro, 2015			
Regiões do Mundo	População	Utilizadores	Penetração (% População)
Africa	1,158,355,663	330,965,359	28.6 %
Asia	4,032,466,882	1,622,084,293	40.2 %
Europa	821,555,904	604,147,280	73.5 %
Medio Oriente	236,137,235	123,172,132	52.2 %
América do Norte	357,178,284	313,867,363	87.9 %
América Central e do Sul	617,049,712	344,824,199	55.9 %
Oceânia	37,158,563	27,200,530	73.2 %
TOTAL	7,259,902,243	3,366,261,156	46.4 %



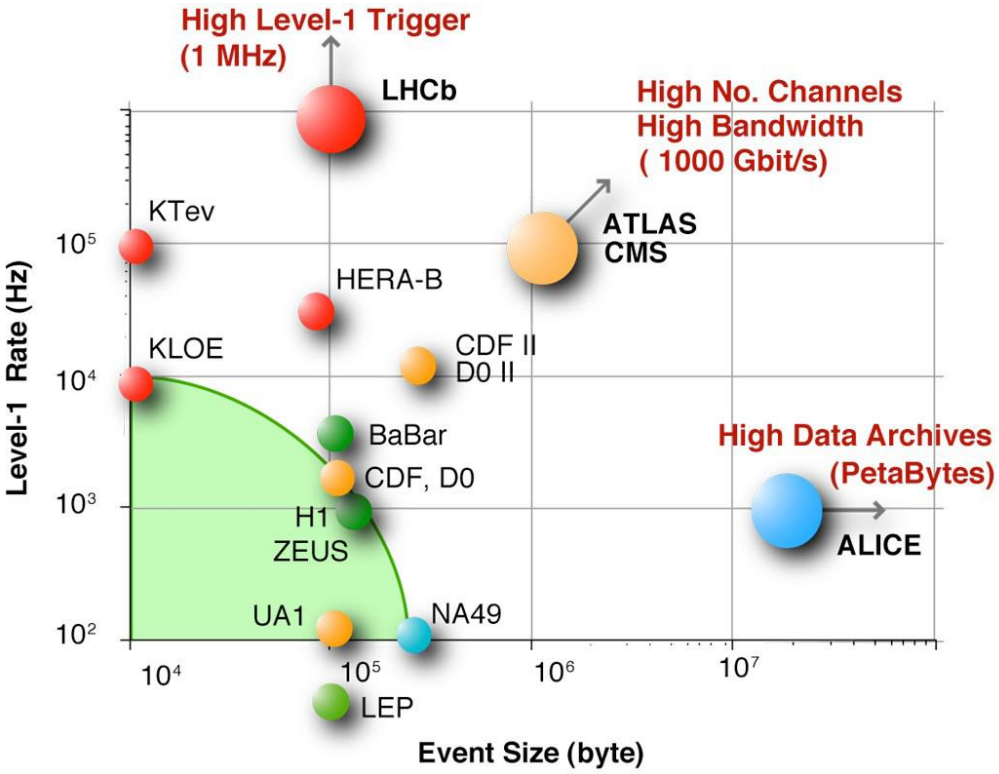
Visualização gráfica das ligações

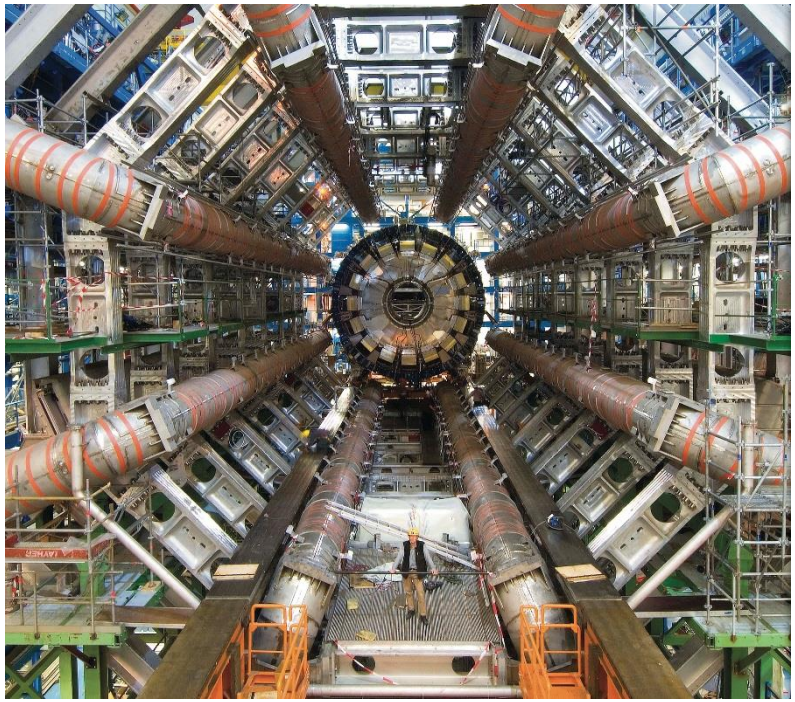


Top 10 das línguas mais usadas em milhões de utilizadores

Anos 2000

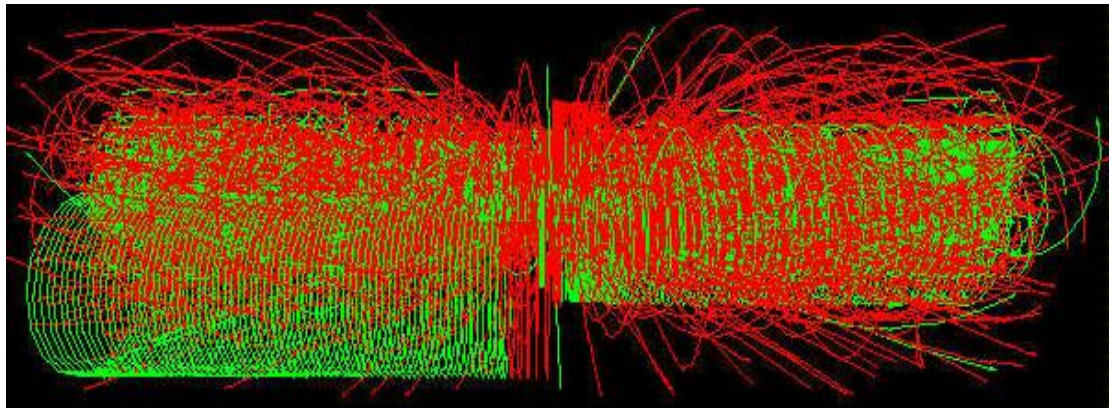
- **O LHC, “farms” e “Grid”**
- **Desafio sem precedentes:**
  - A quantidade de dados gigantesca a selecionar e a analisar



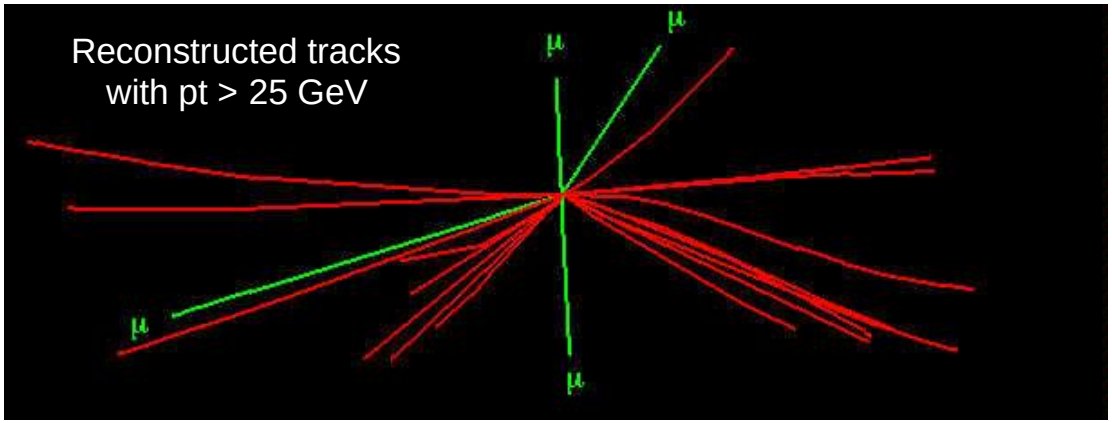


Seleção de dados

- **Uma agulha no palheiro**



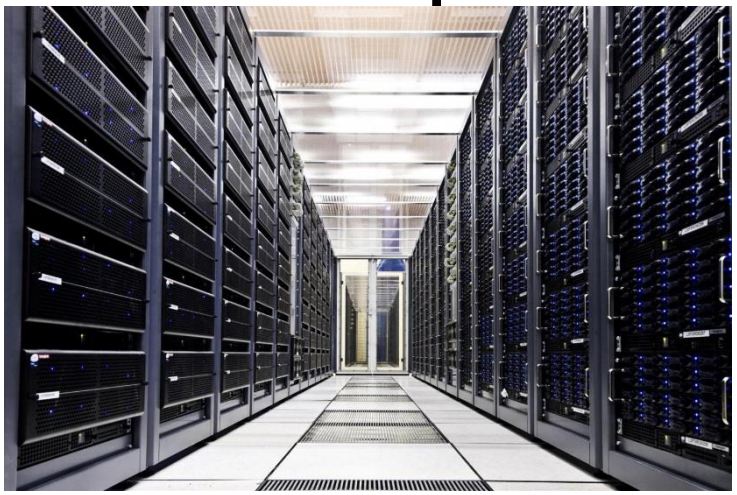
Evento típico em ATLAS e CMS



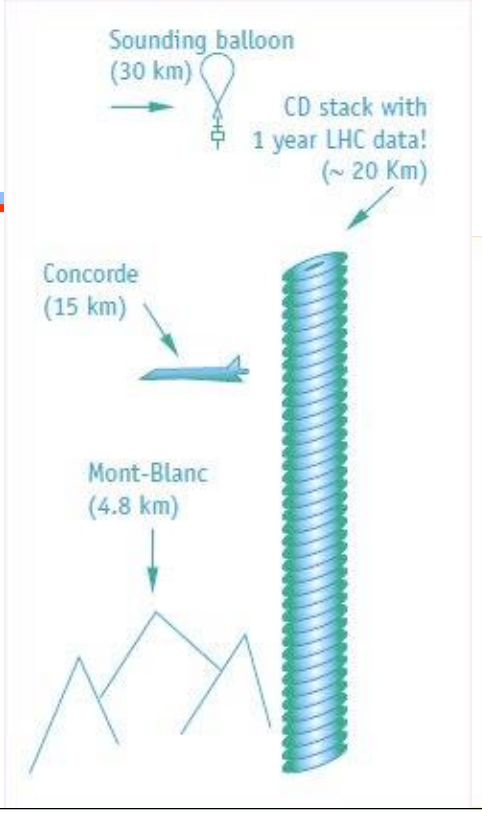
Um Evento Higgs

- >20 colisões podem sobrepor-se
- E isto repete-se 40 000 000 de vezes por segundo

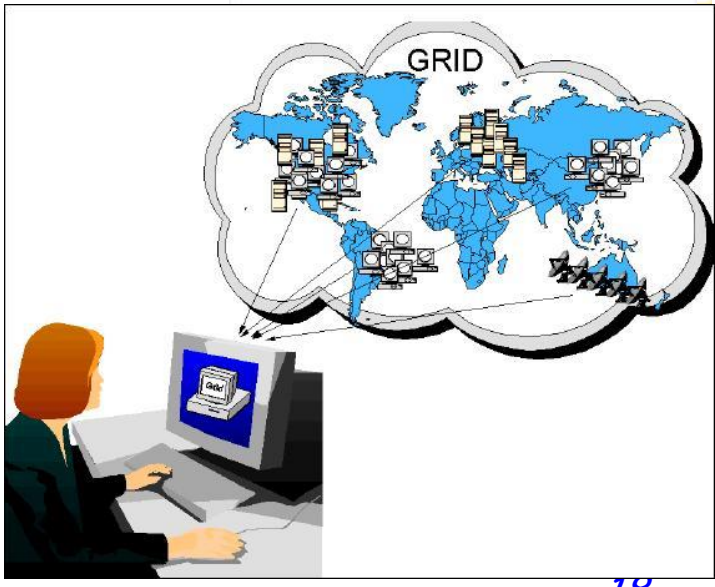
- **“Farms”: ~2 mil PCs em cada experiencia**



Analise de dados



- **Depois da Seleção:**
  - ~100 colisões por segundo
  - 1400 Mb/s -> 30 000 000 GB = 30 PB por ano (equivalente a uma pilha de CDs de 20 Kms)
  - Estes dados tem de ser acedidos e analisados por milhares de cientistas em todo o mundo.
- **2002,"Worldwide LHC Computing Grid" Serviço integrado e transparente:**
  - 170 "Computer Centers", em 41 países
  - Centenas de milhares de computadores
  - Usada por 10 000 físicos
- ➡ **Percursor do "Cloud Computing"**



“Grid”

- **Algumas aplicações “E-Science”:**
  - Medicina
    - Descoberta de medicamentos
      Ex. malaria, alzheimers ou gripe aviaria
  - Bioinformática
    - Estudo do genoma humano e das doenças genéticas
  - Engenharia
    - Estudo de novos e melhores materiais
  - Recursos Naturais e Meio Ambiente
    - Meteorologia , observação da Terra , modelização e predição de sistemas complexos: alterações climáticas, sismos, etc.
  - Astronomia
    - Estudo de estrelas, galáxias e do Universo

Outras contribuições

- **Inteligência Artificial**
  - O CERN usa “redes neuronais” que aprendem a classificar ou a reconhecer padrões ou a predizer resultados de colisões.
    - Ex: Predizer como abastecer as prateleiras de um “fast-food” (menor desperdício)
  - O inventor do AlphaGo (que bateu o campeão de “Go”) disse:
    - “Seria “cool” uma Inteligência Artificial descobrir uma nova partícula”
- **Algumas outras ferramentas:**
  - Programas de “reconhecimento de padrões”
    - Uso: Meteorologia, Medicina (deteção de células cancerígenas), Cartografia, etc.
  - Programas de simulação de partículas (GEANT, FLUKA)
    - Uso: ESA e NASA, ex. otimização da blindagem dos veículos espaciais
  - Programas de analise de dados (ROOT)
    - Uso: Astrofísica, Modelização do cérebro humano, etc.
  - Ferramentas colaborativas: Web Agenda, Biblioteca digital, etc.

Conclusões

- **Até agora o CERN sempre esteve na vanguarda, com o LHC a ser o primeiro grande desafio "Big Data"**
- **E até agora as soluções que o CERN encontrou têm sido uteis e beneficiais para todos.**
- **Mas o CERN já não está sozinho…**
- **Temos de continuar a colaborar com os parceiros académicos, comerciais e industriais:**
  - Colaborações com companhias conduzem a melhores produtos e excelente publicidade…
  - Contribuição na formação de gerações de jovens que depois vão trabalhar nas universidades ou na industria…
- **O programa de "Upgrade" do LHC vai continuar a manter-nos na vanguarda, oferecendo excelentes oportunidades, se não para novas invenções, pelo menos para testar ideias e tecnologias antes de aparecerem no mercado.**