Carl Benz

Carl Benz (1844-1929) foi um prestigiado engenheiro alemão que ficou célebre por várias invenções que conduziram ao primeiro automóvel movido com motor de combustão.

Carl Benz fez os seus estudos básicos na escola primária designada por *Lyceum* em Karlsruhe, Alemanha, uma escola com forte ensino em línguas e ciências. Benz, desde muito cedo, com apenas nove anos, mostrou uma preferência e curiosidade pelas áreas mais técnicas, em especial pela física, mecânica e química. Os seus tempos livres eram investidos no estudo de mecanismos simples nomeadamente relógios.

Benz, em 1860, com apenas 15 anos, fez o exame de admissão para estudar Engenharia Mecânica na então Escola Politécnica de Karlsruhe (atual KIT, Instituto de Tecnologia de Karlsruhe). Benz concluiu o curso de engenharia aos 19 anos, em 9 de julho de 1864.



Carl Benz

O aparecimento de Bertha Ringer na vida de Carl Benz

Em 1869, numa viagem de carruagem organizada pelo clube "*Eintracht*" em Pforzheim, Carl impressionou muito Bertha Ringer(1849-1944) com os seus conhecimentos mecânicos sobre as carruagens. Carl e Bertha ficaram logo amigos e acabariam noivos em 1871.

Como engenheiro mecânico, Benz trabalhou em várias empresas, como desenhador técnico e projetista antes de fundar a sua própria oficina. Em 1871, Carl associou-se a August Ritter criando a empresa "Benz & Ritter, "*Mechanische Werkstätte*" (Oficina Mecânica Benz & Ritter). Ritter não mostrou ser um sócio de confiança e a empresa esteve à beira da falência, ainda no ano de 1871. Foi durante este período que Bertha Ringer ajudou o namorado, Carl Benz, e decidiu investir o seu dote de futuro casamento para recuperar a empresa, comprando a parte de Ritter.



Bertha Ringer

Bertha e Carl casaram-se em 20 de julho de 1872, em Pforzheim, na Alemanha. O casal teve cinco filhos: Eugen, Richard, Clara, Thilde e Ellen. Bertha foi a primeira investidora e a maior defensora da criatividade de Carl, especialmente nos momentos em que ele queria desistir, devido ao ceticismo do mercado que não via necessidade dos produtos resultantes das suas invenções.

Carl Benz, ainda em 1871, criou a empresa, "Karl Benz T 6, 11, Fundição de Ferro e Oficina de Engenharia"[1], onde produziu acessórios de ferro para a construção civil na sua pequena propriedade a empresa foi designada por "Fábrica de Máquinas Metalúrgicas".

Os negócios da fábrica não corriam bem e Benz, com dívidas, teve de dispensar muitas ferramentas que tinha, ficando apenas com a oficina. Talvez o investimento numa tecnologia em desenvolvimento crescente pudesse salvar a empresa. Estavam na moda os motores a gás.

O belga Étienne Lenoir (1822-1900), em 1858, já tinha criado o primeiro motor de combustão interna, que patenteou em 1860. O motor queimava gás que era incendiado por faíscas criadas com a célebre bobina de Ruhmkorff (1803-1877). No Museu Faraday do IST pode encontrar estas bobinas, com dimensões que vão desde pequenas a gigantes, que geram tensões elétricas extremamente elevadas, capazes de fazerem a disrupção do ar e gerar faíscas ou um arco elétrico. Além da ignição do combustível nos motores de explosão, estas bobinas também são usadas, hoje em dia, na estimulação neuronal.

[1] **Manheim tem as localizações identificadas por quadrados representados por dois números.**

O motor a gás de Carl Benz

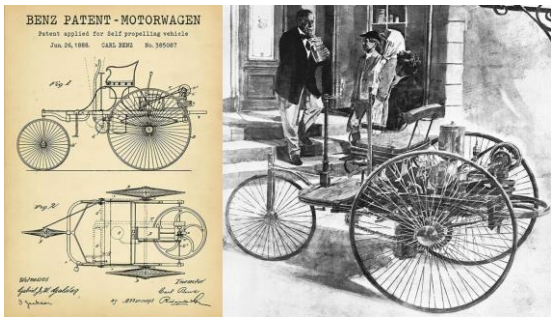
Carl Benz começou a investir num novo motor a gás[2] para tentar salvar a empresa. Em 1880, este motor foi patenteado na França e na Grã bretanha. Benz conseguiu cativar novos investidores para a fábrica de Motores a Gás de Mannheim", mas Benz apenas ficou com 5% das ações da empresa e, rapidamente, perdeu o seu controlo.

Em 1883, Benz abandona a empresa e, com apoio de novos investidores, em outubro do mesmo ano, conjuntamente com o negociante Max Kaspar Rose e o seu gestor de negócios, Friedrich Wilhelm Esslinger, fundou a empresa "Benz & Co. Rheinische Gasmotoren-Fabrik". Benz consegui vender algumas licenças do seu motor a gás e começou a pensar no seu motor de combustível líquido, a quatro tempos, bem como no projeto de um carro que o pudesse usar.

O motor a ligroína de Carl Benz

Em 1885, Benz conseguiu realizar um motor monocilíndrico a combustível líquido, a quatro tempos e aplicou esse motor a um protótipo de um carro de três rodas.

Benz não tinha confiança nos sistemas de direção usados em carruagens e projetou o novo carro com apenas 3 rodas em que a roda da frente direcionava o veículo. Benz aproveitou a sua grande experiência na mecânica das bicicletas e usou esses conhecimentos: rodas de raios, duas atrás e uma roda direcional à frente.



Patente EUA (1888) e desenho da época.

Em 1886, 29 de janeiro, Benz patenteou, na Alemanha, o motor e o carro (patente DRP 37435 e, em 26 de junho de 1888, nos EUA, patente Nº 385087, tendo apresentado o resultado ao público como sendo o "*Benz Patent Motor Car*", produzido pela "*Benz & Co. Rheinische Gasmotoren-Fabrik*".

Em 3 de julho de 1886, na *Ringstrasse (Ringstraße*), em Mannheim, Benz apresentou ao público a sua invenção.

Embora, num número pequeno de unidades, começaram a surgir algumas compras e a empresa necessitou de se mudar para instalações maiores na rua *Waldhofstrasse* em Mannheim.

Bertha Benz, financiou grande parte do processo de desenvolvimento das ideias de Benz, primeiro como namorada e depois como esposa. Como esposa não podia ser dona da empresa, por ser mulher.

O "*Benz Patent Motor Car*", de 1886, foi designado por modelo I a que se seguiam posteriormente pequenas evoluções com o modelo II, em 1887, e o modelo III em 1888.

O número total de unidades vendidas, dos três modelos, entre 1886 e 1884, ficou-se pelo pequeno número de 25 unidades, mas não deixou de ser, no mundo, o primeiro carro de produção em série. Ver réplica miniatura (na escala 1:8) no Museu Faraday.



Benz protótipo (1886).
Réplica miniatura no Museu Faraday.

Características do "*Benz Patent Motor Car*" e do *"Patent-Motorwagen"*

O modelo I tinha um motor monocilíndrico com a cilindrada de 954 centímetros cúbicos (cc) e a potência máxima de 0,75 cavalos (cv) a 400 rotações por minuto (rpm). O motor tinha um peso pluma, para a época, de 100 kg. O motor conseguia impulsionar o carro, com o peso total de 270 kg, a 16 km/h, em estrada plana.

[2] **Os motores da moda eram os motores a gás.**



Carl Benz e Bertha Benz

Os primeiros protótipos do carro (modelo I e modelo II) usavam rodas de ferro com raios de arame (tipo bicicleta), o Modelo III utilizava rodas de madeira com aros de ferro (tipo carruagem), que eram muito mais resistentes nas estradas más.

No modelo II, Benz elevou a cilindrada do motor de 1000 para 1500 cc que lhe permitiu obter 1,5 cv de potência e a velocidade máxima de 18 a 20 km/h para o carro.

No modelo III a cilindrada foi aumentada para 1660 cc que lhe permitiu obter 2,5 cv de potência e atingir a velocidade de 25 km/h.

No carro Modelo III, Carl Benz utilizou um sistema de ignição elétrica por bateria, e uma bobina de indução de Rumkorf (1803-1877), desenvolvida por Carl, para elevar a tensão e poder produzir faíscas elétricas.



Bertha e Carl Benz no modelo III (set. 1888)
Desenho da revista Leipzig-Illustrierte-Zeitung.

Na época, o sistema de ignição era revolucionário pois os motores convencionais usavam um "tubo incandescente" aquecido por uma chama, que era difícil de controlar.

O combustível do motor

O combustível usado era ligroína[3], um solvente usado para limpezas, que só se vendia em farmácias, pois anda não havia gasolina nem postos de abastecimento. O depósito original de combustível era de 1,5 litros, o que daria uma autonomia de 20 km ao carro.

Carl tinha inventado um carburador por evaporação. O ar necessário para a combustão passava sobre a superfície do combustível líquido (a ligroína), num pequeno reservatório. O ar "aspirava" os vapores que criavam a mistura combustível. O nível de combustível era mantido por uma boia flutuante, tal como acontece nos carburadores modernos. A evaporação do combustível provocava o seu arrefecimento, mas Carl fazia passar o tubo de escape do motor junto ao carburador, aquecendo-o. A dosagem entre ar e vapor do combustível era feita por uma alavanca que acabava por ter o papel equivalente ao de um acelerador moderno.



Frasco com ligroína

A ignição dos vapores do combustível

Benz teve de desenvolver várias tecnologias para realizar o "*Benz Patent Motor Car*", nomeadamente: um carburador novo, um método de ignição elétrica do combustível, um novo tipo de vela e um contactor (platinado), o "*Platininterrupter*" que interrompia o circuito de uma bobina de indução de Rumkorf no momento em que o pistão estava no topo, gerando a faísca necessária para a explosão do combustível.

No modelo III, últimos exemplares Benz, por sugestão da sua esposa Bertha Benz introduziu uma terceira mudança de velocidades para permitir subir pequenas encostas.

Em 1888, o *Benz Patent-Motorwagen*, Modelo III, custava cerca de 3.000 marcos de ouro alemães, valor equivalente ao preço de uma pequena casa.

O golpe de génio de Bertha Benz.

As pessoas estavam muito renitentes nas vantagens de utilização do *Patent-Motorwagen*. Não estava a vender-se facilmente, também devido ao elevado preço. O público via o carro como uma "curiosidade mecânica" perigosa e que estaria limitada a pequenos passeios.

[3] **Do petróleo saem vários combustíveis que têm diferentes temperaturas de vaporização. A Benzina (35º a 90º), a ligroína (90 a 140ºC) e a gasolina (40º a 200º). A benzina e a ligroína são usadas como solventes para limpeza a seco, dada a sua facilidade de evaporação rápida.**



Carl Benz e Bertha Benz

No dia 5 de agosto de 1888, Bertha Benz decidiu, sem o marido saber, fazer uma viagem de 106 km entre Mannheim e Pforzheim. Levou, como ajudantes, os dois filhos: Eugene de 15 anos e Richard de 14 anos. Foi o primeiro teste real do primeiro carro, numa viagem que acabaria por ser muito atribulada.

De manhã, quando se levantou, Carl Benz encontrou uma mensagem escrita por Bertha dizendo que ia visitar a mãe, com os filhos, em Pforzheim, que ficava a 106 km de distância da sua casa em Manhnheim. Carl, logo de seguida, verificou que o seu protótipo *Motorwagen* tinha desaparecido da oficina.

Já ao cair da noite, Bertha enviou um telegrama a Carl, dizendo: "Chegámos à casa da avó dos rapazes, está tudo bem".

As contribuições de Bertha na viagem memorável (ver filme)



Bertha Benz e os filhos em Wieloch
Escultura de Pit Lasser, inaugurada em 1991.

O motor do carro era arrefecido pela evaporação de água contida num pequeno depósito pelo que, a cada 15 a 20 km, teria de ser cheio com água.

Bertha Benz levou uma pequena reserva de combustível, que iria acabar rapidamente. Antes de chegar a Wiesloch, a 30 km de Mannheim, o carburador do motor entupiu, mas Bertha usou um alfinete de chapéu para o desentupir.

Em Wiesloch, Bertha comprou toda a ligroína existente na farmácia (cerca de 10 litros) para tentar chegar a Pforzheim, o que aconteceria. A farmácia é, hoje em dia, conhecida como o primeiro posto de combustível da história.

Bertha percebeu rapidamente que o motor do carro era muito fraco e, nas subidas do percurso, os filhos de 14 e 15 anos (Eugen e Richard) tinham de empurrar o carro. Bertha verificou, experimentalmente, que o carro precisava de uma mudança adicional de velocidade com força, além das duas velocidades que já tinha.

Nas descidas, os travões, feitos de calços de madeira contra as rodas de ferro, aqueciam muito, acabando por arder.

Bertha procurou um sapateiro e pediu-lhe para forrar os calços de madeira com bocados de couro, introduzindo, assim, as primeiras pastilhas de travão, que o marido depois adotou.



Rota Memorial Bertha Benz

Em Bruchal, decorridos cerca de 60 km da partida, a corrente de transmissão do carro teve de ser reparada num ferreiro local. Bertha teve ainda de resolver a falta de isolamento dos fios da ignição elétrica usando uma liga de borracha das suas meias.

A viagem demorou cerca de 12 horas com vários percalços, mas a viagem de volta acabou por correr bem. A viagem é considerada um excelente estudo de técnicas de publicidade e, também, um exemplo de como deveria, no futuro, ser feito o controlo de qualidade dos produtos automobilísticos através de ensaios prolongados nas estradas reais.

Em 1889, Benz expôs o carro na Exposição Universal de Paris, causando um grande impacto, e tornando-o no primeiro carro a ser exibido e a ser vendido internacionalmente.

O sucesso da viagem gerou publicidade gratuita na imprensa. Em 1889, Carl Benz levou o Modelo III para a Exposição Universal de Paris. A França, com melhores estradas, tornou-se o principal mercado da Benz & Cie., fazendo da empresa a maior fabricante de automóveis do mundo até ao final do século XIX (em 1900, produziam 603 carros por ano).



Carl Benz e Bertha Benz

Em 2008, o Conselho Regional de Karlsruhe aprovou a rota turística "Memorial Bertha Benz" para recordar a histórica viagem. Carl Benz admitiu publicamente que Bertha foi "muito mais corajosa" do que ele e que a iniciativa dela acabaria por ser decisiva para salvar do esquecimento comercial a invenção do carro e do motor.



Bertha e Carl Benz no modelo Victoria de 1893.

Mas foi ainda em 1893, que Benz produziu o primeiro veículo com quatro rodas, designado por Victoria, de grande luxo, de que foram produzidas poucas unidades, pois era muito caro e não estava preparado para a produção em série.

O maior sucesso de vendas da empresa só viria com o Benz Velo em 1894, um carro também com quatro rodas, com o preço de 2200 marcos de ouro (metade do preço do Victoria), do qual foram fabricadas cerca de 1.200 unidades, tornando-se no primeiro carro com grande produção em série. O preço equivalente do Velo seria, hoje em dia, de cerca de 20 000 €.



Benz Velo de 1894.

As réplicas do *Patent-Motorwagen*

Atualmente, restam apenas três exemplares originais do *Patent-Motorwagen* em museus alemães (Munique, Friedrichshafen e Estugarda). Alguns fabricantes realizaram algumas réplicas, exatamente iguais ao Benz modelo III, que são atualmente vendidas por cerca de 50 000 euros.

Existem, também réplicas miniatura do *Patent-Motorwagen* e do motor a gasolina. No Museu Faraday do IST pode encontrar uma réplica do carro na escala 1:8 e a réplica funcional de um motor na escala 1:6.



Réplica em tamanho real do Benz modelo III.

Do motor de Nicolaus Otto à marca Mercedes

O primeiro motor de combustão interna foi criado em 1860 pelo belga Étienne Lenoir (1822-1900). O motor queimava gás que era incendiado por faíscas criadas com a bobina de Ruhmkorff.



Réplica miniatura do Benz Patent Motor Car.
Vídeo

Nicolaus Otto (1832-1891) e o seu irmão construíram uma cópia do motor Lenoir e solicitaram uma patente em janeiro de 1861 para um motor a combustível líquido baseado no motor Lenoir (a gás) junto ao Ministério do Comércio da Prússia, mas a patente foi rejeitada. Em 1862, Otto construiu um motor a quatro tempos, a gás, que não resistiu ao primeiro ensaio experimental.



Motor Otto-Langen.

Em 1864, Nicolaus encontrou um parceiro rico, Eugen Langen (1833-1895), e fundaram a empresa *NA Otto & Cie*.que produziu, com sucesso, um motor vertical a gás, para aplicações estacionárias. Este motor viria a receber o Grande Prémio na Exposição Universal de Paris de 1867.Em 1869 a empresa de Otto mudou-se para o distrito alemão de Deutz sendo renomeada para *Gasmotoren-Fabrik Deutz.* Aparece assim, a marca Deutz AG.

Em 1875, o motor de Otto atingiu o seu desenvolvimento máximo produzindo cerca de 3 cavalos de potência máxima, e era muito alto (3 a 4 m de altura) o que dificultava a sua utilização prática. Em 1876, Otto desenvolveu um motor de quatro tempos usando

combustível gasoso comprimido que ficou conhecido como o motor de ciclo Otto. Otto patenteou o motor de quatro tempos em 1877.

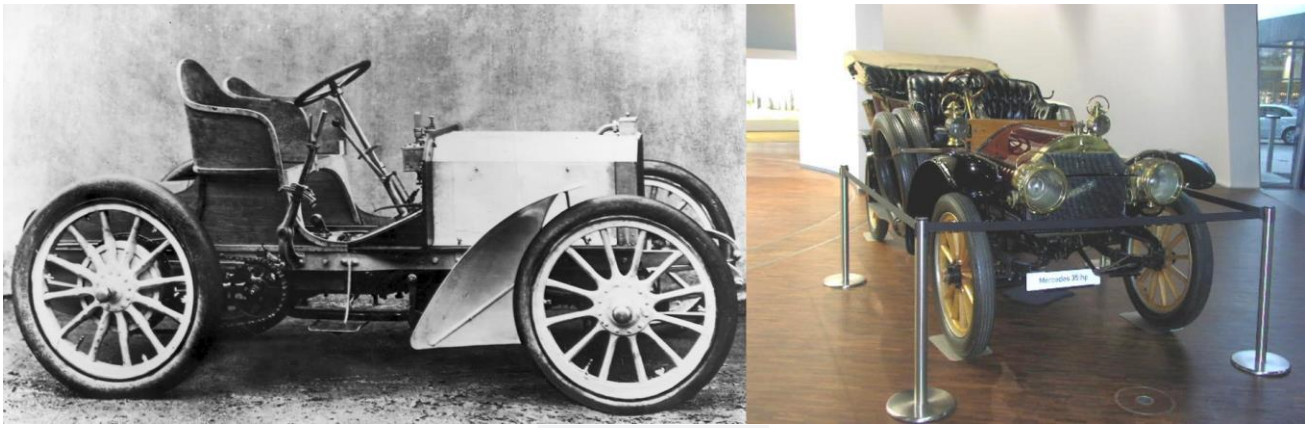
Na empresa de Otto, nessa altura gerida por Gottlieb Daimler (1834-1900) e onde também trabalhava Wilhelm Maybach (1846-1929), Daimler queria investir em pequenos motores para aplicações móveis, mas Otto não esteve de acordo. Daimler descobriu uma patente anterior, do motor de quatro tempos, datada de 1862, do francês Alphonse Beau De Rochas (1815-1893) que não tinha realizado o motor. Daimler saiu da empresa, juntamente com Maybach, para produzir este motor.



Empresa e Carros Benz Victoria e Velo em 1894.

Daimler e Maybach, em 1883, fizeram um motor com cilindro horizontal que funcionava com petróleo líquido comprimido que despertou em Daimler, o desejo em desenvolver um motor de alta rotação que poderia ter uma aceleração variável e ser utilizável na área dos transportes Fundaram a empresa Daimler-Motoren-Gesellschaft (DMG), mas Daimler faleceu em 1900 e a empresa foi, depois, gerida por Maybach.

A empresa começou a produzir motores a gasolina, mas após o sucesso de um pequeno número de carros de corrida construídos por Wilhelm Maybach, sob encomenda de Emil Jellinek (1853-1918), iniciou a produção do modelo DMG que seria o primeiro automóvel moderno de desempenho elevado, o Mercedes 35cv. Jellinek criou a marca Mercedes em 1902, batizando-a em homenagem à sua filha, Mercédès Jellinek (1889 - 1929).


Mercedes 35 cv (1901).

A eficiência energética de um motor Otto de quatro tempos é pequena, situa-se geralmente entre 25% e 30%, enquanto os motores Diesel a gasóleo de quatro tempos são mais eficientes, atingindo 35% a 40% devido à maior taxa de compressão nos cilindros.

O engenheiro inglês James Atkinson (1846-1914), em 1882, desenvolveu uma série de três motores de combustão interna, alternativos ao motor de Otto, tendo como objetivo aumentar a eficiência energética em vez de obter a potência máxima. Os motores de ciclo Atkinson, relativamente aos motores de ciclo Otto, com a mesma cilindrada, produzem menos potência e menos binário, mas são energeticamente mais eficientes. Atingem uma eficiência de 37% a 41% o que os torna ideais para sistema de motores híbridos (motor de combustão combinado com motor elétrico), pois o motor elétrico pode compensar a falta de potência e de binário.

Os rivais de Benz

Com o grande crescimento da *Benz & Cie*. Esta tornou-se a principal rival da *Daimler-Motoren-Gesellschaft*, fundada por Gottlieb Daimler (1834-1900), que vivia a poucos quilómetros de distância, mas não se conheciam.



Carl Benz e Bertha Benz

Em 1885, Daimler e Maybach projetaram uma versão de motor com cilindro vertical, que Daimler apelidou de *Standuhr* (Relógio do Avô) por ser semelhante a um relógio de pêndulo do seu avô. Este motor foi montado na primeira motocicleta com motor de combustão interna, chamada *Petroleum Reitwagen*. No ano seguinte, montaram o motor numa carruagem e acoplaram outro motor a um barco.

Em 1890, a empresa ficou como sociedade anónima *Daimler Motoren Gesellschaft* (Companhia de Motores Daimler, DMG). Os seus primeiros automóveis foram vendidos em 1892. Daimler adoeceu e retirou-se por uns tempos. Ao retornar, os outros acionistas dificultaram-lhe a vida, o que levou à sua renúncia em 1893, mas que foi revertida em 1894. Maybach renunciou também no mesmo período, mas também retornou.

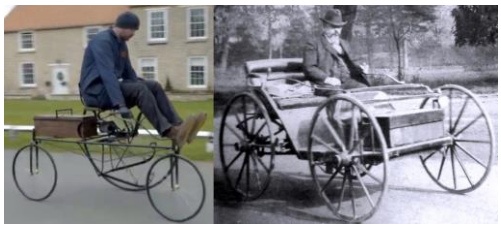
Daimler faleceu em 1900 e Wilhelm Maybach deixou a DMG em 1907.

Após a Primeira Guerra Mundial, a crise económica alemã forçou as duas gigantes DMG e *Benz Deutz* a fundirem-se e, em 1926, formaram o grupo *Daimler-Benz AG*, batizando os seus carros como Mercedes-Benz. O logotipo criado para a nova marca, a estrela de três pontas, pretendia representar o domínio dos motores produzidos em três meios: terra, mar e ar.

A vida curta do carro elétrico concorrente

Embora o primeiro motor elétrico seja atribuído a Michael Faraday, os motores práticos movidos a eletricidade foram apresentados por volta de 1828 pelo húngaro Ányos Jedlik (1800-1895) e, em 1834, por Thomas Davenport (1802-1851)

Com a invenção das baterias recarregáveis de chumbo, nomeadamente depois dos trabalhos realizados em 1859 pelo francês Gaston Planté (1834-1889), começou a haver interesse na mobilidade elétrica.



Triciclo Trouvé (1881) e Charrete Flocken (1888).

Em 1881, Gustave Trouvé (1839-1902) introduziu um triciclo elétrico, que hoje em dia, é considerado como o primeiro carro elétrico funcional. O primeiro carro dotado de motor de combustão apareceria 5 anos mais tarde, em 1886, proposto por Carl Benz.

Em 1888, Andreas Flocken (1845-1913) desenvolveu o Flocken Elektrowagen, uma charrete elétrica de quatro rodas, que podia atingir 15 km/h.

Em 1888, em Nova Iorque, surgiu uma frota de 12 táxis elétricos, e em 1899 já eram 60.



O torpedo, Jenatzi e a esposa, na parada do recorde.

Ainda em 1888, o carro mais rápido do mundo, equipado com 2 motores de 34 cv, foi o elétrico "La Jamais Contente", em forma de torpedo, criado em 29 de abril de 1899, foi produzido e pilotado pelo belga Camille Jenatzy (1868-1913) atingiu a velocidade recorde de 105,9 km/h.

1896, o carro Armstrong Phaeton é fabricado e hoje é considerado um dos pioneiros carros híbridos do mundo, foi projetado por Harry E. Dey.

Em 1899, surgiu a empresa Baker Electric, especializada em serviços elétricos, que produziu carros elétricos Baker entre 1899–1915.



1896- Armstrong Phaeton (museu de Louwman)

Em 1900, em Nova Iorque, havia mais carros elétricos do que a combustão (gasolina). Estima-se que, na totalidade, havia nos

EUA, 4190 carros dos dois tipos. Os carros elétricos eram silenciosos, mais cómodos de operar, não faziam barulho e não tinham que ser ligados por uma manivela que era muito desconfortável. Todavia, tinham o problema da descarga da bateria que tinha de ser trocada de vez em quando, por uma carregada.

Em 1901, Ferdinand Porsche (1875-1951) desenvolve o "*Porsche Semper Vivus*" um carro elétrico hibrido em série que usava dois motores a gasolina para acionar geradores elétricos que, por sua vez, acionavam motores situados nos cubos das rodas da frente. Foi também produzida uma versão com quatro motores elétricos sendo considerado o primeiro carro com tração às quatro rodas.

Em 1901, Ferdinand Porsche projetou o *Lohner-Porsche Mixte* que utilizava um motor a gasolina para carregar as baterias, e o Armstrong Phaeton (1896). Contudo, esta tecnologia viria a consolidar-se, 90 anos depois, com o Toyota Prius (1997) e o Honda Insight (1999).

O predomínio dos carros elétricos foi crescendo até 1910, mas em 1908 apareceu um carro bastante mais barato, a combustão, o Ford T produzido com técnicas muito inteligentes de produção em grandes quantidades que embarateciam os carros.

Logo em 1912, apareceu o sistema de arranque elétrico do motor de combustão, eliminando-se uma desvantagem relativamente aos carros elétricos.



1906- Táxis da "*Edison Company*", em Manhattan, Nova Iorque, EUA.

Para o arranque elétrico, a empresa Delco desenvolveu um sistema que foi aplicado pela primeira vez no Cadillac Model 30 pela General Motors. O sistema, da autoria de Charles Kettering (1878-1958), foi patenteado com o número US 1150523 e o seu uso generalizou-se rapidamente, retirando aos carros elétricos uma das suas grandes vantagens. Assim, de 1912 a 1920, o carro elétrico foi tendo cada vez menos protagonismo.

Como Henry Ford (1863-1947) dizia frequentemente: o Ford T tem de ser acessível a qualquer pessoa. As melhorias nos processos de produção em série permitiram reduzir custos. Inicialmente, o Ford T custava $850 dólares (cerca de 30500 dólares em 2026) mas em 1927 já só custava $290 (cerca de 5.500 dólares em 2026).



Ford T: modelo Torpedo (1911) e modelo Runabout (1927)

A qualidade, robustez e baixo preço foram as razões que levaram o modelo T a atingir os 15 milhões de unidades vendidas.

A Daimler-Benz e a 2ª guerra mundial

Durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), a Daimler-Benz, desempenhou, tal como outras empresas alemãs, um papel central na economia de guerra da Alemanha Nazi, o que teve algumas consequências na sua estrutura e reputação histórica, nomeadamente a partir de 1941 em que quase deixou de produzir veículos civis.



Carl Benz e Bertha Benz

A Mercedes continuou a produzir camiões pesados (como o L4500) para as forças de defesa Nazi. Os modelos de elevado luxo, como o Mercedes-Benz 770, tornaram-se os veículos oficiais de Adolf Hitler e de altos oficiais do regime.

Devido à escassez de mão de obra masculina (que tinha sido enviada para a frente de batalha), a Daimler-Benz recorreu massivamente a trabalhadores forçados, prisioneiros de guerra e pessoas detidas nos campos de concentração, que era o modo de funcionamento das empresas dependentes do regime Nazi.

As principais fábricas da Mercedes-Benz (como as de Sindelfingen e Untertürkheim) foram alvos prioritários dos aliados e ficaram severamente danificadas ou destruídas.

Com a rendição alemã, a empresa perdeu todos os seus ativos no estrangeiro ocidental e nas zonas ocupadas pela União Soviética. A produção recomeçou lentamente em 1946, com a permissão das autoridades de ocupação americanas, inicialmente focada em ambulâncias e carrinhas baseadas no modelo Mercedes-Benz 170 V.



Mercedes 770

Nas décadas seguintes, a empresa realizou investigações históricas independentes e tornou-se membro de fundações para indemnizar ex-trabalhadores forçados e sobreviventes do Holocausto. A Mercedes-Benz, como marca, distanciou-se dos veículos produzidos para o regime Nazi, mas reconhece-os como fazendo parte da sua história de avanço na tecnologia, representada no seu museu em Estugarda.

Nos anos 50, a empresa conseguiu uma enorme recuperação, à custa de dois carros icónicos e prestigiantes: o Mercedes 300 SL "Asas de Gaivota" (1954), o carro mais rápido existente. A estabilidade financeira da empresa ficou garantida com o Mercedes 180 "Ponton", robusto e dotado de uma carroçaria integrada que definiu o aspeto e o sucesso dos seus carros seguintes, até aos dias de hoje.



Mercedes 180 e 300 SL

O regresso dos carros elétricos

A grande evolução ao nível das baterias elétricas despertou de novo o interesse pelos carros elétricos Após a Segunda Guerra Mundial, a escassez de combustível em alguns países levou à criação de veículos elétricos de pequena autonomia. Também, a crise do petróleo de 1973 levou ao estudo de alternativas elétricas de mobilidade.

Em 1947, a Tokyo Electro Automobile Co. cria o Tama Electric Car, um pequeno carro japonês para lidar com a falta de gasolina no pós-guerra.

Em 1959, o carro Henney Kilowatt baseado no chassis do Renault Dauphine, foi realizado e é considerado o primeiro carro elétrico de passageiros de "grande produção" (menos de 100).

O Sebring-Vanguard CitiCar foi um microcarro em forma de cunha que se tornou o elétrico mais popular entre 1974 e 1977 e que foram produzidas cerca de 4.000.

Nos anos 80 e 90 começaram a sentir-se as preocupações ambientais e os carros de combustão eram um dos problemas. Estes carros consomem combustíveis que demoraram milhões de anos a fazer e aproveitam apenas 30 % da sua energia deitando 70% desta energia soba forma de poluentes para a atmosfera. Começaram a parecer os primeiros carros híbridos (com motor de combustão e outro elétrico).

Em 1985, Sir Clive Sinclair (1940-2021) tenta impor um veículo elétrico de transporte individual, o triciclo Sinclair C5, vendido numa caixa em kit. Produziu 14000 exemplares, mas as críticas foram enormes e o processo morreu sem grande aceitação.

Em 1990, o Conselho de Recursos Atmosféricos da Califórnia (CARB) criou uma lei que obrigava as principais fábricas dos EUA a produzir e vender veículos com emissão zero para manter o acesso ao mercado californiano. Um dos carros mais icónicos da história elétrica. E A General Motors criou, em 1996, o General Motors EV1 muito avançado mas vendeu pouco mais de 1000 unidades e deixou cair a sua produção.

Em 1996, a Honda introduziu o sistema eletrónico de vectorização de binário que produzia binários de força diferentes nas duas rodas do mesmo eixo dos carros.

Em 1997, a empresa Toyota apresentou o Toyota Prius que foi o primeiro híbrido de produção em massa do mundo. Estava dotado de um motor de combustão de ciclo Atkinson e um motor elétrico que o ajudava.

Mas, em 1999, seria o Honda Insight a ser o primeiro híbrido a ser comercializado nos EUA e na Europa.

Em 2003, na Califórnia, foi fundada a empresa Tesla pelos engenheiros Martin Eberhard (1960 -…) e Marc Tarpenning (1964 - …), que tinham vendido uma empresa fabricante de baterias de lítio e que acreditaram no fabrico de carros elétricos de elevado desempenho. O empresário Elon Musk (1971 - …), sendo considerado o cofundador da empresa, juntou-se em 2004 e liderou o primeiro investimento significativo tendo-se tornado o CEO da empresa em 2008. Veja a história das baterias de lítio.

Em 2007, nos EUA, a empresa Better Place criou o negócio das baterias de aluguer para serem incluídas em carros desprovidos de bateria, através do sistema "Quick Drop" patenteado pela Renault em parceira com a Better Place. A empresa não teve grande adesão da indústria a esta ideia e acabou por falir em 2013.

A inovação criada pela Tesla

A Tesla teve como objetivo inicial acelerar a transição mundial para energia sustentável e, também, o uso de materiais sustentáveis aplicados em carros de elevado desempenho. O primeiro carro produzido foi o Tesla Roadster, lançado em 2008 tendo sido produzido até 2012 na quantidade de 2600 unidades. A base do carro foi a de um Lotus Elise, mas o número de componentes da Lotus é de apenas 10% do total. O Roadster tem uma autonomia de 350 km e acelera de 0 a 100 km/h em 3,9 s, desempenho semelhante ao de um superdesportivo com motor de combustão. A Tesla apostou em materiais leves, como o alumínio, em compósitos de fibras e muitos materiais amigos do ambiente.

Em 2009, a Mitsubishi lançou o i-MiEV (*Mitsubishi innovative Electric Vehicle*), considerado como sendo o primeiro carro elétrico destinado a autoestradas, apesar de ter uma capacidade muito pequena da bateria (apenas 16 kWh), que permitia uma autonomia anunciada de 160 km (NEDC)[4], mas que, na prática, era de 100 km, quando medido com a norma atual (WLTP).

O i-Miev foi rebatizado na Europa como Peugeot iOn e o Citroën C-Zéro do grupo PSA, atualmente integrado no grupo Stellantis.

Em dezembro de 2010, a empresa Nissan lançou o carro elétrico Nissan Leaf, com uma autonomia de 160 km, capaz de atingir a velocidade de 150 km/h. O Leaf foi durante muito tempo o carro elétrico mais vendido no mundo. Foi introduzido em Portugal em maio de 2011, e foi atualizado em 2017 com uma nova carroceria e com baterias de maior capacidade (40 kWh) que lhe davam uma autonomia WLTP de 270 km.

Em 2010, na Universidade de Munique, Michael Graph, na sua tese de doutoramento, introduziu o sistema de vectorização de binário de forças para motores elétricos acionando uma plataforma mecânica.

[4] ***NEDC (New European Driving Cycle),*** **criada nos anos 80, mas era pouco realista, sendo substituída pela WLTP** ***Worldwide Harmonised Light Vehicle Test Procedure.***

Em 2011, a Renault lançou o modelo Fluence Z.E. que era o carro de combustão convencional, Fluence, adaptado para elétrico. Tinha uma bateria de 22 kWh, na bagageira, que era compatível com o sistema "Quick Drop". Em 2014, o Fluence Z.E: deixou de ser produzido.

Em 2012, a empresa Renault introduziu Renault Zoe, o primeiro carro elétrico europeu, pós 2000, desenvolvido de raiz para ser elétrico, tornando-se rapidamente no carro elétrico europeu mais vendido. O Zoe podia incluir a bateria de fábrica, ou usar uma bateria alugada pela Renault adaptada ao sistema "*Quick Drop*".

Em 2012, a Tesla subiu a parada ao apresentar o Tesla Model S com autonomias variáveis entre 400 km e 630 km, tornando-se num dos carros mais rápidos, capaz de acelerar de 0 a 100 km/h em 2,5 s a 6 s, dependendo das versões. O Tesla Model S é um modelo de luxo elevado que introduziu um novo paradigma na mobilidade elétrica. O carro é atualizável pela internet e vai sofrendo melhorias de *software* controladas pela empresa.

O Tesla Model S passou a servir de modelo para todos os carros elétricos de luxo, desenvolvidos depois de 2012, com a minimização do uso de botões de comando físico, passando estes comandos para *software*, através de comandos de toque num ecrã sensível. A Tesla incluiu a condução autónoma e o carregamento gratuito para toda a vida do carro, nos seus veículos de topo de cada gama. O modelo P100 D, com dois motores de 700 cv de potência total, custava cerca de 140 000 €.

Em 2013, a empresa Wolkswagen introduziu o modelo Volkswagen e-up, baseado na versão de combustão, visando a mobilidade elétrica citadina; inicialmente estava dotado de uma bateria de 19 kWh que lhe dava uma autonomia de cerca de 80 km. Em 2019, o modelo foi atualizado e a nova bateria de 37 kWh permitia-lhe ter uma autonomia de cerca de 200 km, que se traduziu num maior sucesso deste modelo.

Em 2013 e 2014, a empresa alemã BMW introduziu os seus primeiros carros elétricos BMW i3 e BMW i8 realizados com materiais leves, amigos do ambiente fugindo às técnicas tradicionais de uso de chapa de aço na produção de carros. O BMW i3 era elétrico e conseguia facilmente ter um consumo baixo recorde de 11 kWh / 100 km. Foram produzidas cerca de 250 000 unidades.

O BMW i8 foi um carro desportivo de luxo e de alto desempenho, do tipo híbrido "plug in", com motor elétrico alimentado por uma pequena bateria de lítio e um pequeno motor de combustão com as potencias somadas de 362 cv sendo 143 cv disponibilizados pelo motor elétrico que excitava o eixo dianteiro.



BMW i3 e BMW i8.

O i8 atingia a velocidade de 250 km / h. Foram produzidas cerca de 20500 unidades. As portas de acesso aos dois lugares eram do tipo basculante.

O i3 e o i8 beneficiavam do baixo peso, resultante dos materiais compósitos usados, mas o custo de produção era muito elevado, exigia fábricas dedicadas e o preço dos carros era muito elevado relativamente ao que poderia ser obtido pelo processo de construção convencional.

Em 2015, a Tesla inovou, uma vez mais ao apresentar o carro de luxo, Model X, dotado de portas traseiras do tipo *Falcon Wing*, que apenas precisavam de 30 cm de distância para abrir e fechar. Os modelos de topo custavam cerca de 140 000 €.

Em 2017, a Tesla lançou o Tesla model 3, um carro barato, extremamente eficiente, com carroceria em alumínio, materiais amigos do ambiente e uma aerodinâmica apurada que lhe permitia acelerar, nalgumas versões, em 2,9 s de 0 a 100 km/h e atingir a velocidade de 262 km/h, números só ao alcance de carros

superdesportivos. O Model 3 viria a ser o padrão a seguir pelos futuros carros elétricos, nomeadamente os de origem chinesa. O carro dispensa botões físicos e funciona com *hardware* predeterminado e consolidado em poucas versões, controlado pelo *software* mais avançado, com atualizações muito frequentes, que possibilita melhorias consecutivas no carro. O Model 3 Performance, com dois motores, um em cada eixo, não dispõe de binário eletrónico vetorizado, mas tem um sofisticado sistema que controla individualmente os travões e a excitação dos motores de modo a simular uma vectorização do binário.

Em 2021, a Tesla introduziu o Model S Plaid e o modelo X Plaid, dotados de 3 motores com a potência de 1020 cv, com dois motores traseiros independentes dotados de binário eletrónico vetorizado. Estes carros atingiam a velocidade de 322 km/h e a aceleração de 0 a 100 km/h em 2.1 s, tornando-se nos carros, de grande produção, mais rápidos do mundo.

Em maio de 2026, a Tesla cancelou a produção dos Model S e Model X, que apenas representavam 3% das unidades que fabricava. As fábricas de Fremont, EUA, foram dedicadas à produção de veículos de transporte Cybertruck, robôs Tesla Optimus e Robotaxi Cybercab, os táxis autónomos sem condutor. As últimas 250 unidades produzidas de cada modelo, designadas por *Signature Edition*, foram vendidas por 160 000€, dotadas de melhorias, mas com um contrato de não revenda, a não ser à própria Tesla. Nesta data a Tesla disponibilizou livremente toda a informação sobre os sistemas dos seus carros, e sobre as ferramentas especiais necessárias para que outras empresas se dediquem ao negócio da manutenção das unidades Model S e Model X.

Atualmente, em setembro de 2026, a Tesla está a usar os robôs Tesla Optimus nas suas linhas de produção para realizarem muitas tarefas e aprimorar a sua inteligência, mas virão a ser comercializados por cerca de 25000 €.



Tesla Model S e Model X, versões "Plaid".

No início de 2026, a China já tinha cerca de 90 produtores de carros elétricos que estão a ser comercializados para todo o mundo. São carros competitivos, mais baratos e com qualidade que é considerada ser muito boa. A China patrocina estas empresas, mas estima-se que só uma pequena parte sobreviverá. As que sobrevirem ficarão muito robustas e capazes de liderar mundialmente.

Em 2026, a empresa chinesa Xiaomi entrou no mercado dos superdesportivos de luxo e alto desempenho, produzindo o Xiaomi SU7 Ultra, que rapidamente se tornou no carro elétrico mais rápido do mundo



Xiaomi SU7 Ultra

As baterias de lítio

No fim dos anos 60, devido à crise do petróleo, a empresa petrolífera Exxon ordenou, em 1972, ao seu investigador químico, o britânico Michael Stanley Whittingham (1941-), que descobrisse qualquer forma de energia elétrica que não envolvesse petróleo. Começou assim a investigação das baterias de lítio para se tentar ajudar a mobilidade elétrica. A China, também aqui, lidera o mercado das baterias e a investigação das baterias de eletrólito sólido, seguindo uma estratégia que pode vir a liderar os sistemas de mobilidade elétrica mundial.

Em 2026, as baterias mais baratas são as de lítio-ferro fosfato (Li Fe Po), usadas em carros elétricos mais baratos. As novas baterias de iões de sódio, designadas por Naxtra, começaram a ser produzidas pela empresa CATL, que são mais robustas do que as de iões de lítio e podem ser carregadas com temperaturas muito baixas, contrariamente às de iões de lítio.

A CATL introduziu, recentemente, o sistema de baterias AB (A de lítio e B de sódio) , designadas por Freevoy, que inclui uma mistura de células de iões de sódio (B) e de lítio (A), procurando tirar vantagens das duas tecnologias que são postas em jogo de modo bastante inteligente, pelo sistema BMS "*Battery Management System"*. Por exemplo, com temperaturas baixas as células de iões de sódio são mais usadas e o aquecimento resultante delas, em funcionamento, serve para aquecer as de lítio, que, assim, darão mais energia disponível. Neste sistema AB, como as baterias de sódio têm uma durabilidade maior, são mais usadas e as de lítio só intervêm quando o BMS achar conveniente.

A Tesla compra as baterias de sódio e de lítio às empresas coreanas e chinesas, mas tem vindo a desenvolver uma tecnologia própria, revolucionária, designada por células de ânodo e de cátodo secos, embaladas no formato 4680 (46 mm de diâmetro e 80 mm de comprimento).

Em 2019, a Tesla comprou a empresa Maxwell Technologies[5] que já tinha desenvolvido células de cátodo seco, mas não era fácil passar esta tecnologia para a produção em série, devido a que o cátodo seco é frágil e quebradiço o que dificultava a fabricação em alta velocidade. A Tesla resolveu este problema e, atualmente, já tem estas células em produção na Gigafactory do Texas. Estas baterias também têm os elétrodos (*Tabless*), em que energia entra por toda a extremidade da célula, reduzindo as perdas e permitindo carregamentos super-rápidos sem aquecimento exagerado das células.

O mundo das baterias recarregáveis está num desenvolvimento excecional e a indústria está a investir fortemente nesta área da tecnologia que é a mais limitadora do avanço da mobilidade elétrica.

Documentos criados por IA a partir deste texto

I- Resumo: From Benz to Electric: The Dawn of the Automobile

Este texto descreve a trajetória histórica do automóvel, desde a invenção do motor de combustão por Carl Benz até à ascensão dos veículos elétricos modernos. Destaca-se o papel fundamental de Bertha Benz, cujo investimento financeiro e audaciosa viagem de longo curso validaram a viabilidade comercial das primeiras viaturas. O conteúdo explora a evolução das marcas Mercedes-Benz e Ford, analisando como a produção em série e a inovação tecnológica moldaram a indústria global. Paralelamente, é traçado um cronograma da mobilidade elétrica, recordando que esta tecnologia dominou as cidades no início do século XX antes do seu recente ressurgimento. O documento culmina na análise da transição energética atual, focando-se na liderança da Tesla e na crescente influência da indústria chinesa e das baterias de lítio.

II- Podcasts:

A) **Dos Benzes aos Elétricos (versão curta, 16 m)**
B) **De Bertha Benz aos Elétricos (versão longa, 28 m)**
C) **De Bertha Benz às baterias de sódio (versão curta com enfase na tecnologia, 16 m)**

III- Vídeo: Dos Benzes aos Elétricos (versão curta, 9 m).

[5] A Maxwell é especialista em ultra-condensadores.