

# — 18 —

## Acelera!

Por que um carro acelera mais do que outro? A resposta está na Segunda Lei de Newton.

### ..... Que carro acelera mais? .....

carro	motor	massa	tempo de aceleração (0 a 100 km/h)
Trave Plus	PowerRanger 1.0	848 kg	10,0 s
Trave GTi 16 V	NoPower 2.0	848 kg	8,3 s
Paramim	PowerRanger 1.0	967 kg	12,5 s

**A tabela mostra o desempenho de modernos veículos nacionais. Você é capaz de dizer por que uns aceleram mais rápido do que os outros?**



Jim Davis  
*Garfield na Maior*  
Ed. Cedibra

## A aceleração do carro e a Segunda Lei .....

Você pode observar pela tabela da página anterior que alguns modelos atingem mais rapidamente a velocidade de 100 km/h. Se compararmos os dois primeiros carros, veremos que seus motores são diferentes, mas que eles possuem a mesma massa. Na verdade, a principal diferença entre eles é o motor, que é o responsável pela força.

O segundo carro possui um motor mais potente, o que significa que ele é capaz de exercer uma força maior. Isso explica o menor tempo para se atingir a marca dos 100 km/h.

Por outro lado, o primeiro e o terceiro carros (Trave Plus e Paramim) têm o mesmo motor, porém seus tempos de aceleração são diferentes. Por que será?

Se você observar bem, verá que o carro que possui maior massa é o que acelera menos (maior tempo), o que nos leva a concluir que uma massa maior provoca uma aceleração menor.

## Calculando a aceleração .....

A aceleração, portanto, mede a rapidez com que se muda a velocidade. Observe a tabela da página que abre este tópico. O automóvel Trave Plus demora 10 segundos para atingir a velocidade de 100 km/h. Isso quer dizer que, em média, sua velocidade aumenta 10 km/h por segundo.

Por que “em média”? Porque ele pode acelerar mais nos primeiros 5 segundos e menos nos 5 segundos restantes, por exemplo. De qualquer forma, dizemos que sua aceleração média foi de 10 km/h/s.

É chato mas é verdade: para poder fazer cálculos de forças você terá de passar todos os valores de velocidade para metros por segundo. É realmente chato. Mas, afinal, o que é dividir por 3,6? Em vez de 100 km/h teremos algo perto de 27,8 m/s.

Tudo isso está de acordo com a Segunda Lei de Newton:

**“A mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida, e é produzida na direção da linha reta na qual aquela força é imprimida.”**

Como poderíamos expressar isso (argh!) matematicamente? Já vimos que podemos “medir” o movimento de um corpo pelo produto da massa pela velocidade:  $m \cdot v$ . A mudança do movimento seria então o produto da massa pela mudança da velocidade, que é o que chamamos de aceleração:  $m \cdot a$ . Podemos, então, escrever assim:  $m \cdot a = F$ . Ou, como é mais bem conhecida:

$$F = m \cdot a$$

Podemos dizer que essa fórmula expressa a Segunda Lei de Newton.

Isso quer dizer que a velocidade do Trave Plus aumentará de 2,78 m/s em cada piscada do seu relógio digital. Ou seja sua aceleração será de 2,78 m/s/s, ou, de forma abreviada, 2,78 m/s<sup>2</sup> (metros por segundo ao quadrado). Sabe como chegamos ao valor 2,78? Adivinhou: dividindo 27,8 m/s (que é a variação da velocidade do carro) por 10 segundos (que é o intervalo de tempo em que medimos essa variação). Formulisticamente, isso se escreve assim:

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

Na Física o  $\Delta$  (delta) representa variação. Então estamos dizendo que a aceleração média é a variação da velocidade dividida pela variação (intervalo) do tempo!

Use-a para achar a aceleração dos outros carros!

Tente calcular a aceleração dos outros dois modelos. Leia mais para saber obter o valor da força resultante em cada um.

# Subidas, descidas & areia .....

carro	situação	tempo de aceleração (0 a 100 km/h)
Trave Plus	Asfalto Pista Horizontal	10,0 s
Trave Plus	Areia Pista Horizontal	16,7 s
Trave Plus	Asfalto Subida	20,0 s
Trave Plus	Asfalto Descida	8,3 s

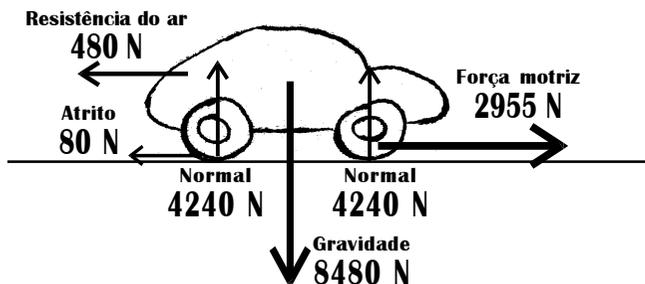
Se você observar a tabela ao lado, verá que na subida um carro acelera menos, enquanto na descida acelera mais do que na pista horizontal. Isso porque nesses casos, parte do peso (força gravitacional) do carro atua no sentido de ajudar ou atrapalhar o movimento. Na descida o carro conta com a ajuda da força gravitacional, enquanto na subida essa mesma força representa um empecilho. Além disso irão contar outras forças, como o atrito com a estrada, que irá depender da pista e do estado dos pneus, e a resistência do ar que dependerá do formato do carro, da velocidade dele e do vento e assim por diante.

Em todos os casos, é possível atingir os 100 km/h. Porém, às vezes ele o faz mais rápido, ou seja, tem aceleração maior, e às vezes o faz mais devagar, o que significa uma aceleração menor.

Quanto maior for o resultado dessas forças, maior será a aceleração, ou seja, mais rápida a mudança de velocidade. E quanto maior for a massa, menor será essa aceleração. Um caminhão de muita massa demora para atingir altas velocidades, embora a força a que está sujeito seja bem maior que a de um carro.

$$a = \frac{F}{m}$$

O que conta, portanto, não é somente a força motriz que o motor proporciona às rodas, mas também as demais forças. Por isso falamos em força resultante, ou seja, o resultado de todas as forças que estão agindo. Numa pista horizontal, por exemplo, teríamos as forças:



Na vertical temos a força gravitacional (peso), que é equilibrada pela força que o chão faz nos pneus. Veja que a soma das normais traseira e dianteira é igual ao peso.

Como essas forças estão em sentidos opostos, elas se anulam. Na horizontal, há a força motriz de 2955 N para a frente, mas também há um total de 560 N para trás, somando atrito e resistência. “Sobram” apenas 2395 N para acelerar o carro. Você pode encontrar sua aceleração dividindo essa força resultante pela massa do carro.

Na subida as forças são praticamente as mesmas de antes, mas estão todas “inclinadas”, exceto o peso, que continua sendo “para baixo”. Como o peso fica inclinado em relação ao piso, ele passa a ter dois efeitos: puxar o carro contra o piso e puxá-lo na direção da descida. Para saber de quanto é cada um desses efeitos temos de fazer como no esquema ao lado, intitulado “Os efeitos do peso”.

A inclinação da subida na tabela desta página é de 8 graus, semelhante à da figura “Forças na subida”. Isso provoca algo em torno de 1178 newtons, na componente do peso que força o carro ladeira abaixo. Quanto maior for a inclinação, maior será a parte do peso na direção da ladeira. Para 30 graus, como na figura “Os efeitos do peso”, esse valor seria próximo de 4240 newtons. Você acha que o carro conseguiria subir? Por quê?

Tente calcular a força resultante e chegue a uma conclusão.

**Responda rápido:**  
Por que na pista com areia o tempo de aceleração do carro é maior?

Deixa eu ver:

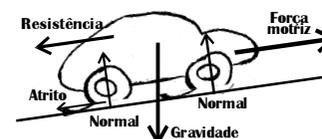
Se  $F = m \cdot a$  então

Calculando, temos:

$$a = \frac{2395 \text{ N}}{848 \text{ kg}} \approx \underline{2,8 \text{ m/s}^2}$$

É isso aí!

## Forças na subida:



## Os efeitos do peso:

