

UNIVERSIDADE DE ÉVORA  
DEPARTAMENTO DE PEDAGOGIA E EDUCAÇÃO

**CONTRIBUTOS PARA UMA NOVA DIDÁCTICA  
DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS:**

*UM ESTUDO DE ORIENTAÇÃO METACOGNITIVA  
EM AULAS DE FÍSICA DO ENSINO SECUNDÁRIO*

— ANEXOS —

ANTÓNIO J. NETO

ÉVORA/1995



UNIVERSIDADE DE ÉVORA  
DEPARTAMENTO DE PEDAGOGIA E EDUCAÇÃO

**CONTRIBUTOS PARA UMA NOVA DIDÁCTICA  
DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS:**

*UM ESTUDO DE ORIENTAÇÃO METACOGNITIVA  
EM AULAS DE FÍSICA DO ENSINO SECUNDÁRIO*

— ANEXOS —



ANTÓNIO J. NETO

166 368

Dissertação Apresentada à Universidade de Évora para Obtenção do Grau de  
Doutor em Ciências da Educação (Didáctica da Física)

*ORIENTAÇÃO DA PROF.ª DOUTORA MARIA ODETE VALENTE*

ÉVORA/1995

# ÍNDICE

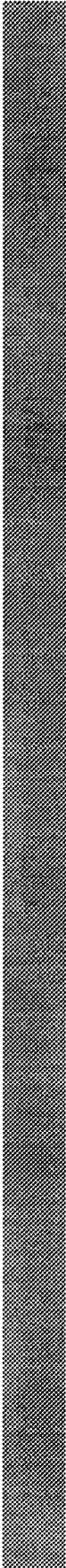
**ANEXO 1** — *Materiais de Apoio: uma Amostra Significativa*

**ANEXO 2** — *Resolução de Problemas: Fichas de Apoio*

**ANEXO 3** — *Trabalhos para Casa: Alguns Exemplos*

**ANEXO 4** — *Instrumentos de Medida e Estatística Descritiva Geral*

**ANEXO 5** — *Entrevistas: Guião e um Exemplar*



**ANEXOS**

**MATERIAIS DE APOIO:  
UMA AMOSTRA SIGNIFICATIVA**

**1**

## CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

ESCOLA: .....

TURMA: .....

ALUNO: .....

DATA: .....

### APRENDER FÍSICA A PENSAR \*

#### Texto 1

Se alguém der a uma criança de três anos um martelo para pregar pregos, ela pensará consigo própria : "O.K., vamos a isso.". Mas se, nessa mesma idade, e para o mesmo efeito, se lhe der uma pedra dura e, mais tarde, já com quatro anos, se lhe apresentar, então, um martelo, a criança, nesse caso, pensará: "Mas que invenção maravilhosa!". Quer dizer: só se **aprecia verdadeiramente uma solução quando antes se teve consciência da importância do problema em causa.**

Quais são, então, os **grandes problemas** da física? Estarão eles relacionados com o processamento de cálculos? **Sim...** mas com muito mais! Os problemas mais importantes da física têm a ver com a construção de imagens mentais, com a distinção entre o essencial e o acessório, com o modo como quem os resolve coloca questões a si próprio. Muito frequentemente, essas questões têm pouco a ver com a realização de cálculos; a elas estão associadas respostas simples do tipo sim/não: um objecto pesado, deixado cair da mesma altura e ao mesmo tempo que um objecto leve, baterá no solo em primeiro lugar? Dependerá a velocidade de um corpo

---

\* Concebido por António J. Neto, D.P.E., Universidade de Évora, a partir de Epstein, L. C. (1986). *Thinking Physics*.

da velocidade do observador que a mede? **Estas questões qualitativas são vitais para a física.**

Devemos acautelar-nos e não deixar que a superestrutura quantitativa da física abafe os seus alicerces qualitativos. Tem sido afirmado por cientistas famosos (Einstein, por exemplo) que **só se compreende verdadeiramente um problema quando se é capaz de encontrar uma resposta de tipo intuitivo, antes de enveredar pela via do cálculo.** E como encontrar essa resposta? Através do desenvolvimento da nossa intuição física. Mas como é possível desenvolvê-la? Exercitando-a, tal como se desenvolve o corpo exercitando-o.

**Pensar e rever ideias**, ainda que na privacidade da nossa mente, é uma tarefa que **exige esforço**, por vezes árduo. Todavia, ao fazê-lo, tem-se a oportunidade de reviver alguns dos problemas que atormentaram as mentes de cientistas famosos como Galileu, Newton ou Einstein. A física que abordamos, durante a nossa vida escolar, levou centenas de anos a ser construída. Algumas horas despendidas a **pensar a física** constituirão, por isso, uma **experiência compensadora.**

### *Exploração do Texto*

❶ *No texto é afirmado que:*

- para **aprender física**, é mais importante a parte quantitativa/qualitativa do que a parte qualitativa/quantitativa (*risca o que não interessa*);

- os "**grandes problemas**" que se colocam à física têm a ver com a necessidade de realizar cálculos matemáticos muito complexos (*verdadeiro/falso*);
  - a **intuição** não deve ser levada a sério para desenvolver ou aprender a física (*verdadeiro/falso*).
- ② O texto afirma que, perante um problema, é uma **boa ideia começar por** ..... **em vez de** .....
- ③ No texto aparecem **duas** das mais **importantes questões** que se colocam ao estudo da mecânica.
- *Um objecto pesado, deixado cair da mesma altura e ao mesmo tempo que um objecto leve, baterá no solo em primeiro lugar?*
  - Resposta:

### INFORMAÇÃO

***No vácuo, os corpos cairiam todos ao mesmo tempo, independentemente da sua massa, desde que fossem lançados no mesmo local, da mesma altura, no mesmo instante e com a mesma velocidade de lançamento.***

### *Questões*

1. No **vácuo** faz-se sentir/não se faz sentir a gravidade. (*risca o que não interessa*)
2. No **vácuo** (situação ideal), a **massa** dos corpos é um factor que **não influencia** o **tempo de queda** desses corpos. (*verdadeiro/falso*)
3. Em **situações reais**, a **massa** dos corpos é um factor que **pode influenciar** o **tempo de queda** desses corpos. (*verdadeiro/falso*).
4. Que **variáveis** é necessário **controlar** (fixar) para conseguir que, **no vácuo**, dois corpos caiam ao mesmo tempo?
5. Indica **cinco maneiras diferentes** de conseguires que, **no vácuo**, dois corpos caiam em intervalos de tempo diferentes, apesar de serem lançados no mesmo instante.

### NOTA BEM !

*No vácuo (situação ideal):* a massa dos corpos **nunca** influencia o tempo de queda.

*Na realidade:* a massa dos corpos **pode influenciar** ou não o tempo de queda.

- *Dependerá a velocidade de um corpo da velocidade do observador que a mede?*
- Resposta:

### INFORMAÇÃO

- *O que se pensa, correntemente:*

A **velocidade** de um corpo é independente do observador que a mede.

- *O que a física te ensina:*

A **velocidade** de um corpo **depende do observador** que a mede. Isto equivale a afirmar que o **estado de repouso** (velocidade nula) e o **estado de movimento** (velocidade não nula) **são** conceitos **relativos** (dependem do observador que os detecta). Esta **ideia** é conhecida por:

#### **PRINCÍPIO DA RELATIVIDADE DO MOVIMENTO**

- **Problema:** *Um comboio está a efectuar o seu percurso diário Lisboa-Porto, realizando-o sem paragens. O comboio está em repouso ou em movimento?*
- **Resposta mais inteligente:** *DEPENDE!...*

### **NOTA BEM!**

**Em física, quando afirmares que um dado corpo está em repouso ou em movimento, convém indicares o referencial relativamente ao qual te estás a referir. Porquê?**

### **INFORMAÇÃO**

Deves ter reparado que as respostas que a física dá para as duas questões anteriores são bem diferentes das respostas dadas pelas pessoas no seu dia-a-dia. Esse **conflito entre o que vulgarmente se pensa e o que a ciência afirma** constitui um dos maiores obstáculos à aprendizagem da física, particularmente da mecânica. Dessa forma, **só conseguirás aprender física se estiveres disposto a rever algumas das tuas ideias actuais** e, com o tempo, fores modificando essas ideias com a ajuda das ideias da física. Apesar de essa tarefa não ser fácil, ela é, contudo, possível. É óbvio que exige esforço!

### **UMA MENSAGEM**

*O que mais decisivamente influencia a aprendizagem de um dado assunto é aquilo que o aluno já sabe sobre esse assunto.*

*- Ausubel, psicólogo da aprendizagem.*

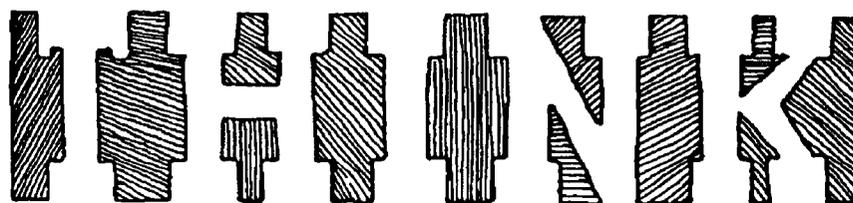
Deparar com problemas é a coisa mais certa que te pode acontecer na vida. Tão certo como é certo (penso!) lavares os dentes todos os dias. É óbvio que já dispões do que é fundamental para resolver problemas: o cérebro.

**Mas não importa apenas ter cérebro. Há que o saber utilizar!**

Por vezes, pensar muito parece-nos ser a única forma de resolvermos os nossos problemas. É claro que isso nem sempre funciona. **Há que saber pensar bem**, sob pena de o nosso pensamento ficar bloqueado e ser, por isso, improdutivo para o fim em vista.

É frequente, relativamente a um dado problema enfrentado, ouvir-se as pessoas dizerem: "Não o sei resolver. Desisto!". **Nunca faças isso. Desistir é próprio dos fracos.** Há sempre uma maneira diferente de olhar para os problemas; *há sempre uma outra maneira de ver as coisas.* Um exemplo:

Repara no desenho em baixo. **Qual a mensagem que ele contém?**



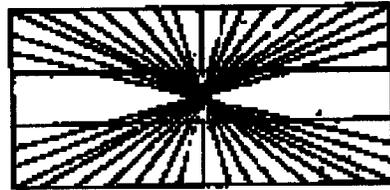
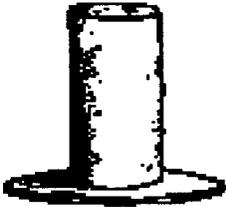
---

\* Concebido por António J. Neto, D.P.E., Universidade de Évora, a partir de Burns, M. (1976). *The Book of Think*.

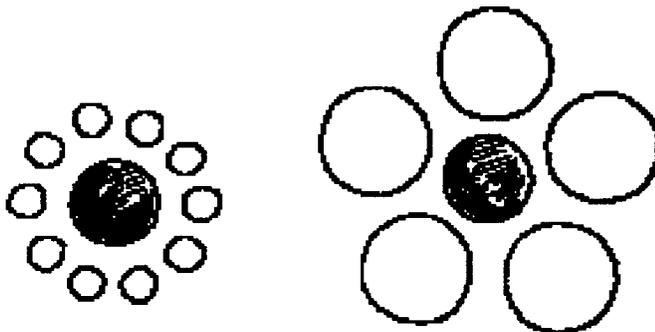
**HÁ SEMPRE OUTRA MANEIRA DE VER AS COISAS**

*Nalguns casos, as coisas parecem-nos o que não são:*

As 2 linhas horizontais são rectas ou curvas?



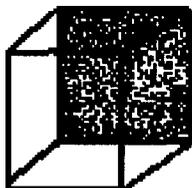
O chapéu é mais alto  
ou mais largo?



Qual dos círculos a sombreado é mais extenso? Será que o é?

*Noutros casos, a mesma coisa pode ser olhada de modos diferentes:*

A parte sombreada está por dentro ou por fora?



O que vês na figura?

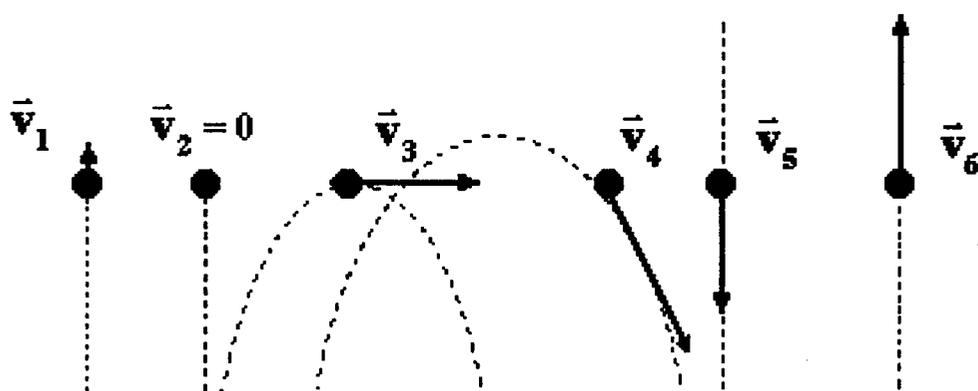
Que animal está aqui representado?



A mulher da figura é nova ou velha?

**FORÇA E MOVIMENTO:  
DIAGNÓSTICO DE CONCEPÇÕES ESPONTÂNEAS**

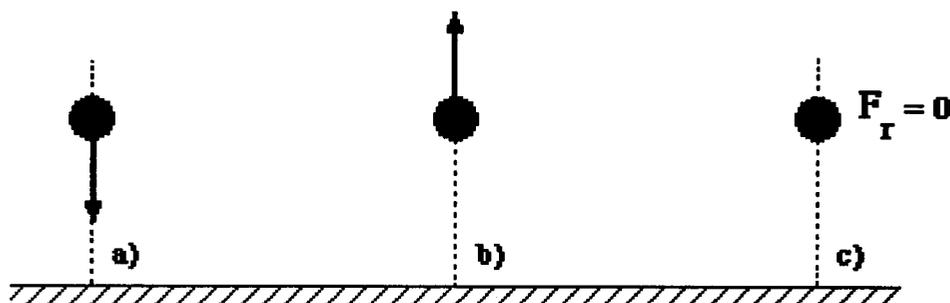
1. Um jogador joga ao ar seis bolas idênticas. Essas bolas são de dimensão diminuta e bastante mais densas do que o ar. No instante  $t$ , as seis bolas estão à mesma altura, correspondendo-lhes as trajetórias indicadas a tracejado na figura. Nesta, estão representados os **vectores velocidade** das seis bolas no mesmo instante  $t$  — por agora, basta-te saber que o **vector velocidade** é um vector cujo **módulo tem a ver com a rapidez** do movimento, a **direcção é tangente à trajetória** no ponto em causa e o **sentido é igual ao sentido do movimento**.



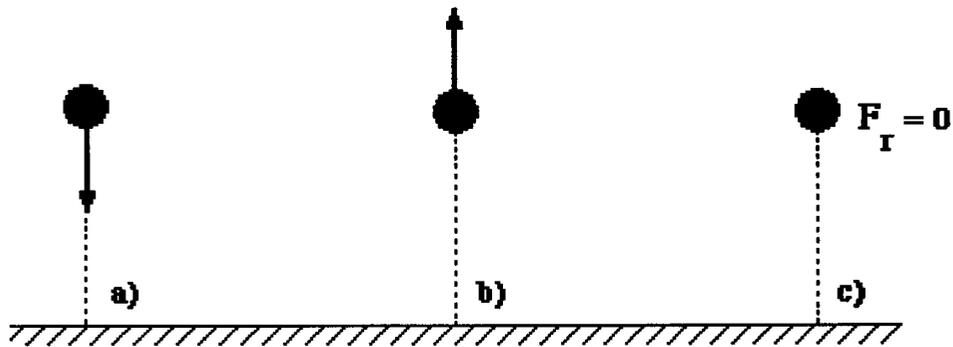
Representa na figura a **resultante das forças** exercidas sobre **cada uma das bolas**.

2. Indica, para cada caso a seguir representado, o **diagrama** que melhor ilustra a **força resultante** que actua na bola.

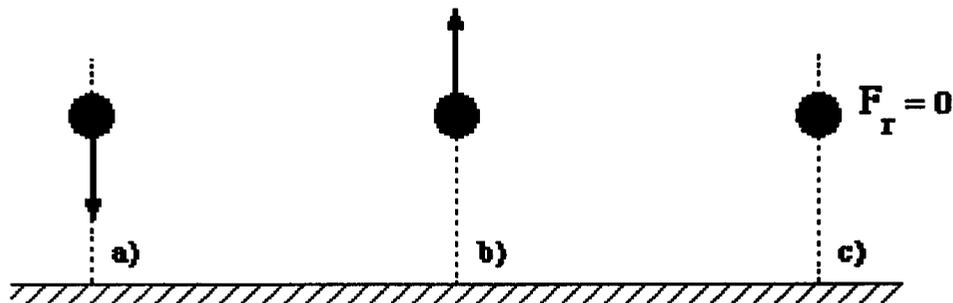
2.1. *Bola a subir*



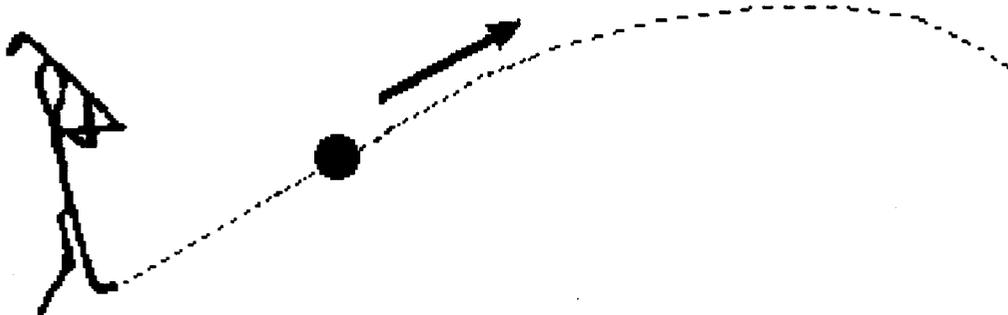
2.2. Bola no ponto de altura máxima



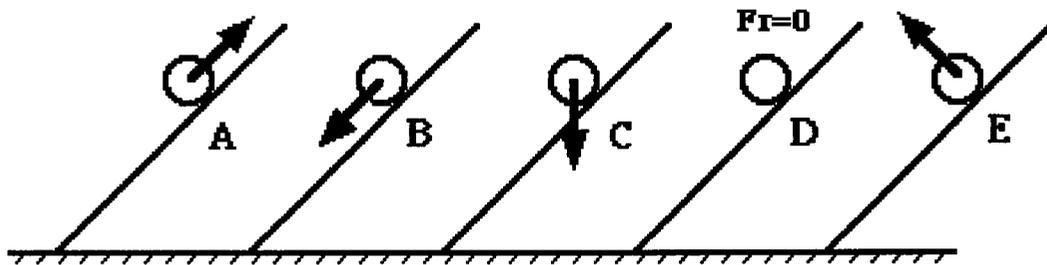
2.3. Bola a descer



3. Desprezando as forças derivadas da influência da atmosfera, a que outra(s) força(s) a bola de golfe estaria submetida ao seguir a trajetória figurada?



5. Uma bola é atirada da base de uma rampa, de modo a subi-la. Qual das figuras melhor representará a **resultante das forças** que actuam na bola?



6. Após uma breve corrida, um atleta efectua um salto em comprimento. A figura seguinte mostra as **posições do atleta, em diversos instantes** após o salto. **Representa, para cada um desses instantes, e utilizando vectores apropriados, a(s) força(s) que actua(m) no atleta.**



Muitos dos estudos de física consideram os *corpos como se fossem partículas sem dimensões*. Aliás, algumas das leis físicas só são rigorosamente válidas para interações entre partículas.

*Mas, afinal, o que são partículas?* Trata-se de *corpos ideais* (ficções) *sem dimensões, mas com massa* (!). Tudo se passa como se toda a massa de um corpo fosse "magicamente" concentrada num determinado ponto característico desse corpo (geralmente o centro de massa). Esse ponto, à partida meramente geométrico, adquire, assim, significado físico (por ter massa); é por isso que à partícula se chama, muitas vezes, *ponto material*.

A utilização de "corpos sem dimensões" é extremamente útil, sobretudo quando não estamos interessados em estudar fenómenos como rotações e vibrações. (*As partículas não rodam nem vibram! Porquê?*)

*Quando será mais legítimo encarar um corpo como uma partícula?* Quando as suas dimensões são desprezáveis face às restantes dimensões envolvidas no fenómeno. *Para ser tratado como partícula, um corpo não tem de ser "pequeno,"* no sentido que em geral se dá a essa palavra.

Realmente, *não existem na Natureza objectos sem dimensões* — mesmo as partículas nucleares (ainda que "pequeníssimas"! ) têm dimensões. Mas este conceito de partícula é uma *boa aproximação* porque os objectos reais comportam-se em muitas situações como partículas. E *não*

*deves ficar admirado por a ciência trabalhar com aproximações.* De facto, é por aproximações sucessivas que a ciência vai progredindo ao encontro da realidade; e é trabalhando assim que a ciência tem contribuído para modificar fortemente, no bom e no mau, o mundo que nos rodeia!

• **Definição.** Conceito é uma ideia geral e abstracta que reúne as características comuns de uma classe de objectos e pode aplicar-se a cada elemento da mesma classe. O conceito de *cadeira*, por exemplo, engloba as propriedades comuns a todas as cadeiras possíveis. A um conceito corresponde um conjunto de imagens mentais a que se associam sensações, emoções e aspectos linguísticos.

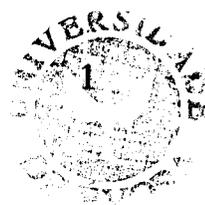
• **Termo que designa o conceito.** É o **rótulo** do conceito, num determinado código convencional. "Cadeira" é o rótulo do conceito de cadeira na língua portuguesa; o mesmo conceito tem noutras línguas rótulos diferentes: "*chair*" na língua inglesa e "*chaise*" na língua francesa, por exemplo.

- ❶ Não deves confundir o conceito com o termo convencional que o designa: o **conceito é uma entidade abstracta**; o **termo** que o designa é **uma entidade concreta** (um sinal convencional).
- ❷ Podes conhecer o rótulo de um conceito e não conheceres verdadeiramente esse conceito. Por exemplo: já conheces o termo "**velocidade**", rótulo do conceito de velocidade; no entanto, ainda não conheces bem esse conceito, tens dele apenas uma ideia aproximada.

Este ano, para além desse conceito, vais conhecer melhor (ou travar conhecimento) com conceitos tais como os que correspondem aos seguintes

---

\* Concebido por António J. Neto, D.P.E.; Universidade de Évora, a partir da obra *Tactics for Thinking*.



termos: "movimento", "força", "velocidade", "aceleração", "quantidade de movimento", "energia", "energia cinética", "energia potencial", "trabalho" ou "calor".

É possível teres já encontrado rótulos de conceitos sem teres *nenhuma ideia* do que esses conceitos significam. Talvez que esse seja o caso dos termos "*quark*", "buraco negro", "neutrino" ou "positrão".

• *Para conheceres um conceito deves:*

- ① Identificar a **classe** ou **categoria** a que esse conceito pertence.
- ② Indicar **situações** (exemplos) em que o **conceito esteja presente**.
- ③ Identificar outros **conceitos** pertencentes à **mesma categoria** (ou **subcategoria**).
- ④ Identificar **conceitos** pertencentes a **categorias** (ou **sub-categorias**) **distintas**.
- ⑤ Identificar os **atributos** (aspectos característicos) desse conceito.
- ⑥ **Definir** o conceito.
- ⑦ Indicar **leis, princípios, regras** ou **fórmulas** importantes em que o conceito intervenha.
- ⑧ Indicar **outros aspectos** interessantes relacionados com o conceito.

## FICHA DO CONCEITO "FORÇA"

**CATEGORIA:** *grandeza física* — por ser quantificável/mensurável.

**SUB-CATEGORIA:** *vectorial* — só fica bem representada através de vectores.

### TIPOS:

- *forças de contacto* — ligadas a actos como empurrar, puxar, segurar, ligar ou a situações de atrito;
- *forças à distância* — ligadas a interacções como a gravítica, electromagnética ou nuclear.

**CONCEITOS DA MESMA CATEGORIA:** *são também grandezas físicas* conceitos como os de *velocidade, aceleração, espaço, momento linear, energia, potência, massa, tempo, intensidade de corrente, diferença de potencial, resistência eléctrica, densidade, campo gravítico...*

**CONCEITOS DA MESMA SUB-CATEGORIA:** das grandezas anteriores, *são também vectoriais* a *velocidade, a aceleração, o momento linear e o campo gravítico.*

**CONCEITOS DE CATEGORIAS DIFERENTES:** *não são grandezas físicas* conceitos como os de *dor, alegria, "stress", amor, ódio...*

**CONCEITOS DE SUB-CATEGORIAS DIFERENTES:** *não correspondem a grandezas físicas vectoriais* os conceitos de *energia, massa, tempo, potência, intensidade de corrente,...*

**ATRIBUTOS:** como grandeza vectorial que é, *uma força é caracterizada* (em geral) por uma *intensidade* ou *módulo*, uma *linha de acção* (com uma dada  *direcção*), um *sentido* e um *ponto de aplicação*.

**DEFINIÇÃO:** (uma possível) *"força é um conceito criado pelos cientistas para descrever as interacções entre os corpos"*; dessa forma, "força" e "interacção" *são entidades inseparáveis.*

**LEIS, PRINCÍPIOS E FÓRMULAS:**

**OUTROS ASPECTOS:** as *forças* são responsáveis pelas *modificações dos estados de repouso e de movimento dos corpos* ou pelas *deformações* a que os mesmos podem ficar sujeitos.

---

## **"REGRA DE OURO" DAS FORÇAS**

O número de forças que actuam num corpo é *igual* ao número de **interacções físicas** que esse corpo estabelece com outros corpos!

### **REGRA PRÁTICA**

*Antes de pensares nas forças que actuam num corpo, pensa primeiro (!) nas interacções que esse corpo estabelece com outros corpos vizinhos.*

## LEI DA ACÇÃO E REACÇÃO

ou

LEI DE TALIÃO APLICADA ÀS INTERACÇÕES FÍSICAS...

Texto 5

---

### "OLHO POR OLHO, DENTE POR DENTE"

---

#### *A Lei de Talião e as Interações Físicas...*

Sabias que as interações físicas se regulam por uma lei parecida à *lei de Talião* ? Se não acreditas, repara na seguinte frase atribuída a **Newton** e retirada do teu livro (página 158):

Tudo o que comprime ou arrasta outra coisa é outro tanto comprimido ou arrastado por ela. Se alguém comprime com o dedo uma pedra, o seu dedo é igualmente comprimido pela pedra. Se um cavalo arrasta uma pedra ligada por uma corda, o cavalo é também puxado em sentido oposto, para a pedra.

-Newton.

Quer dizer (e *brincando* um pouco!): se um corpo "tira um olho" a um segundo (aplica nele uma força), o segundo exerce retaliação sobre o primeiro, "tirando-lhe igualmente um olho" (ou seja, exercendo nele uma força de igual valor); mas se o primeiro apenas for ao ponto de "tirar um dente ao segundo", este agora, ao retaliar, limita-se a "tirar também um dente ao primeiro".

## LEI DA ACÇÃO E REACÇÃO

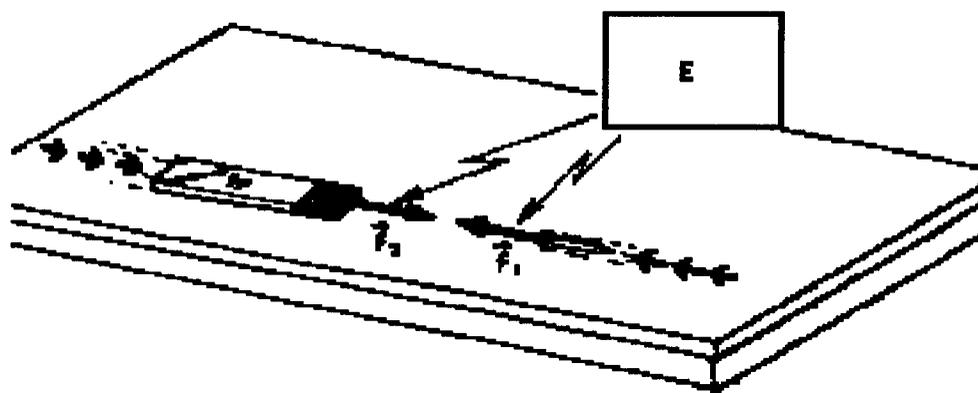
Quando um corpo A exerce uma força sobre um corpo B (ponto de aplicação em B), o corpo B reage sobre A com uma força do mesmo módulo, da mesma linha de acção, de sentido contrário e com ponto de aplicação agora em A.

## NOTA

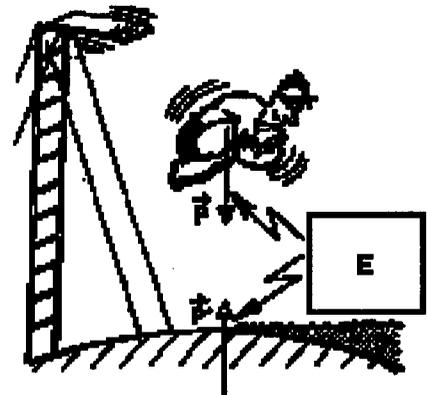
Deves perceber que as *forças de interação* entre dois corpos *ocorrem em simultâneo*. Assim, não penses que um corpo age sobre um segundo e só passado algum tempo é que este reage sobre o primeiro. **Tudo se passa ao mesmo tempo**. Por isso, cada uma das forças de um par acção-reacção tanto pode ser rotulada de acção como de reacção. Tudo depende da conveniência do momento ou da situação em causa.

## EXEMPLOS

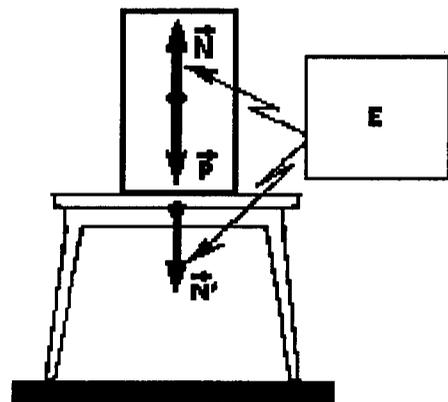
- ① Um prego e um íman são colocados sobre uma mesa. O *íman* exerce no prego a força ..... ; ao ..... que isso acontece o *prego* ..... e exerce *no* ..... a força ..... . As forças ..... e ..... são aplicadas cada ..... em seu corpo. É por isso que, se a mesa for suficientemente ....., se observará que ambos os corpos se ..... ao encontro um do outro; apesar de submetidos a forças de igual ....., o prego, por ter ..... *massa* e, por isso, ..... *inércia*, mover-se-á mais rapidamente que o íman.



② O ..... de uma pessoa é a força com que a ..... atrai essa pessoa. Mas, pela lei ....., se a ..... atrai a pessoa, a ..... atrai também a ..... com uma força de igual ....., igual ....., ..... contrário e ..... radicalmente diferente. Assim, se o ..... dessa pessoa for de 80 kgf, ou seja, se ela estiver a ser ..... para a ....., com uma força desse valor, a ..... estará também a ser atraída para a ....., com uma força de módulo igual a ..... . No entanto, essa ..... praticamente não tem efeito sobre a ..... porque esta tem uma ..... extremamente ..... (uma inércia extremamente .....) e, por isso, uma força como essa acaba por não lhe alterar o estado de .....

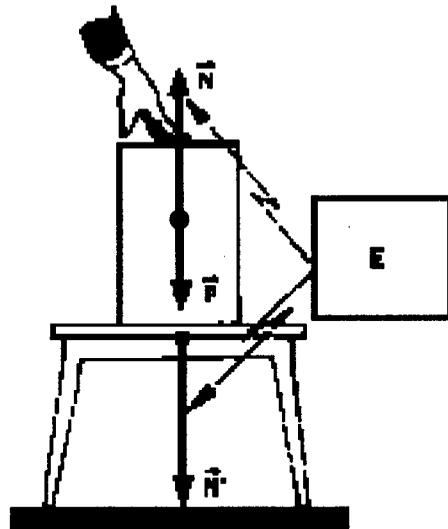


③ Um bloco de peso ....., apoiado sobre uma mesa, exerce nela uma força compressora ....., perpendicular (normal) ao tampo da mesa; ao mesmo ..... que isso acontece, o tampo ..... sobre o bloco, exercendo nele uma força normal (reação normal .....); é evidente que, por constituírem um par ....., ..... e ..... têm igual ..... e igual ....., ..... contrários e ..... em corpos .....



Neste caso, as únicas forças que actuam no bloco são o seu ..... e a ..... . Por esse facto, e porque o bloco se encontra em ..... (.....), a ..... dessas duas forças tem de ser ....., pelo que os seus ..... têm de ser ..... . Então, neste caso, a acção do bloco sobre o tampo (força compressora) tem um módulo ..... ao módulo do ..... do bloco. (Essa conclusão não é geral, como em baixo se verá).

Desta vez, a força compressora normal é ..... que anteriormente. Essa força tem agora um módulo que é ..... à soma do ..... do peso do bloco com o ..... da força exercida pela ..... . Facilmente se conclui que, neste caso, o ..... da força de ..... é ..... ao ..... do ..... do bloco.



## *REACÇÃO NORMAL*

-----

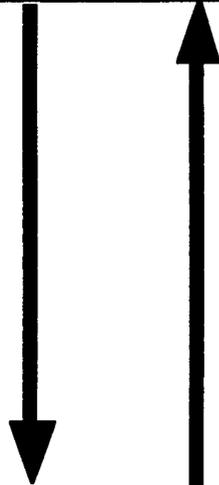
**O módulo da força de reacção normal exercida por uma superfície é  
*igual*  
ao módulo da força com que essa superfície é comprimida.**

-----

Estamos, mais uma vez, perante a *lei de Talião*: se uma superfície é "agredida" segundo a normal, ela exerce retaliação sobre o "agressor", penalizando-o, também segundo a normal, e com uma penalização idêntica à agressão.

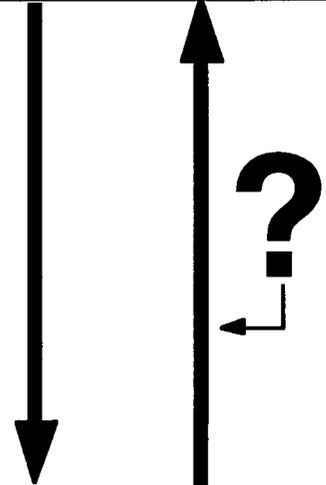
**PARTÍCULA**

**EQUILÍBRIO**  
ESTÁTICO  
*OU*  
DINÂMICO



**FORÇA  
RESULTANTE**  
*NULLA*

**EQUILÍBRIO  
ESTÁTICO**  
*(REPOUSO)*

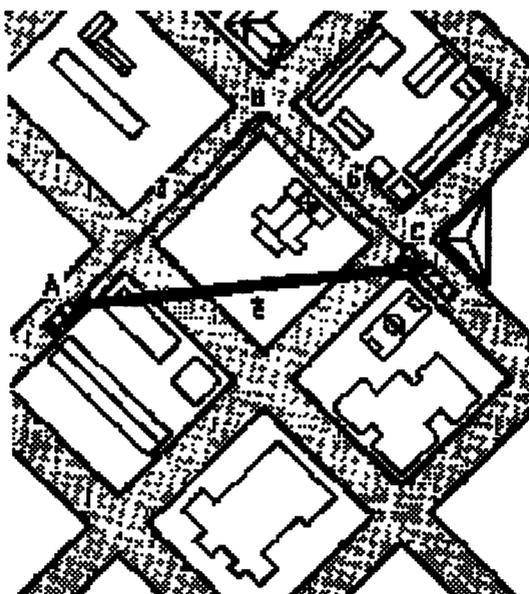


**FORÇA  
RESULTANTE**  
*NULLA*

## RESULTANTE DE DOIS VECTORES

### REGRA DA "CAUDA-CONTRA-CABEÇA"

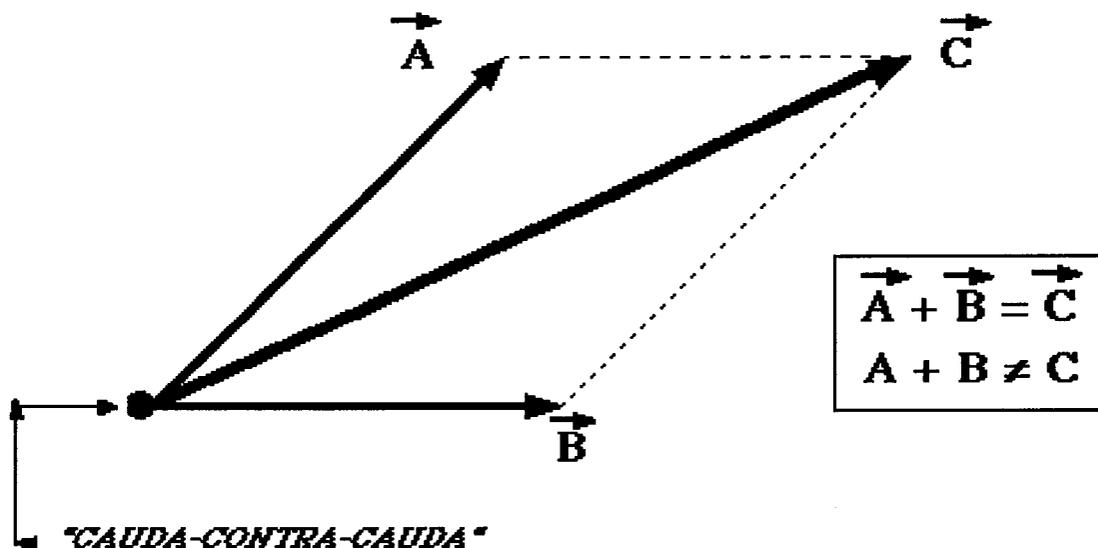
- 1 Faz-se coincidir a "cauda" do segundo vector com a "cabeça" do primeiro.
- 2 Une-se, a seguir, a "cauda" do primeiro com a "cabeça" do segundo, obtendo-se assim a **resultante**.
- 3 Esta regra pode aplicar-se, por processo idêntico, a mais do que dois vectores.



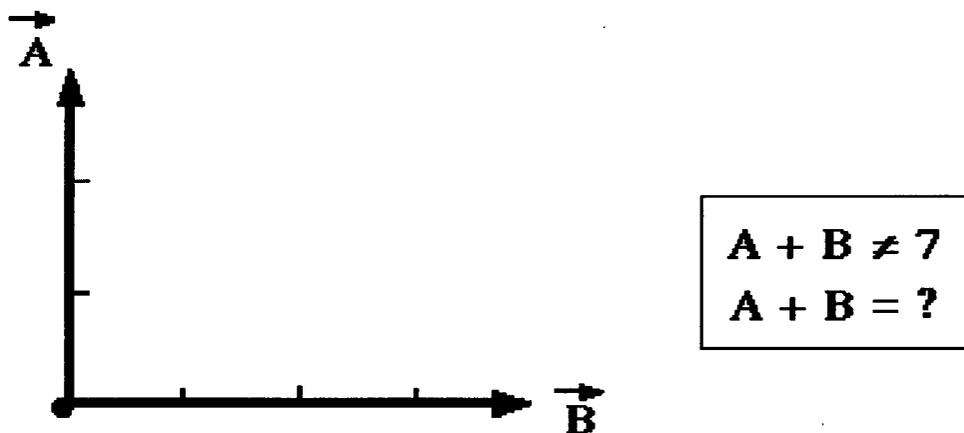
$$\vec{c} = \vec{a} + \vec{b}$$

O deslocamento resultante  $\vec{c}$  é equivalente ao efeito combinado de  $\vec{a}$  com  $\vec{b}$ . Quer o deslocamento por  $\vec{c}$ , quer o deslocamento por  $\vec{a}$  seguido de  $\vec{b}$ , permitem ambos ir do ponto A ao ponto C.

## REGRA DO PARALELOGRAMO



## EXERCÍCIO DE APLICAÇÃO

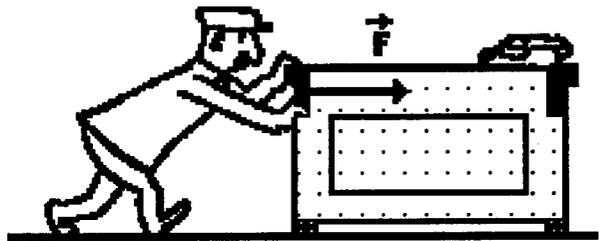


SUGESTÃO: Desenha a resultante e por medição directa determina o seu módulo. Confirma, depois, o seu valor recorrendo ao *Teorema de Pitágoras*.

## ATRITO DE ESCORREGAMENTO

Uma mesa é empurrada por um homem com uma força horizontal  $\vec{F}$  de módulo igual a 3,5 kgf. Apesar disso, a mesa não se move.

- 1 Dado que a mesa .....  
 ....., ela encontra-se em  
 ..... (.....  
 .....); por se encontrar em  
 ....., a .....  
 das ..... a ela .....  
 terá de ser .....



para que isso aconteça, é necessário que actue sobre a mesa uma ..... contrária a ... e de ..... igual a .....; essa ..... só pode ser uma ..... de ..... ....., devida à ..... da mesa com o .....

- 2 Representa na figura a força a que se refere o número anterior.

- 3 Se o ..... da força  $\vec{F}$  for aumentado para 7 kgf e a mesa ainda continuar parada, o ..... da força de ..... será, *agora*, igual a ..... . Quer dizer: o ..... da força de ..... tem valor .....

### FORÇA DE .....

a) A força de ..... que actua sobre um corpo é .....; está sempre a ..... as forças que *tendem* a colocar o corpo em ..... (sem, no entanto, o conseguirem).

b) O módulo da força de ..... cresce até um valor máximo (módulo da força de ..... máxima =  $F_{eM}$ ).

(continua)

b) O módulo da força de ..... cresce até um valor máximo (módulo da força de ..... máxima =  $F_{eM}$ ).

c) A experiência mostra que o módulo da força de ..... ( $F_{eM}$ ) é directamente proporcional ao módulo da força compressora normal; o coeficiente de proporcionalidade designa-se por **coeficiente de atrito estático** ( $\mu_e$ ).

---

$$F_{eM} = \text{coeficiente de atrito estático} \times \text{módulo da força compressora normal}$$

$$F_{eM} = \text{coeficiente de atrito estático} \times \text{módulo da força de reacção normal}$$

$$F_{eM} = \mu_e \times R_n$$

---

d) O valor do coeficiente de atrito estático *depende*: da natureza das superfícies em contacto, do polimento dessas superfícies, da existência ou não de lubrificação entre elas e de outros factores.

④ Se o valor do peso da mesa for de 15 kgf, o módulo da força de compressão normal a que o chão fica sujeito será .....; o módulo da força de reacção normal exercida ..... sobre .... será então de .....

⑤ Sabendo que a mesa começa a mover-se quando o módulo de  $\vec{F}$  se torna *ligeiramente superior* a 9 kgf, o ..... da força de ..... (.....) terá, então, o valor de .....

⑥ Nessas condições, e dado que  $F_{eM} = \mu_e \times R_n$ , ter-se-á:

$$\text{..... kgf} = \mu_e \times \text{.... kgf} \qquad \mu_e =$$

• O coeficiente de atrito estático é, portanto, uma grandeza adimensional (sem dimensões).

⑦ Supõe agora que o homem conseguiu pôr a mesa em movimento. Para isso teve de exercer uma força de módulo ..... ao módulo da ..... É evidente que continua a actuar sobre a mesa uma força de .....

(agora designada por força de ..... ); verifica-se que o ..... da força de ..... ( $F_c$ ) é ..... do que o ..... da força de atrito estático máxima.

### **FORÇA DE ATRITO .....**

- a) O ..... da força de atrito ..... é *menor* do que o ..... da força de ..... (quando o movimento se ....., o valor da força de atrito .....; devido a isso, é mais ..... pôr um corpo em movimento do que mantê-lo a mover-se).
- b) O módulo da força de atrito cinético ( $F_c$ ) é *praticamente constante*, independente da velocidade do corpo.
- c) O módulo da força de atrito cinético é, também, *directamente proporcional* ao módulo da força de ..... normal e, logicamente, ao módulo da força de ..... normal; a constante de proporcionalidade é agora designada por *coeficiente de atrito cinético* ( $\mu_c$ )

---

$$F_c = \mu_c \times R_n$$

---

- d) O valor de  $\mu_c$  depende dos mesmos factores que influenciam  $\mu_e$ .
- e) Em geral, para o mesmo par de superfícies, tem-se  $\mu_c \dots \mu_e$ .

## CINEMÁTICA: *Estudo dos Movimentos*

**GRANDEZAS MAIS IMPORTANTES:** *espaço* — corresponde à distância total percorrida pelo corpo em movimento; é sempre positivo, sempre crescente e sempre encarado como grandeza escalar — *posição, deslocamento, velocidade e aceleração*.

### SIGNIFICADO FÍSICO:

- *Deslocamento* — traduz uma *variação de posição*.
- *Velocidade* — traduz uma *variação de posição por unidade de tempo*; corresponde, no fundo, ao deslocamento por unidade de tempo.
- *Aceleração* — traduz a *variação de velocidade por unidade de tempo*.

### DUAS VIAS DE ESTUDO:

- *Via escalar*. Nesta via, a *posição, o deslocamento, a velocidade e a aceleração* são encarados como **grandezas escalares**; exige-se o conhecimento da *trajectória* da partícula, uma vez que a definição das grandezas envolvidas tem a ver com determinados aspectos dessa trajectória.
- *Via vectorial*. Desta vez, a *posição, o deslocamento, a velocidade e a aceleração* são encarados como **grandezas vectoriais**, ou seja, como grandezas cuja definição completa exige o recurso a vectores e não simplesmente a números.

## CINEMATICA: *Estudo Analógico* \*

<i>VIA ESCALAR</i>	<i>VIA VECTORIAL</i>
<p><b>① POSIÇÃO — S</b></p>	<p><b>① VECTOR POSIÇÃO — ...</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• É medida <i>sobre a trajectória</i>, a partir de um ponto de referência (<math>O_S</math>), <i>escolhido arbitrariamente</i> também sobre a trajectória.</li> <li>• <i>Variação de posição</i> — <math>\Delta S</math> (deslocamento)</li> <li>• <i>Variação da posição por unidade de tempo</i> — <math>\frac{\Delta S}{\Delta t}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tem <i>origem</i> num ponto de referência (<math>O</math>) e <i>extremidade</i> no ponto em que a partícula em movimento se encontra; o ponto (<math>O</math>) é <i>arbitrário</i>.</li> <li>• <i>Variação do vector posição</i> — ... (vector deslocamento)</li> <li>• <i>Variação do vector posição por unidade de tempo</i> — <math>\frac{\Delta \dots}{\Delta \dots}</math></li> </ul>
<p><b>② VELOCIDADE — V</b></p>	<p><b>② VECTOR VELOCIDADE — ...</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\frac{\Delta S}{\Delta t} = \text{velocidade média} = V_m</math></li> <li>• A <b>velocidade média</b> pode ser dada pelo <i>declive da secante ao gráfico posição/tempo</i>, para o intervalo de tempo considerado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\frac{\Delta \dots}{\Delta \dots} = \dots = \dots</math></li> <li>• O <b>vector velocidade média</b> (<math>\vec{V}_m</math>) tem a direcção da <i>secante à trajectória</i> para o intervalo de tempo considerado.</li> </ul>

*(continua)*

---

\* Concebido por António J. Neto, D.P.E., Universidade de Évora.

<ul style="list-style-type: none"> <li>• O valor da <i>velocidade escalar instantânea</i> é igual ao valor do <i>declive da tangente ao gráfico posição/tempo</i> no instante considerado; o sinal da velocidade escalar instantânea dá-nos o sentido (positivo ou negativo) do movimento.</li> <li>• <math>v = \frac{\Delta s}{\Delta t}</math> só para <math>v_m = \text{constante}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O <i>vector velocidade</i> tem a <i>direcção da tangente à trajectória</i> em cada instante considerado; para além disso, tem sempre o <i>sentido do movimento</i> nesse instante.</li> <li>• ... só para ... = constante</li> </ul>
<p>③ <b>ACELERAÇÃO — a</b></p>	<p>③ <b>VECTOR ACELERAÇÃO —...</b></p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• A <i>aceleração escalar instantânea</i> é dada pelo <i>declive da tangente ao gráfico velocidade/tempo</i> no instante em causa.</li> <li>• <math>a = \frac{\Delta v}{\Delta t}</math> só para <math>a_m = \text{constante}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Movimento rectilíneo.</i> O <i>vector aceleração</i> (quando existe) está assente na recta correspondente.</li> <li>• <i>Movimento curvilíneo.</i> O <i>vector aceleração</i> (que existe sempre) aponta para o interior da concavidade da trajectória.</li> </ul>

MÓDULO DA VELOCIDADE ESCALAR

*igual*

MÓDULO DO VECTOR VELOCIDADE

$$|v| = |\vec{v}|$$

*SEMPRE*

MÓDULO DA ACELERAÇÃO ESCALAR

*igual*

MÓDULO DO VECTOR ACELERAÇÃO

$$|a| = |\vec{a}| \quad \text{SÓ NOS MOVIMENTOS RECTILÍNEOS}$$

MÓDULO DA ACELERAÇÃO ESCALAR

*igual*

MÓDULO DO VECTOR ACELERAÇÃO TANGENCIAL

$$|a| = |\vec{a}_t|$$

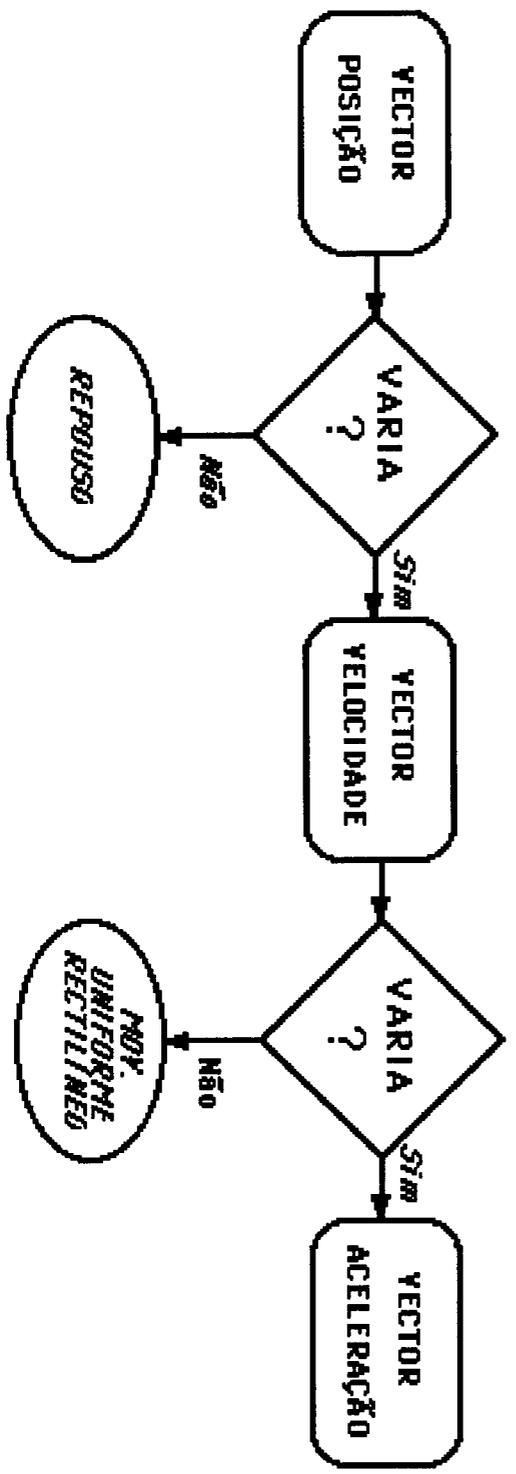
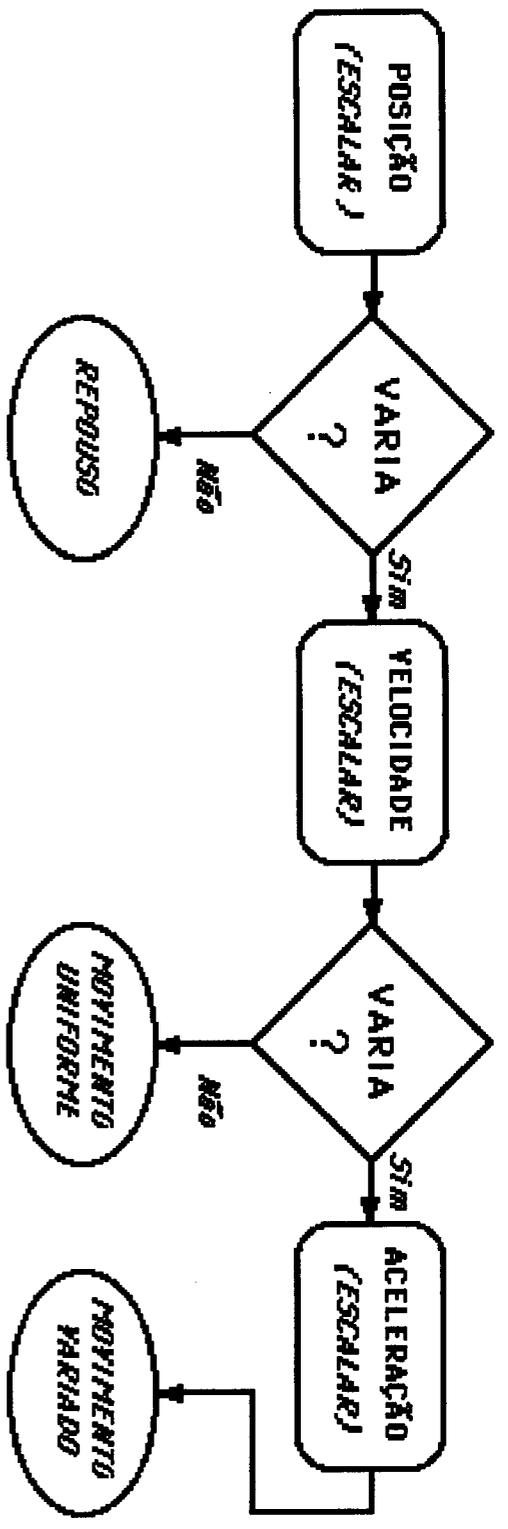
*SEMPRE*

<b>POSIÇÃO → VELOCIDADE</b>	<b>VELOCIDADE → ACELERAÇÃO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variação de <i>posição</i> — <math>\Delta S</math></li> <li>• Variação de <i>posição por unidade de tempo</i> — <math>\frac{\Delta S}{\Delta t}</math></li> <li>• <math>\frac{\Delta S}{\Delta t} = \text{velocidade média} = \mathbf{V}_m</math></li> <li>• <math>\lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{\Delta S}{\Delta t} = \lim \mathbf{V}_m = \mathbf{V}</math></li> <li>• <math>\mathbf{V}</math> — <i>velocidade instantânea</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variação de <i>velocidade</i> — ...</li> <li>• Variação de <i>velocidade por unidade de tempo</i> — ...</li> <li>• ... = ... = ...</li> <li>• <math>\lim \dots = \lim \dots = \dots</math></li> <li>• ... — ...</li> </ul>
<b>GRÁFICO POSIÇÃO-TEMPO</b>	<b>GRÁFICO VELOCIDADE-TEMPO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Declive da <i>secante</i> = <math>\mathbf{V}_m</math></li> <li>• Declive da <i>tangente</i> = <math>\mathbf{V}</math></li> <li>• Quanto maior for o <i>módulo do declive da tangente</i>, maior será o <i>módulo da velocidade</i> (mais rápido será o movimento).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Declive da <i>secante</i> = ...</li> <li>• Declive da <i>tangente</i> = ...</li> <li>• Quanto maior for o <i>módulo do declive da tangente</i>, maior será o <i>módulo da</i> ..... (mais rapidamente .... ..).</li> </ul>

<i>MOVIMENTO UNIFORME</i>	<i>MOVIMENTO UNIFORMEMENTE VARIADO</i>
<p>① ACELERAÇÃO ESCALAR</p>	<p>① ACELERAÇÃO ESCALAR</p>
<p>• <b><math>a=0</math></b>                porque <math>\Delta v = \dots</math></p> <p>• O gráfico <i>aceleração/tempo</i> é .....                ..... assente no eixo dos .....</p>	<p>• <b><math>a \neq 0 = cte</math></b>                porque <math>\Delta v = \dots \neq \dots</math></p> <p>• O gráfico <i>aceleração/tempo</i> é .....                ..... ao eixo dos .....</p>
<p>② VELOCIDADE ESCALAR</p>	<p>② VELOCIDADE ESCALAR</p>
<p>• <b><math>v = cte</math></b>      <math>\Delta v = \dots</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\frac{\Delta v}{\Delta t} = \dots</math></p> <p>• O gráfico <i>velocidade/tempo</i> é .....                ..... ao eixo dos .....</p>	<p>• <b><math>v \neq \dots</math></b>      <math>\Delta v = \dots \neq \dots</math></p> <p style="text-align: center;"><math>\frac{\Delta v}{\Delta t} = \dots \neq \dots</math></p> <p>• <math>\frac{\Delta v}{\Delta t} = a</math>                porque <b><math>a_m = cte</math></b></p> <p>• Se <math>t_0 = 0</math>                <b><math>v = v_0 + at</math></b></p> <p>• O gráfico <i>velocidade/tempo</i> é .....                ..... ao eixo dos .....</p>

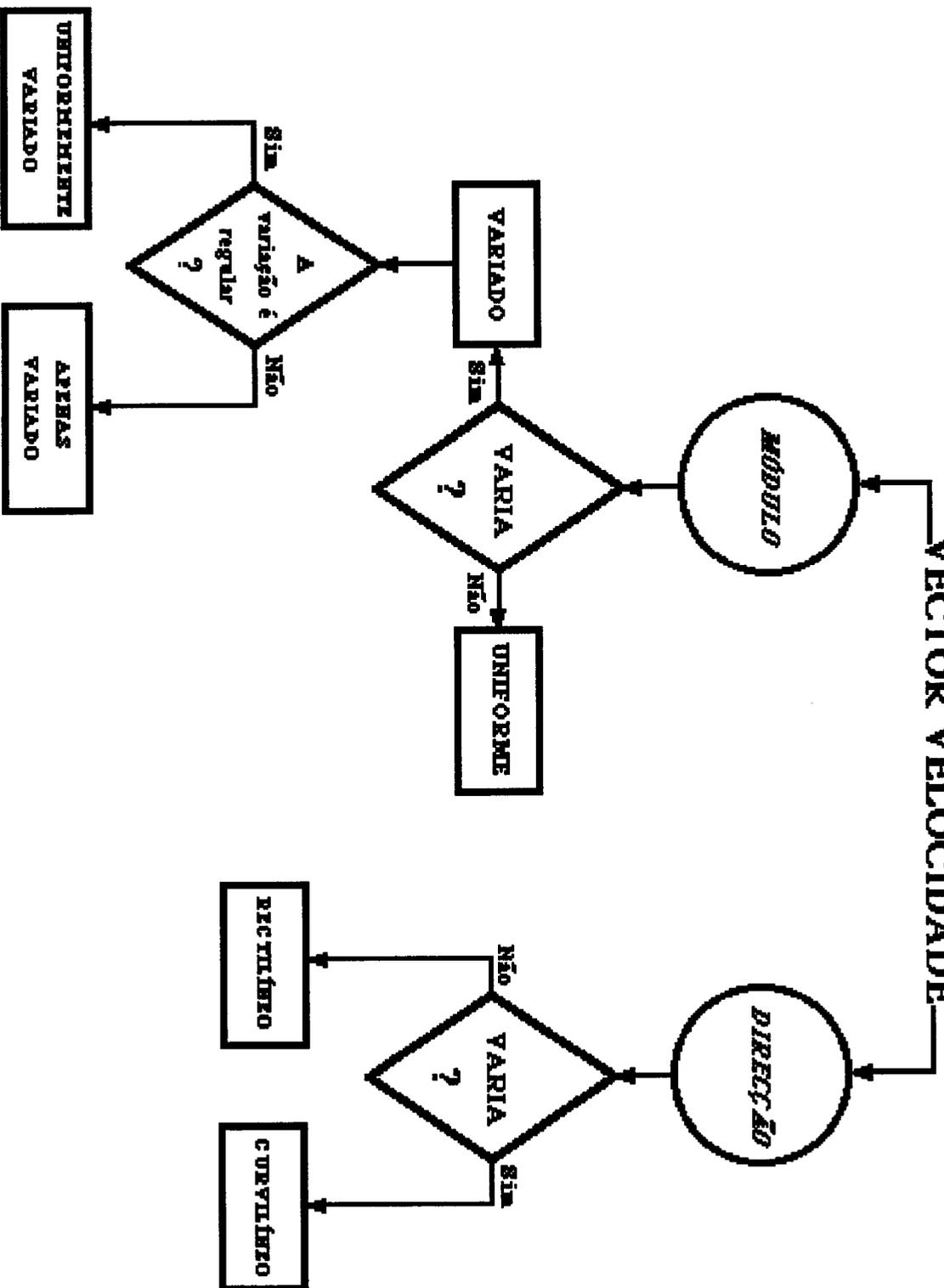
(continua)

③ POSIÇÃO ESCALAR	③ POSIÇÃO ESCALAR
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\frac{\Delta S}{\Delta t} = v</math> <i>porque <math>v_m = \dots</math></i></li> <li>• Se <math>t_0 = 0</math> <math display="block">S = S_0 + v_0 t</math></li> <li>• O gráfico <i>posição/tempo</i> é ..... ..... ao eixo dos tempos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\frac{\Delta S}{\Delta t} \neq v</math> <i>porque <math>v_m \neq \dots</math></i></li> <li>• Se <math>t_0 = 0</math> <math display="block">S = S_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2</math></li> <li>• O gráfico <i>posição/tempo</i> é ..... ..... (..... .....)</li> </ul>

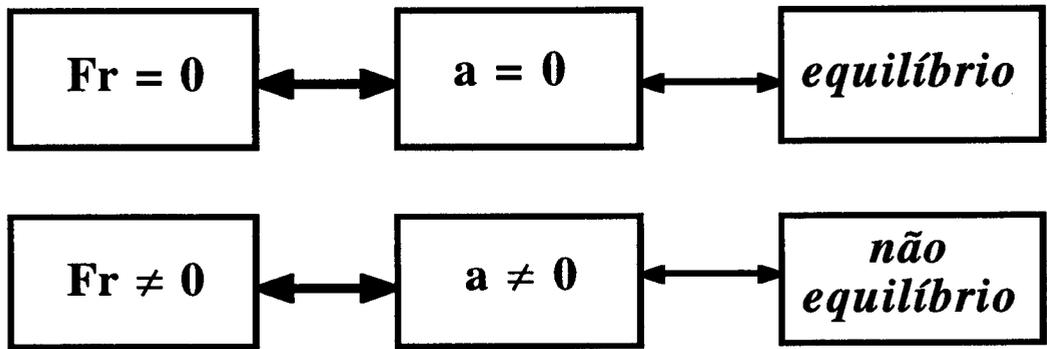


CLASSIFICAÇÃO DOS MOVIMENTOS  
QUANTO AO COMPORTAMENTO DO

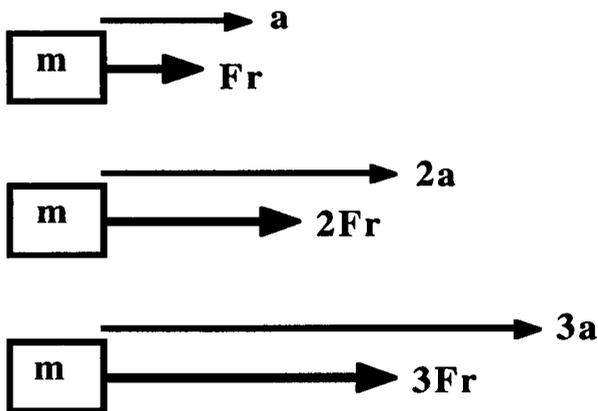
VECTOR VELOCIDADE



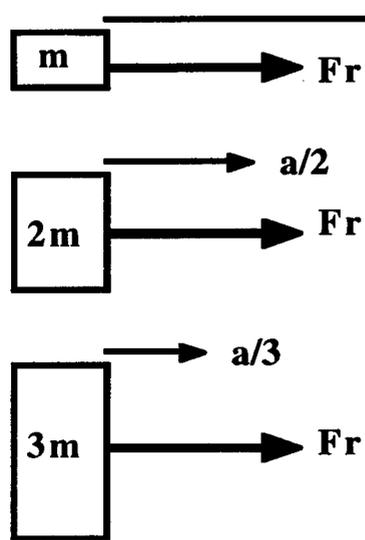
**2.<sup>a</sup> LEI DE NEWTON**



**ACELERAÇÃO - FORÇA**



**ACELERAÇÃO - MASSA**



**ENUNCIADO DA 2.<sup>a</sup> LEI DE NEWTON**

*O valor da aceleração adquirida por um dado corpo é directamente proporcional ao valor da força resultante aplicada e tem a mesma direcção e o mesmo sentido que esta .*

$$\frac{\text{FORÇA RESULTANTE}}{\text{ACELERAÇÃO}} = \text{Constante} = \text{MASSA}$$

$$\frac{\vec{F}_r}{\vec{a}} = m \quad \longleftrightarrow \text{equivalentes} \quad \vec{F}_r = m\vec{a}$$

### *Aplicação aos Movimentos Rectilíneos*

**$F_r = 0$**  A aceleração terá de ser também nula, o que implica que a velocidade não possa variar; o corpo estará em *repouso* ou em *movimento rectilíneo e uniforme* (manterá o estado de inércia).

**$F_r \neq 0$**  A aceleração terá de ser também diferente de zero, o que implica que tenha de haver variação de velocidade (*movimento variado*).

**$F_r \neq 0 = \text{cte}$**  A aceleração será também constante e o movimento será *uniformemente variado*, sendo *uniformemente acelerado* quando a resultante actua no *sentido do movimento* e *uniformemente retardado* quando a resultante actua no *sentido contrário ao do movimento*.

**PARA APRENDERES MECÂNICA TERÁS DE:\***

*Questionar ideias/explicações como:*

- ① Um corpo *só* pode estar em **movimento** se a **resultante das forças** que nele actuam for **diferente de zero**.
- ② Se um corpo está em **repouso** é porque **não existem forças** a actuar sobre ele.
- ③ Para que um corpo se mova numa dada direcção e sentido tem de haver uma **força constantemente a actuar** também nessa direcção e sentido.
- ④ Quando, nalguns casos, o **movimento de um corpo "perde" rapidez** é porque **existe uma força aplicada ao corpo que se vai "gastando"**.
- ⑤ As **forças instantâneas continuam a actuar** num corpo **para além do instante em que se verificou a interacção** que as originou.
- ⑥ Um corpo *só* pode estar em **equilíbrio** se estiver em **repouso**.
- ⑦ Se a **resultante das forças** que actuam numa partícula for **nula**, pode concluir-se que a partícula tem de estar em **repouso**.

---

\* Concebido por António J. Neto, D.P.E., Universidade de Évora.

## *E aceitar ideias/explicações como:*

- ① **Um corpo pode estar em movimento mesmo que a resultante das forças que nele actuam seja nula;** é o que acontece quando o movimento é rectilíneo e de rapidez constante, caso a que corresponde o estado de equilíbrio dinâmico.
- ② **Um corpo pode estar em repouso mesmo que existam forças a actuar sobre ele;** o que tem forçosamente de acontecer é que essas forças se contrabalancem, dando uma resultante nula.
- ③ **Para que um corpo se mova numa dada direcção e sentido não tem forçosamente de haver uma força constantemente a actuar também nessa direcção e sentido.**
- ④ **As forças não se "gastam";** nem a energia se "gasta", apenas se transforma e se transfere.
- ⑤ **As forças "instantâneas" só actuam no intervalo de tempo extremamente curto em que ocorreu a interacção que as originou.**
- ⑥ **O repouso é apenas um dos estados de equilíbrio (equilíbrio estático);** existe, ainda, o equilíbrio dinâmico que corresponde a uma situação de movimento rectilíneo e de rapidez constante.
- ⑦ **Se a resultante das forças que actuam numa partícula for nula, não se pode concluir que a partícula esteja em repouso;** ela tanto pode estar em repouso, como pode estar a mover-se em trajectória rectilínea e com rapidez constante.

## FORÇA E MOVIMENTO: IDEIAS A REFORÇAR \*

### 1. **Pode haver movimento sem forças a actuar!**

• *Exemplo.* Uma nave a mover-se, com os motores desligados, numa zona do espaço livre de influências gravíticas. (*Esse movimento será obrigatoriamente uniforme e rectilíneo. Porquê?*)

### 2. **Pode haver movimento ainda que a resultante das forças a actuar seja nula!**

• *Exemplo.* Uma bola de bilhar a mover-se numa mesa *sem* atrito e enquanto não bate nas tabelas. (*Esse movimento será obrigatoriamente uniforme e rectilíneo. Porquê?*)

### 3. **Para haver movimento, a resultante das forças não tem que actuar necessariamente no sentido do movimento! (Ou, para haver movimento, não tem necessariamente de existir uma força a actuar no sentido desse movimento.)**

• *Movimentos rectilíneos acelerados* — a resultante tem de actuar, de facto, no sentido do movimento (*auxilia o movimento, provocando aumento do valor da velocidade*).

• *Movimentos rectilíneos retardados* — a resultante actua no sentido contrário ao do movimento (*dificulta o movimento, provocando diminuição do valor da velocidade*).

• *Movimentos rectilíneos e uniformes* — a resultante é nula (*não auxilia nem dificulta o movimento*).

### 4. **Salvo casos especiais, as componentes de uma força têm módulo inferior ao módulo dessa força.**

---

\* Concebido por António J. Neto, D.P.E., Universidade de Évora.

• *Exemplo.* Num *plano inclinado*, as componentes do peso, nas direcções paralela ao plano e perpendicular ao plano, têm módulo inferior ao módulo do peso. Exceptuam-se, evidentemente, os casos limite:

• Se o *plano* estiver na *vertical* (máxima inclinação) a componente paralela ao plano tem módulo igual ao módulo do peso e a componente normal é nula.

• Se o *plano* estiver na *horizontal* (inclinação nula) a componente paralela ao plano é nula e a componente normal tem módulo igual ao do peso.

**5. Se não houver compressão normal (perpendicular) sobre uma superfície, não existe força de atrito de escorregamento devida à interacção do corpo em movimento com essa superfície.**

• *Exemplo.* Se um corpo cair livremente roçando uma parede, a parede não exerce sobre ele atrito porque ela não é comprimida; se esse corpo estiver a ser comprimido contra a parede por uma pessoa, aí já existe atrito porque existe compressão.

**6. Se não houver compressão normal, também não existe reacção normal.**

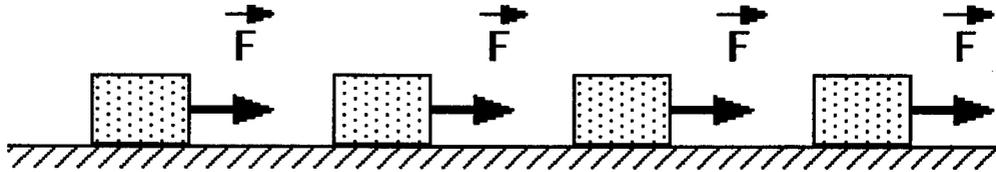
• No exemplo anterior, não existe reacção normal da parede sobre o corpo no primeiro caso *mas* já existe no segundo caso.

**7. As forças de interacção entre dois corpos são iguais em intensidade, independentemente das dimensões relativas desses corpos.**

**8. Numa situação em que intervenha uma dada força, ou se trabalha com essa força ou com as suas componentes; não se pode trabalhar com todas elas ao mesmo tempo.**

## JOGO DAS IDEIAS

1. Um bloco, arrastado por uma força sobre uma superfície horizontal lisa, ocupa, em intervalos de tempo sucessivamente iguais, as posições mostradas na figura.



A superfície em causa estará perfeitamente polida? (*Explica a resposta que deres.*)

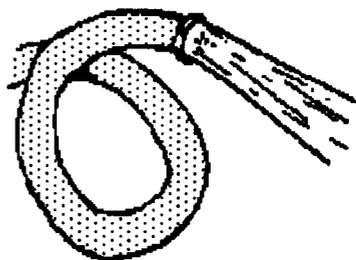
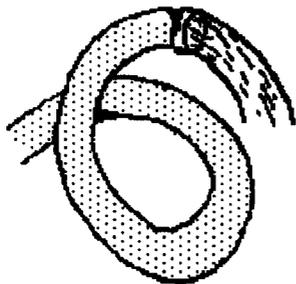
2. Uma pedra é atirada ao ar. No ponto em que atinge a altura máxima, a velocidade anula-se momentaneamente. Qual é a aceleração da pedra nesse instante?

- Zero.
- Igual ao valor de  $g$  no local.
- Diferente de zero, mas inferior ao valor de  $g$  no local.

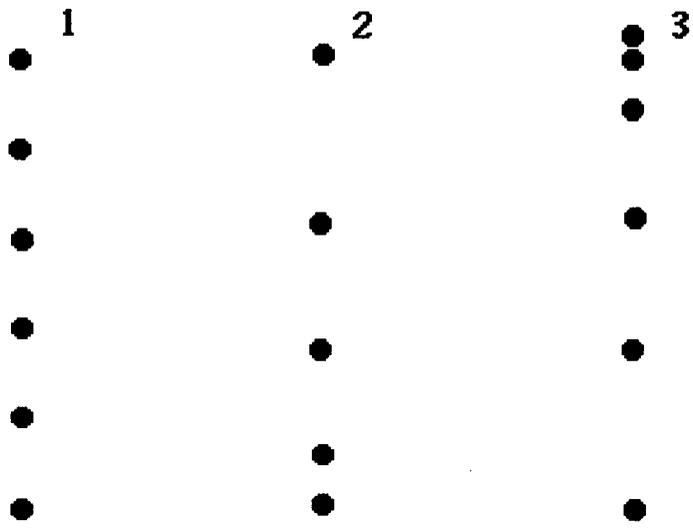


3. Uma mangueira, cuja extremidade está encurvada em forma de 6, lança água em jacto.

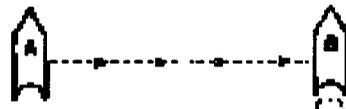
- A água sai da mangueira em trajectória também encurvada.
- A água sai em trajectória rectilínea.



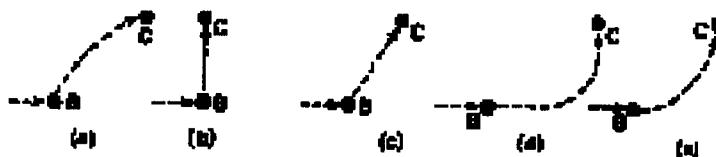
4. Qual das situações da figura ao lado pode corresponder às diferentes posições (com intervalos de tempo iguais entre cada posição) de uma esfera lançada verticalmente, durante a subida?



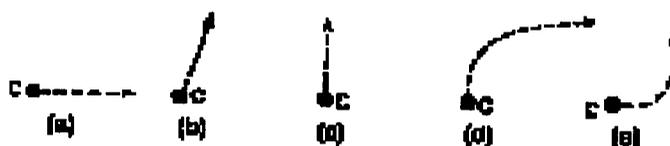
5. A figura ao lado mostra uma nave deslocando-se no espaço, segundo a trajectória a tracejado. Entre A e B, não existe qualquer força a actuar sobre a nave. Quando ela atinge o ponto B, um dos motores é posto a funcionar a um ritmo constante até a nave atingir um ponto C do espaço.



5.1. Qual das trajectórias seguintes deverá a nave seguir entre B e C?



5.2. Em C, o motor anteriormente posto em funcionamento, é desligado. Qual das trajectórias seguintes a nave deverá então passar a seguir?



**COMO PODEM OCORRER  
*TRANSFERÊNCIAS DE ENERGIA*  
ENTRE OS CORPOS?**

*Com*  
**INTERVENÇÃO DE  
*FORÇAS***

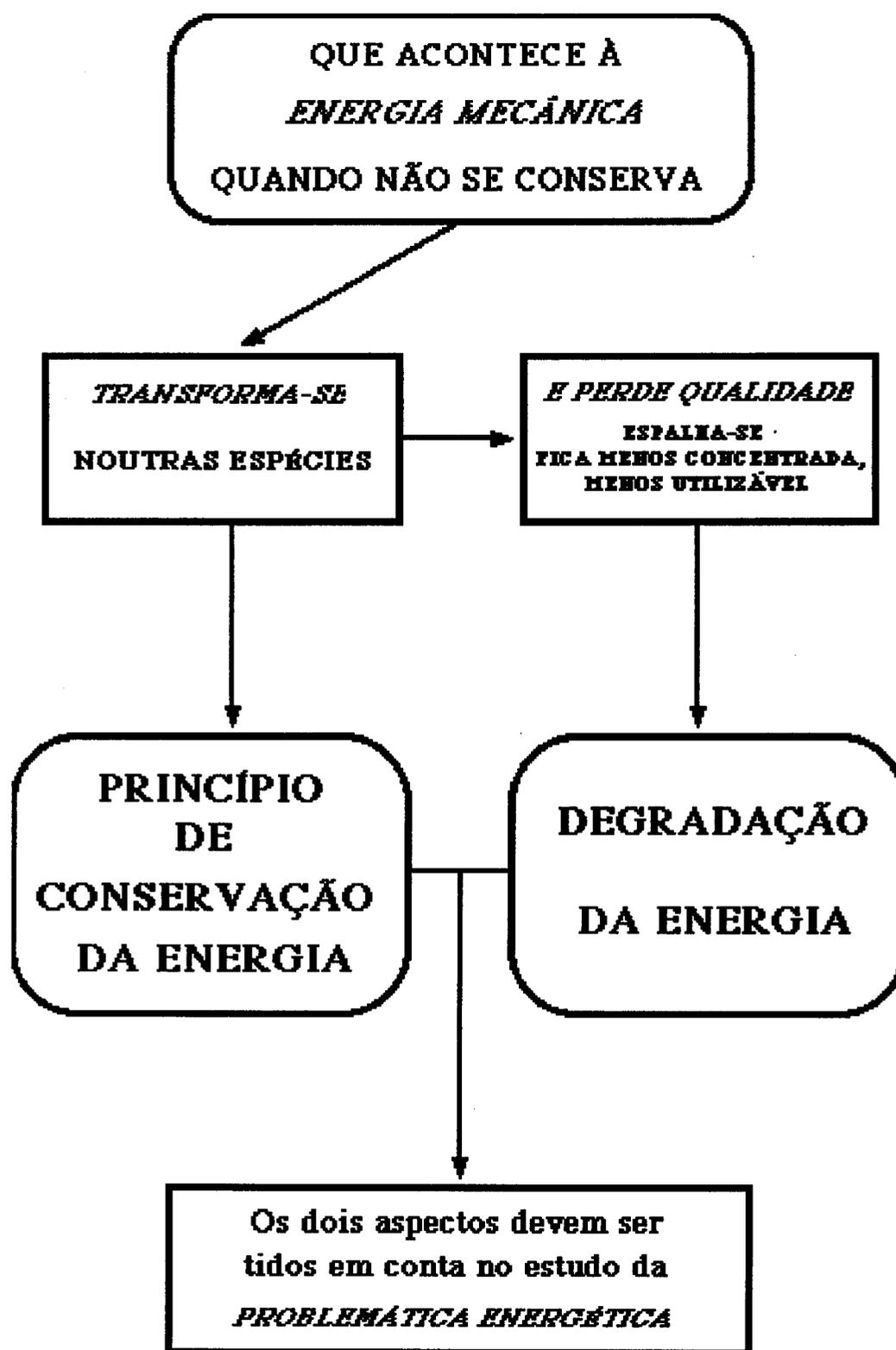
*SEM*  
**INTERVENÇÃO DE  
*FORÇAS***

**TRABALHO**

**CALOR**

**PODEM TER EFEITOS IDÊNTICOS  
NA ENERGIA INTERNA DOS CORPOS**

**Ambos os processos podem produzir  
aquecimento ou arrefecimento**



• Os dois diagramas precedentes foram concebidos por António J. Neto e Mariana Valente, Universidade de Évora.

**RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS:  
FICHAS DE APOIO**

**2**

## CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

ESCOLA: .....

TURMA: .....

ALUNO: .....

DATA: .....

### QUAL É O VERDADEIRO PROBLEMA?

Supõe que chegas a casa, puxas pela chave para abrir a porta e verificas que não a tens. Para complicar ainda mais as coisas, tocas à campainha mas não está ninguém lá dentro. O que a seguir vais fazer está dependente daquilo que considerares ser o teu verdadeiro problema. Algumas formas possíveis de o formular poderiam ser:

- *Como posso abrir a porta sem a chave?*
- *De que outra maneira me será possível entrar em casa?*
- *Que tentativas poderei fazer enquanto espero que alguém chegue?*
- *Onde poderei arranjar outra chave, já que a minha mãe prometeu que me castigaria se eu voltasse a perder a chave de novo?*

Qual o problema que colocarias a ti próprio? Algum dos anteriores? Outro qualquer? É evidente que o problema formulado dependeria da situação em si e de quem nela se visse envolvido.

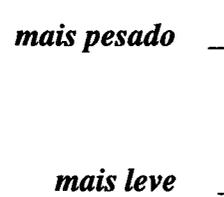
**Nem sempre é fácil decidir qual o problema a resolver.** Contudo, essa deverá ser sempre a tua primeira preocupação perante uma situação problemática: verificar qual é, no fundo, a dificuldade a superar ou a meta a atingir. Para isso, **é absolutamente necessário que, antes de tentares a resolução propriamente dita, penses bem na situação até teres uma ideia de qual é a verdadeira natureza do problema ou dos problemas em causa.** De pouco te serve pões-te a resolver um problema diferente do que, na verdade, te foi colocado.

<b>RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS: A IMPORTÂNCIA DOS DIAGRAMAS</b>
----------------------------------------------------------------

**PROBLEMA 1**

*O João é mais pesado do que o Nuno mas mais leve do que o Pedro. Coloca por ordem crescente dos respectivos pesos os nomes dos três rapazes.*

**Sugestão** — Utiliza um diagrama do tipo:



**PROBLEMA 2**

*O José é mais lento do que o Filipe mas mais rápido do que o Vitor. O Vitor, por seu lado, é mais lento do que o José mas mais rápido do que o Pedro. Escreve os nomes dos quatro rapazes segundo uma ordem (à tua escolha) das respectivas velocidades.*

**Sugestão:** Divide o problema em **quatro passos** e **simboliza graficamente** cada passo.

PASSO	DESCRIÇÃO	DIAGRAMA

*(continua)*


### PROBLEMA 3

*O Paulo e o Tomás têm a mesma idade. O Paulo é mais velho do que a Maria . A Maria, por sua vez, é mais nova que a Helena. O Paulo é mais novo ou mais velho que a Helena? Ou será que não é possível responder tendo em conta a informação que foi fornecida?*

### PROBLEMA 4

*A Cátia sabe falar francês e alemão; a Sandra sabe falar sueco e russo; a Sílvia domina o espanhol e o francês enquanto a Paula domina alemão e sueco. Sabendo que o francês é considerado como mais fácil do que o alemão, o russo mais difícil do que o sueco, o alemão mais fácil que o sueco e o espanhol mais fácil que o francês, qual das quatro raparigas consegue falar a língua mais difícil?*

**Sugestão** — Começa por construir um **diagrama** capaz de ilustrar a ordem de dificuldade (ou facilidade) das 4 línguas e **tenta** depois **resolver o problema passo a passo**.

### PONTO DA SITUAÇÃO

Ao resolver problemas é uma boa ideia:

- *subdividir, sempre que possível, o problema em partes;*
- *construir representações externas da situação (diagramas, desenhos, gráficos, tabelas) capazes de ajudarem as representações internas (o pensamento).*

### PROBLEMA 5

*Três homens, Pepe, João e Nico, têm, entre si, um total de 15 filhos, 9 dos quais são rapazes. O Pepe tem três raparigas e o João tem igual número de rapazes. O João tem um filho a mais do que o Pepe o qual tem 4 filhos. O Nico tem mais quatro rapazes do que raparigas, sendo o número das suas filhas igual ao número de rapazes que tem o Pepe. Quantos rapazes tem o Pepe e quantos tem o Nico?*

	RAPARIGAS	RAPAZES	TOTAL
PEPE			
JOÃO			
NICO			
TOTAL			

### PROBLEMA 6

*A firma ZIK muda todos os anos os seus agentes de vendas de cidade. Um deles, Henrique, começou a trabalhar para a ZIK no Porto, em 1985, tendo nos 4 anos seguintes trabalhado, sucessivamente, em Braga, Aveiro, Viseu e Guarda. Maria trabalhou para a firma em 1983 na cidade de Aveiro e nos anos seguintes nas cidades do Porto, Guarda, Braga e Viseu. Pedro esteve na Guarda em 1987, tendo nos dois anos anteriores estado primeiro em Aveiro e depois em Braga. Finalmente, João trabalhou na Guarda em 1988. Antes disso, havia sido destacado para Aveiro, antes de Aveiro*

*para Viseu e antes de Viseu para o Porto. Qual dos agentes de vendas esteve em Aveiro em 1987? E qual o que estava em 1986 na cidade de Braga?*

### **PROBLEMA 7**

*Três homens, Frederico, Eduardo e Telmo, são casados com Joana, Sara e Vanessa, embora a ordem das respectivas esposas possa não ser esta. Joana, que é irmã de Eduardo, vive em Évora; Frederico não gosta de animais; Eduardo pesa mais do que o marido de Vanessa; o marido de Sara cria periquitos como passatempo; Frederico gasta cerca de 200 horas em viagens por ano para vir de sua casa trabalhar em Évora. Qual é o nome da esposa de cada um deles?*

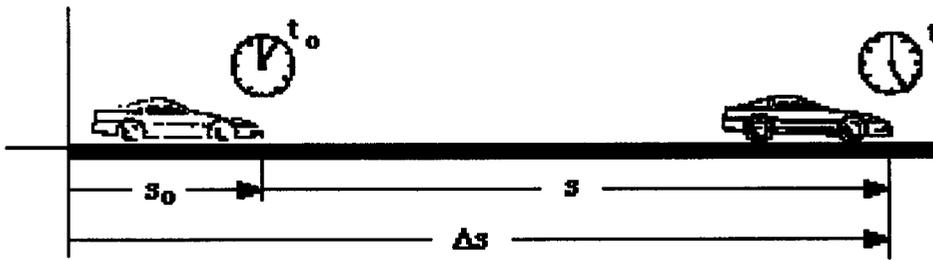
### **PROBLEMA 8**

*A avenida A é paralela à avenida B; a avenida C é perpendicular à avenida D, a qual é paralela a B. A avenida C é paralela ou perpendicular à avenida A?*

**DESLOCAMENTO, VELOCIDADE E ACELERAÇÃO:  
SIGNIFICADO FÍSICO**

**Deslocamento: *Varição de Posição***

1. Observa bem a figura que se segue:



1.1. Traduz para **linguagem verbal** o significado dos símbolos:

- $s_0$  .....
- $s$  .....
- $s$  .....
- $t_0$  .....
- $t$  .....

1.2. Supõe que o carro se está a deslocar de Oeste para Este. Supõe, ainda, que, por convenção, é esse o sentido positivo da trajectória. Nessas condições, **traduz por palavras** o significado das seguintes expressões:

- $\Delta s = + 500 \text{ m}$  .....
- $\Delta s = - 500 \text{ m}$  .....

## **Velocidade: *Deslocamento por Unidade de Tempo***

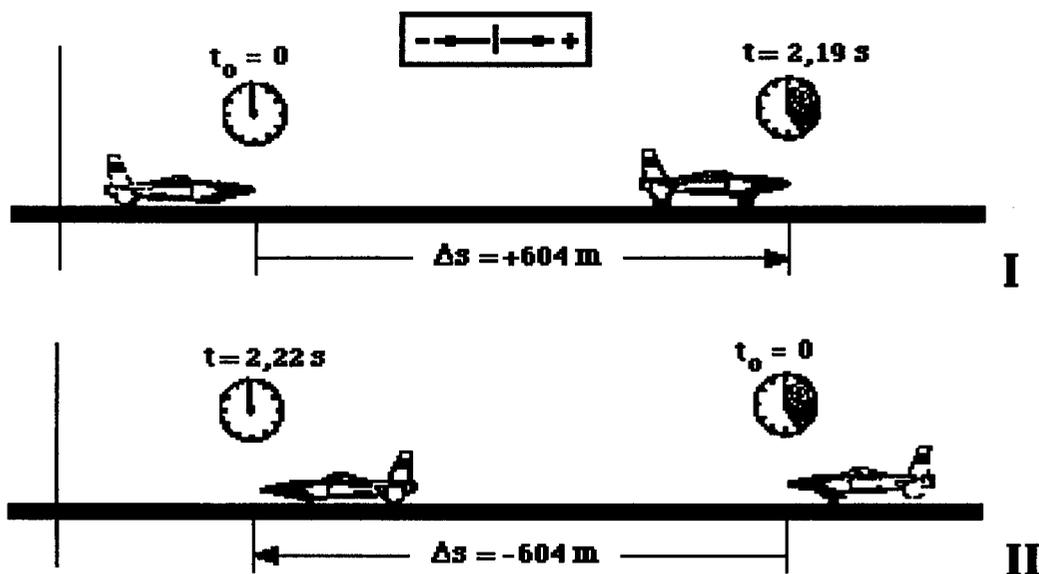
2. Um "jogger" efectuou uma corrida numa estrada recta, durante **hora e meia**, tendo-se deslocado, sempre no mesmo sentido, a uma velocidade média de **2,22 m/s**.

2.1. **Compara** a velocidade do "jogger" com a de um ciclista amador que, na mesma estrada, circulava a uma velocidade média de **20 km/h**. ( $3,6 \text{ km/h} = 10 \text{ m/s}$ )

2.2. **Indica** o valor do **deslocamento** efectuado pelo "jogger". (Coincidirá esse valor com o do espaço total por ele percorrido?)

2.3. Imagina, agora, que o "jogger" está de volta ao ponto de partida. Qual o valor do **deslocamento global** correspondente ao trajecto de ida e volta? (Coincidirá ele com o do espaço total percorrido?)

3. O recorde mundial do "carro a jacto" é de **274 m/s** e foi estabelecido por Craig Breedlove no carro *Spirit of America*. A determinação desse valor implicou a realização de duas corridas consecutivas (**I** e **II**) numa pista apropriada, uma num sentido e outra no sentido contrário, para contrabalançar o efeito do vento.



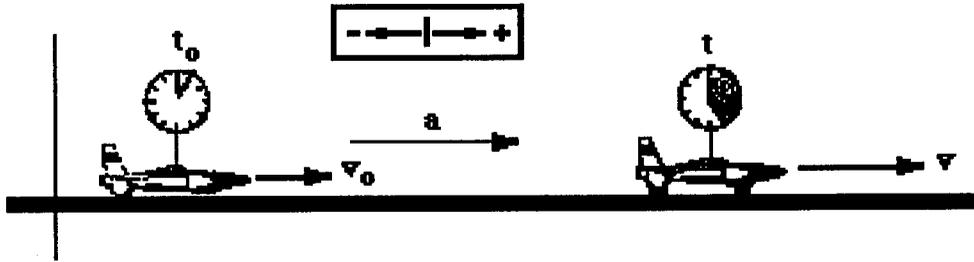
Tendo em conta os dados da figura, determina as **velocidades médias** correspondentes a cada corrida.

• *Corrida I*

• *Corrida II*

## Aceleração: *Variação da Velocidade por Unidade de Tempo*

4. Observa bem a figura que se segue:



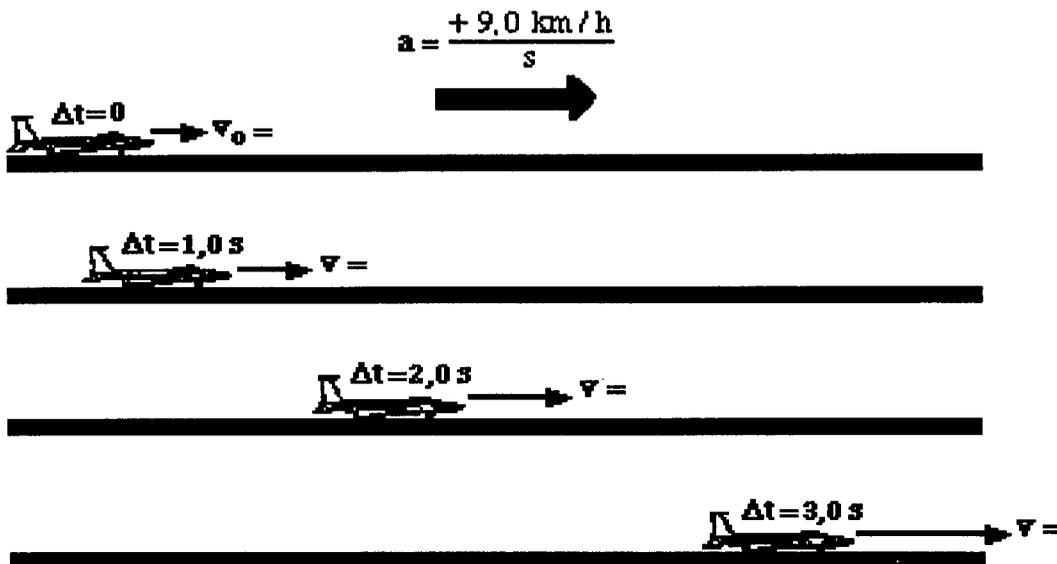
4.1. Traduz para **linguagem verbal** o significado dos símbolos:

- $v_0$  .....
- $v$  .....
- $a$  .....

4.2. Supõe que o avião parte do repouso e atinge a velocidade de **260 km/h** em **29 s**.

4.2.1. Determina o valor da **aceleração média** correspondente.

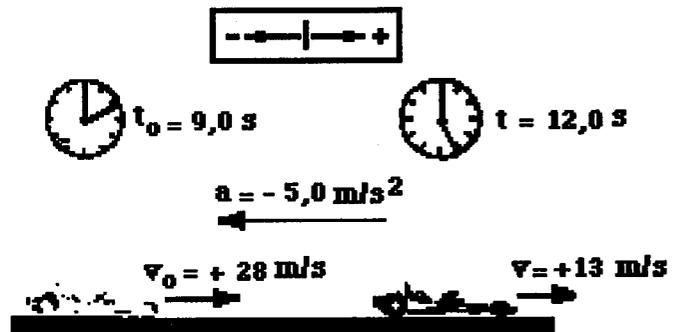
4.2.2. **Completa** os dados da figura seguinte, supondo que a velocidade do avião foi aumentando de um modo uniforme **após** essa aceleração inicial.



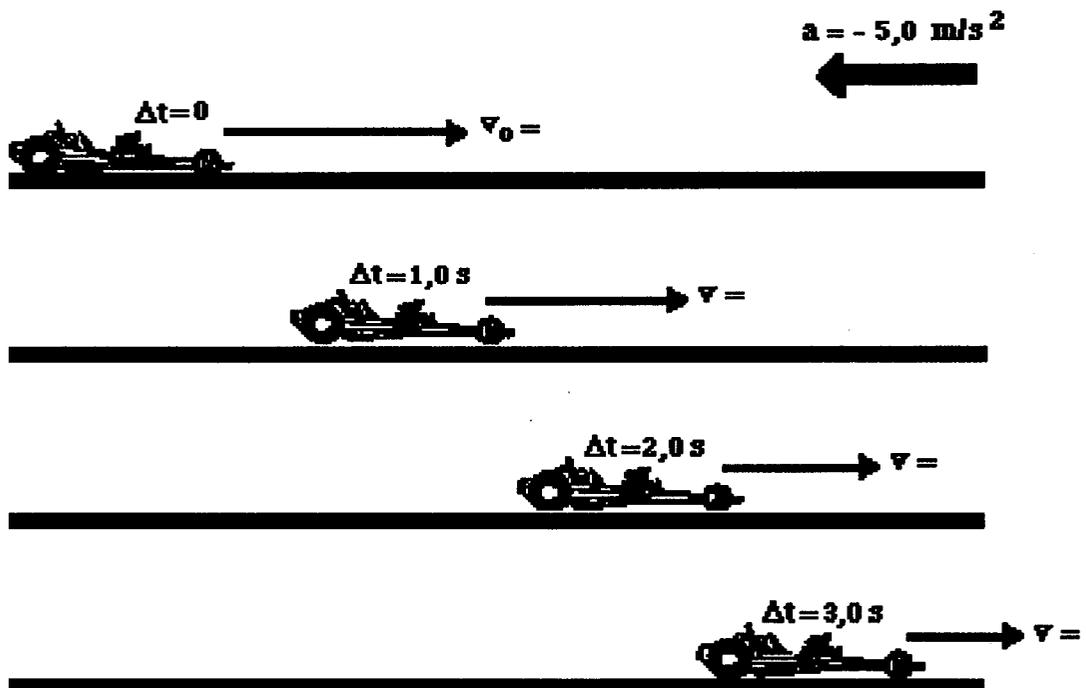
4.2.3. **Compara** o valor da aceleração do avião com o da aceleração da queda livre de um corpo na Terra (valor médio aproximado =  $10 \text{ m/s}^2$ ).

5. Um carro de corrida acaba de cortar a linha da meta. O piloto inicia a travagem de acordo com o que está representado parcialmente na figura ao lado.

5.1. **Indica** o valor da aceleração média imprimida ao carro no intervalo de tempo considerado.



5.2. **Completa** os dados da figura seguinte, supondo que a taxa de variação da velocidade do mesmo carro se manteve inalterada até se efectuar a paragem.



## **QUEDA LIVRE DOS CORPOS POR ACÇÃO DA GRAVIDADE**

### **1. Que acontece a um corpo quando é abandonado na atmosfera?**

*Resposta:*

- **Caso 1:** SOBE quando ...
- **Caso 2:** FLUTUA quando ...
- **Caso 3:** CAI quando ...

### **2. Os corpos que caem, com que tipo de movimento o fazem?**

*Resposta (dois exemplos):*

- **Movimento uniformemente acelerado**, como acontece no caso de um pára-quedista, antes da abertura do pára-quedas.
- **Movimento uniforme**, como acontece no caso do mesmo pára-quedista, algum tempo depois de o pára-quedas ter sido aberto.

*Nos casos em que falha a abertura do pára-quedas, isso pode ser fatal para o pára-quedista. Porquê?*

### **3. Uma queda especial: a queda livre**

Trata-se da situação em que o **corpo fica apenas sujeito a acções gravíticas**, ou seja, ao seu próprio peso; está livre de quaisquer outras acções ou perturbações.

*Casos em que ocorre:*

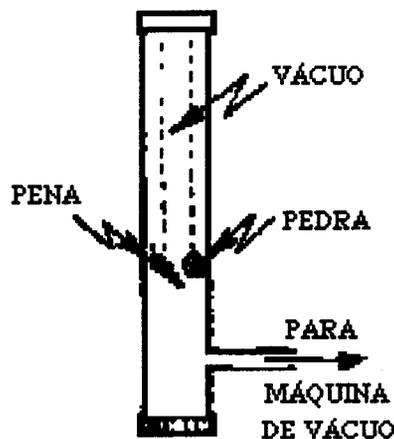
- ① **Queda livre na verdadeira acepção da palavra:** no *vácuo* ou em locais *onde não existe atmosfera* (Lua e Mercúrio, por exemplo).
- ② **Queda livre para efeitos práticos:** casos em que as *forças exercidas pelo ar (impulsão e atrito)* sobre os corpos *são desprezáveis* quando comparadas com o peso desses corpos. Esta situação **aplica-se** à queda na atmosfera de corpos como uma pedra, uma esfera de metal ou uma maçã, mas **não se aplica** à queda de corpos como uma folha de papel, uma bola de algodão ou uma pena.

*Em que caso é que a queda de uma folha de papel mais se aproxima das condições da queda livre: folha normal ou folha amarrutada e transformada numa bola?*

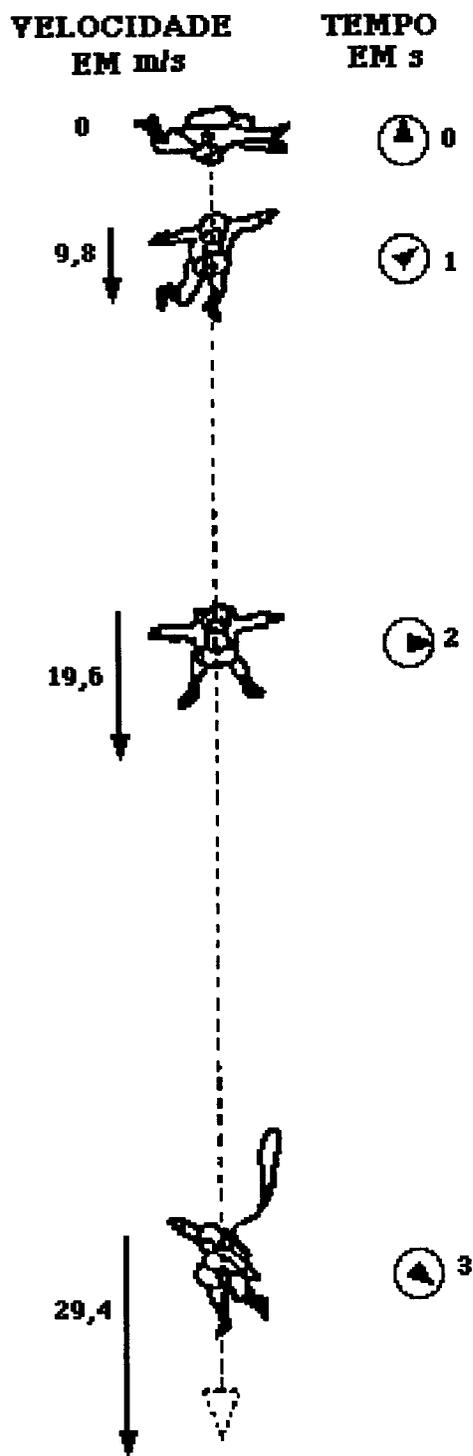
4. Os corpos em queda livre, lançados da mesma altura, no mesmo local e com a mesma velocidade inicial, atingem o solo ao mesmo tempo, independentemente do seu peso?

*Resposta:*

Desde que nos encontremos em situação de queda livre, os corpos caem todos com a mesma **aceleração**, sendo essa aceleração **constante** (movimento uniformemente acelerado). Caindo com a mesma aceleração, sofrem iguais aumentos de velocidade e seguem, por isso, a par uns com os outros.



**PROBLEMA: QUEDA DE UM CORPO**



Observa a figura ao lado. Ela refere-se aos momentos iniciais do lançamento de um pára-quedista, antes de se ter verificado a abertura do pára-quedas.

1. No intervalo de tempo em causa [0;3s], o movimento do pára-quedista foi *rectilíneo* e ..... Isto porque:
  - a) O *módulo da velocidade* sofreu ..... em intervalos de tempo ..... (Mais concretamente, esse valor *constante* do ..... do módulo da velocidade foi de ..... em cada ..... )
  - b) O valor da *aceleração* correspondente foi, por isso, também ..... e igual a .....
  
2. Se no instante  $t=4\text{ s}$  o pára-quedas se mantivesse ainda fechado, a velocidade do pára-quedista atingiria, nesse instante, o valor de .....
  
3. A *lei particular* deste movimento **tem de ser compatível** com as *leis gerais* de qualquer *movimento rectilíneo* .....

Isso significa que ela tem de obedecer às seguintes expressões:

$$\Delta s = + \quad + \quad \dots \quad d =$$

$$v = +$$

$$a =$$

4. Para este *caso particular*, e escolhendo para sentido positivo da trajetória o sentido descendente e para origem das posições o ponto de onde o pára-quedista é lançado, aquelas expressões gerais assumem a forma:

$$s = \qquad \qquad \qquad d =$$

$$v =$$

$$a =$$

---

### NOTA MUITO IMPORTANTE

Como verificaste, o pára-quedista, em queda livre (pára-quedas fechado), caiu com uma velocidade que aumentava, uniformemente, de 9,8 m/s em cada segundo; isso significa que o movimento de queda foi uniformemente acelerado com uma aceleração (obviamente constante) de **9,8 m/s<sup>2</sup>**.

Ora, acontece que *na Terra, ao nível do mar e em pontos mais próximos do equador que dos pólos, aquele é também o valor médio da aceleração da queda livre* (queda não perturbada significativamente pelo ar ou outros agentes) *de qualquer corpo*.

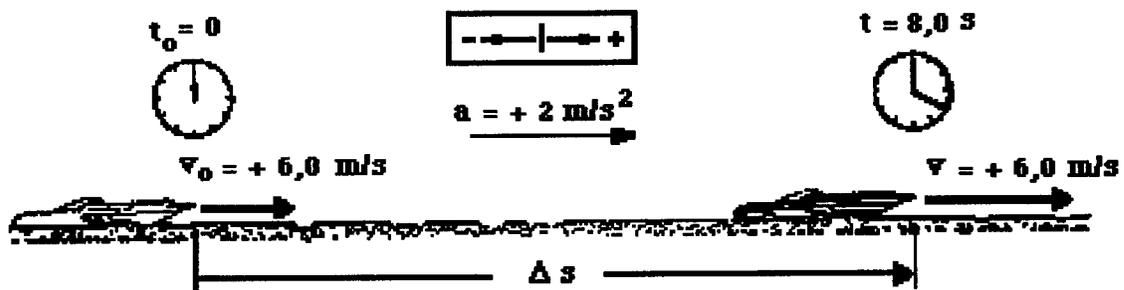
Esse valor (muitas vezes aproximado para 10 m/s<sup>2</sup>) vai-te acompanhar sempre que tiveres de estudar assuntos como este. Ele é conhecido por *valor médio da aceleração da gravidade terrestre, ao nível do mar e junto ao equador*.

---

## RESOLUÇÃO METACOGNITIVA DE PROBLEMAS DE FÍSICA

Ficha n.º 1

Um barco a motor pesa 800 kgf e está a ser conduzido por um jovem praticante de motonáutica. O barco desloca-se na Albufeira do Castelo de Bode, com uma aceleração de  $+2 \text{ m/s}^2$ . Determina o deslocamento efectuado pelo barco em 8 s, contados a partir do instante em que a velocidade atingida já era de 6 m/s.



### 1. ANÁLISE DO PROBLEMA

1.1. Lê o enunciado com atenção. Existem palavras/expressões cujo significado desconheças? Se sim, *indica-as*.

1.2. *Identificação do problema:*

- Qual é o verdadeiro problema?

- Qual é a incógnita?

1.3. *Grandezas ou conceitos envolvidos* (assuntos com que o problema se relaciona):

1.4. *Palavras/expressões chave*

1.5. *Previsão quanto à resposta* (facilita a avaliação final):

- ordem de grandeza:

- sinal:
- unidade:
- outros aspectos:

1.6. *Informação relevante fornecida no enunciado:*

1.7. *Informação relevante "retirada" da memória:*

## 2. PLANO E SUA EXECUÇÃO

<b>DADOS</b>
--------------

<b>ESTRATÉGIA</b>
-------------------

<b>INCÓGNITA</b>
------------------

<b>LEIS/FÓRMULAS</b>
----------------------

<b>EXECUÇÃO DA ESTRATÉGIA</b>
-------------------------------

<b><i>RESPOSTA FINAL</i></b>
------------------------------

### 3. ANÁLISE CRÍTICA OU AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO

- *Verifica, nomeadamente:* se os passos que efectuaste foram válidos; se a resposta faz sentido, ou seja, se está de acordo com o enunciado; se essa resposta é ou não compatível com a previsão que deves ter formulado inicialmente.

### 4. IDENTIFICAÇÃO DE DIFICULDADES

- *Etapas/aspectos em que tiveste mais dificuldades:*
- *Em que consistiram essas dificuldades? Como as ultrapassar?*
- *Assuntos que não sabias ou de que não te recordavas:*

### 5. CONSOLIDAÇÃO DE CONHECIMENTOS

- Procura responder a questões do tipo: *Que aprendi de novo, quer a nível de conceitos, leis e sua aplicação, quer a nível de processos mentais?*

#### **SITUAÇÕES A EVITAR NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA**

- **Leitura apressada e incompleta do enunciado.**
- **Obsessão pelos cálculos (não parar para pensar).**
- **Falta de uma boa imagem (representação) global da situação física em causa.**
- **Ausência de um plano de acção (agir ao acaso).**
- **Falta de conhecimentos teóricos.**
- **Incapacidade de relacionar o problema com os assuntos estudados.**
- **Demasiados erros de raciocínio e de cálculo.**
- **Falta de concentração, de persistência e de confiança.**
- **Ausência de avaliação crítica dos processos usados e dos resultados obtidos.**

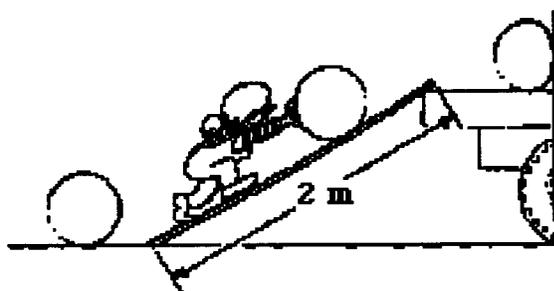
## RESOLUÇÃO METACOGNITIVA DE PROBLEMAS DE FÍSICA

Ficha n.º 2

Uma estivadora bastante treinada e cheia de genica está a carregar bidões de 50 kg para cima de um camião que pesa 2,5 t. A estivadora utiliza para o efeito uma tábua de 2 m x 0,5 m, a qual forma com o plano horizontal um ângulo de  $30^\circ$ .

Desejosa de terminar a tarefa, para ir mais cedo de fim de semana e poder usufruir de um bónus monetário dado pela entidade empregadora às melhores operárias de cada turno, a estivadora tenta superar o tempo que as colegas levam em média a realizar a mesma tarefa, tempo esse no valor de 2,5 s; para isso, faz rolar os bidões, aplicando-lhe uma força sensivelmente constante de 300 N.

Conseguirá ela atingir o seu objectivo? Terá ela de trabalhar a um ritmo constante ou acelerado de cada vez que faz subir um bidão?



*INFORMAÇÃO PRÉVIA: o atrito de rolamento é muito inferior ao de escorregamento; isso significa que, numa boa aproximação, possas desprezar a força de atrito entre os bidões e a tábua.*

.....  
*Estrutura Idêntica à Ficha N.º 1*  
.....

Dois homens estão a empurrar um carro avariado, partindo do repouso. A massa do carro e do condutor que segue lá dentro é de 1,1 toneladas. Um dos homens aplica uma força horizontal de 275 N e pesa 70 kgf; o outro, um pouco mais forte (pesa 85 kgf), aplica uma força também horizontal no valor de 395 N. Existe uma 3ª força a considerar: a que resulta do atrito entre os pneus e a estrada; essa força tem o valor de 560 N. O condutor, olhando para o velocímetro do carro, verificou que, quando o carro finalmente "pegou", a velocidade deveria andar pelos 18 km/h. Teve curiosidade em saber qual a distância que havia sido necessária para o carro "pegar". Pediu a opinião dos outros dois homens, tendo estes estimado em 100 m o valor dessa distância. Terá sido uma boa estimativa?

---

***PALAVRAS DE ORDEM***

- Procura perceber bem a situação problemática, antes de passares ao cálculo escrito; tenta resolver o problema mentalmente, antes de usares fórmulas.
- Tenta usar as expressões (fórmulas) adequadas.
- Ao trabalhares com essas expressões usa unidades do Sistema Internacional (SI).
- Procura usar letra bem legível e ser organizado na apresentação do material escrito.
- Confirma sempre as operações matemáticas que efectuares.

---

.....  
*Estrutura Idêntica à Ficha N.º 1*  
.....

Após o almoço, o Rui foi passear com o pai, de automóvel, para fora da cidade onde vivem. A estrada era rectilínea mas secundária e tinha o piso em mau estado. Apesar disso, conseguiram manter uma condução tal que a agulha do velocímetro do carro pouco oscilou. Durante 20 min (mais ou menos o tempo que pai e filho levaram a chegar a uma típica vila piscatória das proximidades) a agulha quase que estabilizou nos 70 km/h. O pai, pelo caminho, aproveitou para tecer elogios à sua nova carrinha, moderna e robusta (tinha 5 velocidades e cerca de 2 toneladas).

Chegados à vila, dirigiram-se a uma pastelaria famosa, onde tomaram café e provaram as especialidades em doçaria. Aí o Rui decide brincar com o pai, dizendo-lhe que, com aquela idade (50 anos) e aquela barriga, melhor faria se deixasse de comer bolos e outras guloseimas. O pai, realmente um pouco "pesado" (andava pelos 100 kg) disse ao filho que *um dia não são dias*, embora achasse que ele tinha muita razão e que tudo deveria fazer para conservar a sua actual elegância (tinha 18 anos, 1,82 de altura e andava pelos 75 kg).

Durante o café, discutiram os dois qual seria a distância entre a cidade onde moravam e a vila onde se encontravam. O Rui apontava para uma distância na casa dos 18 km, fundamentando essa previsão com o facto de lhe parecer ter encontrado dezoito marcos quilométricos durante a viagem. Terá o Rui feito uma boa contagem?

**TRABALHOS PARA CASA:  
ALGUNS EXEMPLOS**

**3**



# CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

ESCOLA: .....

TURMA: .....

ALUNO: .....

DATA: .....

## INTERACÇÕES NA ATMOSFERA

TPC N.º 1

**PROBLEMA 1.** *Supõe que um elefante e uma folha "caem ambos" de uma árvore alta.*

1.1. Qual deles experimentaria uma maior resistência ao ar durante a queda?

a) o elefante      b) a folha      c) igual para ambos

• Porquê?

1.2. Representa num **diagrama** todas as forças que se exercem sobre os dois corpos, dando uma ideia da sua ordem de grandeza relativa.

**PROBLEMA 2.** *Um balão cheio de um gás leve (hélio, por exemplo) sobe na atmosfera, quando lançado perto da superfície terrestre. Este facto parece contrariar o princípio científico segundo o qual a Terra (ou outro corpo qualquer) exerce uma atracção gravítica sobre todos os corpos colocados nas suas proximidades.*

2.1. Achas que esse princípio se aplica a corpos leves como o balão? **Justifica.**

- 2.2. Será possível a um balão como esse continuar sempre a afastar-se da Terra, admitindo que as suas paredes são suficientemente fortes para não rebentarem devido a diferenças de pressão? **Porquê?**

**PROBLEMA 3.** *Abandonaram-se no ar, no mesmo instante, quatro corpos esféricos de materiais diferentes e do mesmo diâmetro. Esses corpos eram: uma bola de "sabão", uma bola de ténis, uma bola de ferro e um balão com hidrogénio.*

- 3.1. Prevê o que aconteceu a cada um desses corpos, alguns momentos após terem sido abandonados.
- 3.2. Fundamenta as tuas previsões, utilizando **diagramas vectoriais** apropriados.
- 3.3. **Imagina agora que** esses mesmos corpos tinham sido abandonados **no vácuo** e procede como fizeste em 3.1 e 3.2.

## CORRECÇÃO DO TPC N.º 1

**PROBLEMA 1: O elefante**, porque tem um **volume muito maior** e, como se sabe, a resistência do ar é tanto mais elevada quanto maior for o volume dos corpos. No entanto, a resistência do ar acaba por influenciar mais decisivamente o movimento da folha. **Porque será que isso acontece?**

### INFORMAÇÕES

① ***A resistência do ar depende:***

- da **forma** do corpo;
- do **volume**, aumentando quando este aumenta;
- da **velocidade**, aumentando quando o valor desta aumenta.

A **resistência do ar pode**, por isso, **desprezar-se nalgumas situações importantes**; é o que acontece, por exemplo, no caso de corpos muito pesados deslocando-se a velocidades reduzidas ou no caso de corpos de dimensões diminutas (corpos pontuais). Já **não se pode desprezar** em situações como a de um avião (devido ao valor elevado da velocidade) ou na queda de uma folha (devido ao facto da folha não ser um corpo pontual e ter um peso que não é muito diferente do valor da resistência que o ar oferece ao seu deslocamento).

② ***Sobre impulsão:***

Dado que **o valor da força de impulsão é igual ao peso de ar deslocado**, a força de impulsão só se torna significativa para corpos cujo peso seja parecido ao peso do ar que deslocam. **Compreende-se, assim, que ela se possa desprezar no caso de corpos muito mais densos que o ar** (corpos "pesados"); ao contrário, **ela é absolutamente necessária à interpretação do movimento de corpos "leves"**, como os balões cheios de gás pouco denso.

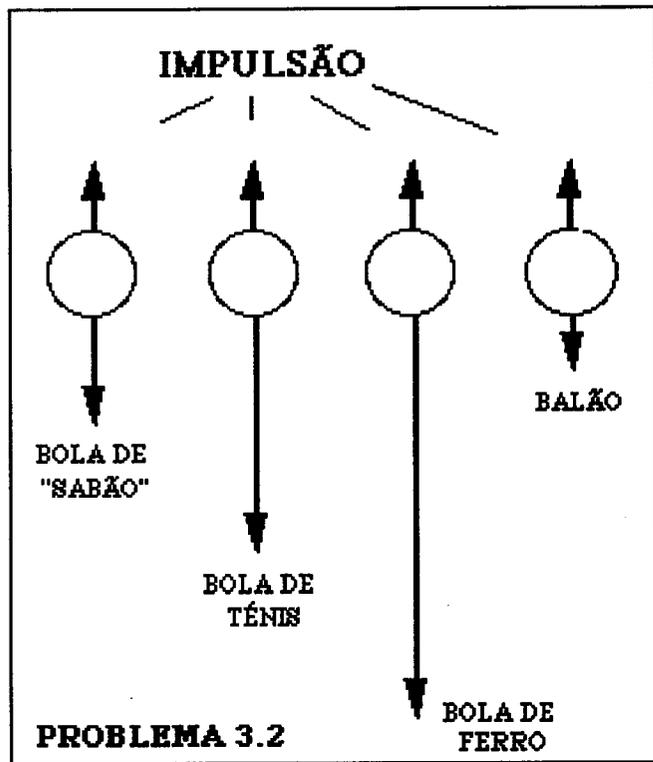
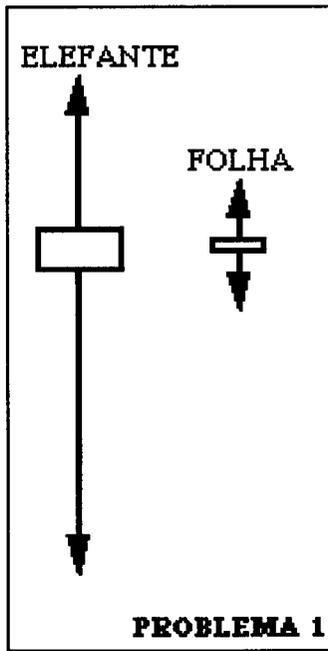
**PROBLEMA 2.1.** A resposta correcta é...*sim*.

- A **gravidade faz-se sentir sobre todo e qualquer corpo**, seja ele leve ou pesado, esteja ele no vácuo ou não. Por outro lado, a **gravidade é um fenómeno universal**: está associada a todo e qualquer corpo material, desde o maior astro existente no Universo até à mais ínfima partícula nuclear.
- O facto de o balão subir, em vez de cair, não significa que deixe de se exercer sobre ele a atracção gravítica terrestre; significa apenas que a força de impulsão (aqui não desprezável) tem uma intensidade superior ao valor dessa atracção.

**PROBLEMA 2.2.** O balão não poderia continuar sempre a afastar-se da Terra; até porque, **a dada altura**, quando acabasse a atmosfera terrestre, **deixaria de existir força de impulsão**, ficando o balão apenas sujeito à atracção gravítica, a qual, como é óbvio, impediria que ele se escapasse para o espaço.

**PROBLEMA 3.1:** A bola de sabão "flutuou" (antes de rebentar); o balão começou a subir; a bola de ténis e a de ferro iniciaram o movimento de queda.

**PROBLEMA 3.3:** No vácuo esses corpos *teriam todos caído a par* uns com os outros. Como será isso possível se, como é sabido, no vácuo a única força a que eles ficam sujeitos é o seu próprio peso e este tem valores bem diferentes para os quatro corpos?

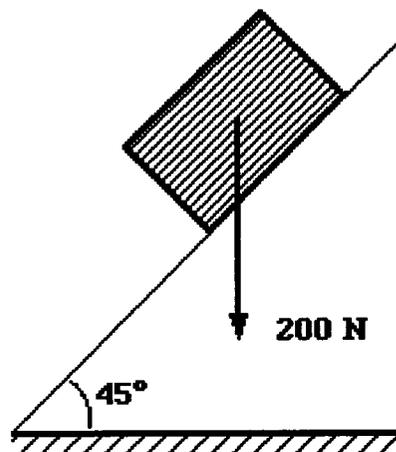


**RESULTANTE E COMPONENTES**

**TPC N.º 2**

Um bloco, cujo peso vale 200 N, encontra-se assente, sem deslizar, sobre uma rampa inclinada (ver figura).

- a) Determina o valor da força de atrito que a rampa exerce sobre o bloco.
- b) Determina, também, o valor da força que seria necessário exercer, paralelamente à rampa, para evitar que o bloco deslizesse, no caso da superfície da rampa ser polida.



---

**1. INFORMAÇÃO DO ENUNCIADO:**

**1.1. Expressão-Chave:**

**1.2. Outra Informação Relevante:**

- Peso do bloco: .....
- Ângulo de inclinação da rampa: .....

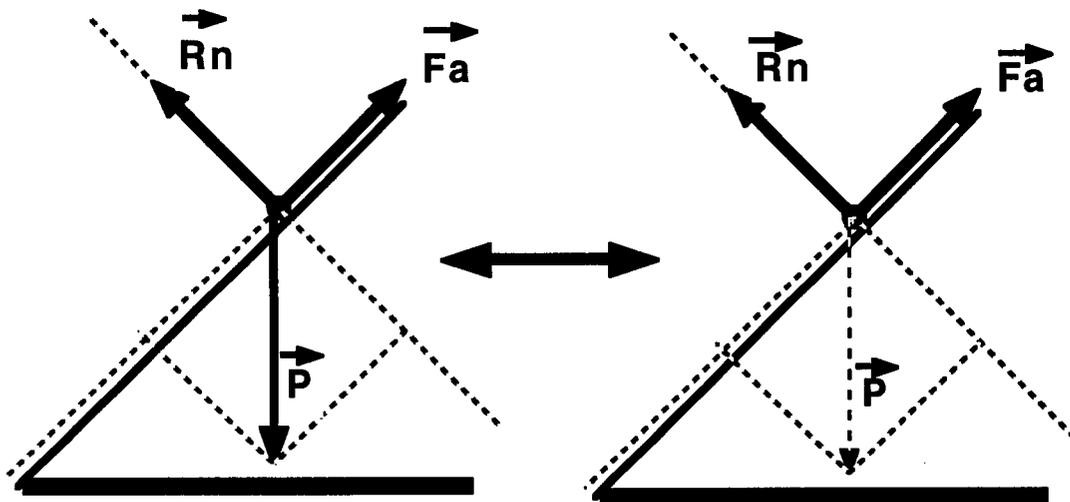
**1.3. Informação Acessória:**

**2. INFORMAÇÃO DEDUZIDA:** o bloco encontra-se em ....., ou seja, em ..... equilíbrio ..... ; isto porque no enunciado é dito que o bloco está assente sobre a rampa mas .....

3.

INTERACÇÕES	FORÇAS	DIRECÇÃO
<i>com a Terra</i>		
<i>com a rampa (dupla)</i>		

4. SUBSTITUIÇÃO POR UM SISTEMA DE FORÇAS EQUIVALENTE



5. DETERMINAÇÃO DO VALOR DA FORÇA DE ATRITO ESTÁTICO

5.1. Plano:

- 1.º Representar graficamente as componentes  $\vec{P}_u$  e  $\vec{P}_n$
- 2.º Determinar os valores dessas componentes:  $P_u =$  ;  $P_n =$  .
- 3.º Aplicar a condição de ..... de uma ..... ao segundo diagrama; para isso, relacionar os módulos das componentes opostas. Ter-se-á:

$$F_a = \quad ; R_n =$$

## 5.2. Execução do Plano:

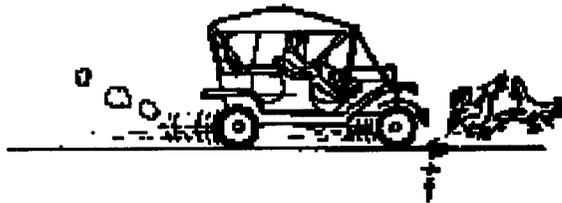
## 6. RESPOSTA À ALÍNEA b):

## 7. INFORMAÇÃO QUE FOI NECESSÁRIO *RETIRAR DA MEMÓRIA*:

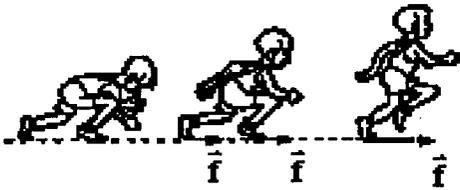
- Condição de ..... de uma .....
- Regra de ..... de vectores.
- Conhecimento de que dois vectores opostos só se anulam se tiverem .....
- Outro tipo de informação: .....
- Relação entre o valor do peso de um corpo assente num plano inclinado e os valores das suas .....
- Conhecimento de que dois ângulos de lados perpendiculares e da ..... espécie (ambos ..... ou ambos .....) são iguais.
- Conhecimento de que ou se trabalha com uma força ou com as suas componentes; é incorrecto trabalhar com ambas ao mesmo tempo.

1. O atrito pode ser útil!

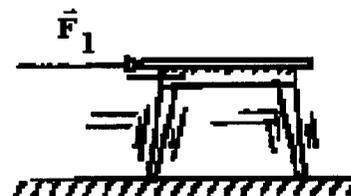
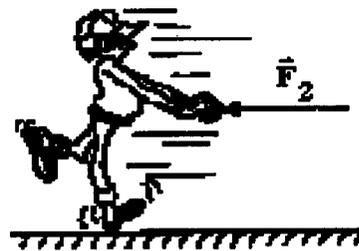
• Pisando no acelerador, as rodas de tracção do carro (na figura, as da frente) começam a girar, empurrando o ..... para ..... . Devido ao atrito, o chão ..... sobre essas ..... , empurrando o ..... para a frente. Logo, é graças ao ..... que um carro se movimenta.



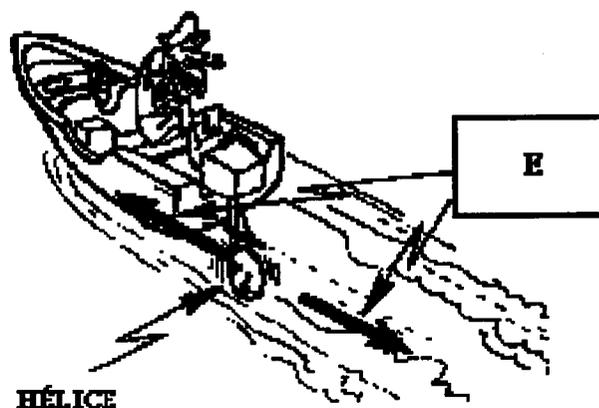
• Ao andar (ou correr) uma pessoa ..... o chão, com os pés, para ..... . Simultaneamente, e em virtude do ..... , o chão ..... sobre os ..... , empurrando-a para .... Assim, numa superfície ..... , seria impossível uma pessoa andar.



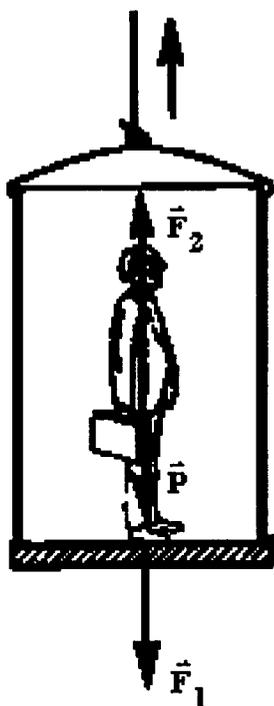
2. O rapaz ..... a mesa com a força ....; a mesa ..... e ..... o rapaz com a força ..... , de ..... igual mas de sentido ..... . Se a mesa e o rapaz estiverem sobre uma superfície ..... , observar-se-á que tanto ... ..... como ... ..... se põem em ..... , uma em ..... ao outro.



3. Ao girar, a hélice do barco ..... a água para .....; a ..... e ..... a hélice para a ....., fazendo com que o barco se .....



4. Uma pessoa, de peso  $P$ , encontra-se no interior de um elevador que sobe com *movimento uniforme*. Seja  $F_1$  o módulo da força com que a pessoa comprime o chão do elevador e  $F_2$  o módulo da força exercida pelo chão sobre a pessoa. Das afirmações seguintes, assinala as correctas. Justifica a tua decisão.



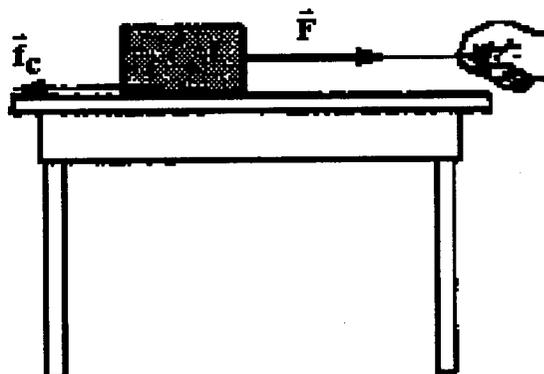
- $F_1 = F_2$  porque as forças correspondentes constituem um par acção-reacção.
- $F_1 = F_2$  porque o movimento da pessoa é uniforme.
- $F_2 > P$  porque o elevador está a subir.

5. Um bloco está a ser arrastado sob a acção de uma força  $\vec{F}$  na superfície de uma mesa. Supõe que também actua no bloco uma força de atrito cinético de módulo igual a 2 N .

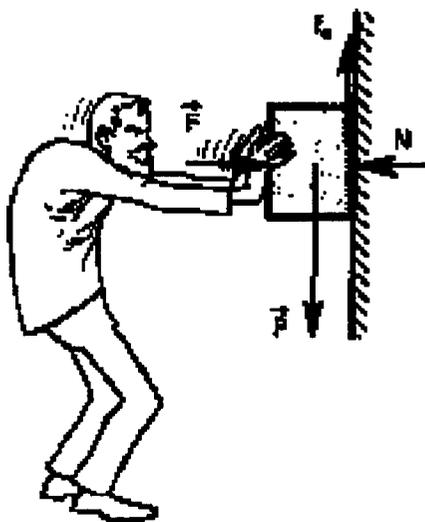
a) A mesa *não* é polida. *Justifica.*

b) Indica o corpo que exerce sobre o bloco a força de atrito representada.

c) Indica, também, o módulo, a direcção, o sentido e o ponto de aplicação da força de reacção a essa força de atrito.



6. Um bloco é comprimido contra uma parede por uma força  $\vec{F}$ , como a figura mostra. Das afirmações seguintes, existe uma que é incorrecta. Assinala-a, justificando a tua decisão.



A parede exerce sobre o bloco uma reacção normal do mesmo módulo e de sentido contrário a  $\vec{F}$ .

Se o bloco ficar em repouso, existe uma força de atrito estático actuando sobre ele e dirigida para cima.

Se o bloco ficar em repouso, podemos concluir que o módulo da força de atrito estático da parede sobre ele é superior ao módulo do peso do bloco.

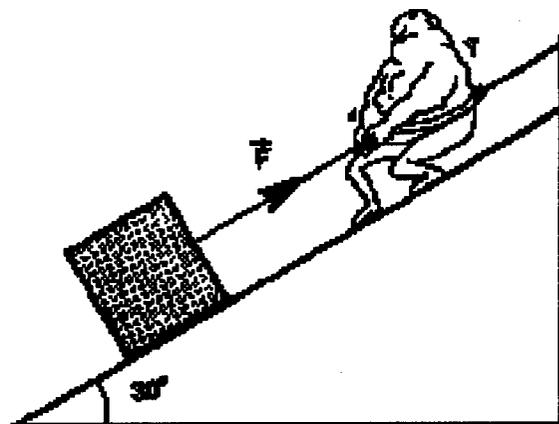
*tático da parede sobre ele é superior ao módulo do peso do bloco.*

- Se o valor de  $\vec{F}$  for nulo, não haverá força de atrito da parede sobre o bloco.
- Se o coeficiente de atrito entre a parede e o bloco for nulo, o bloco cairá, por maior que seja o valor de  $\vec{F}$ .

8. Um outro bloco, de peso igual a 100 N, está a ser arrastado para cima, com movimento uniforme, ao longo de um plano inclinado sem atrito, por meio de uma força  $\vec{F}$ .

a) Lê com atenção o enunciado e completa o seguinte:

• Informação-chave:



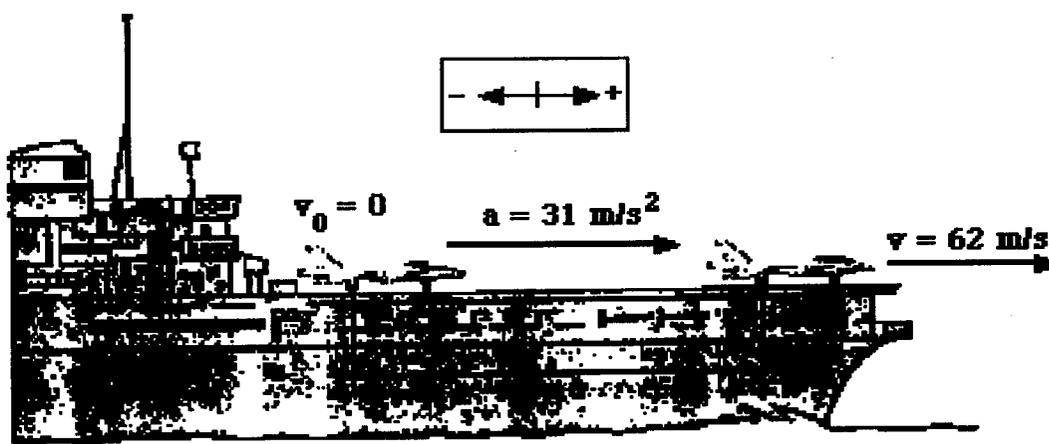
• Outra informação relevante:

• Conhecimentos que tiveste de recordar para compreenderes o enunciado:

b) Fazem-se a seguir várias afirmações sobre o bloco. Indica se são *correctas* ou *incorrectas*, justificando.

- O bloco exerce sobre o plano uma compressão normal igual a 100 N.
- A componente do peso que tende a fazer descer o bloco vale 50 N.
- A resultante das forças que actuam no bloco é nula.
- O valor da força que o homem exerce sobre o bloco tem de ser, no mínimo, um pouco maior que 50 N.
- A reacção normal do plano sobre o bloco é nula, dado não haver atrito.

Um avião caça-bombardeiro acaba de levantar voo de um porta-aviões americano ancorado ao largo da costa meridional da Arábia Saudita. A tripulação do porta-aviões compreende ao todo 200 homens, os quais sentem orgulho em trabalhar num dos vasos de guerra mais sofisticados do mundo. O avião partiu do repouso, adquiriu uma aceleração constante de  $+31 \text{ m/s}^2$  e rumou para Norte. Ao descolar, levava já uma velocidade de  $+62 \text{ m/s}$  (cerca de  $223 \text{ km/h}$ ). Tendo em conta os dados fornecidos, indica um valor aproximado do comprimento da pista do porta-aviões.



### **PALAVRAS DE ORDEM**

- Procura perceber bem a situação problemática, antes de passares ao cálculo escrito; tenta resolver o problema mentalmente, antes de usares fórmulas.
- Tenta usar as expressões (fórmulas) adequadas.
- Ao trabalhares com essas expressões usa unidades do Sistema Internacional (SI).
- Procura usar letra bem legível e ser organizado na apresentação do material escrito.
- Confirma sempre as operações matemáticas que efectuares.

- **DIAGRAMA APROPRIADO**

## **1. ANÁLISE DO PROBLEMA**

**1.1. Lê o enunciado com atenção.** Existem palavras/expressões cujo significado desconheças? Se sim, *indica-as*.

**1.2. Identificação do problema:**

- Qual é o verdadeiro problema?

- Qual é a incógnita?

**1.3. Grandezas ou conceitos envolvidos** (assuntos com que o problema se relaciona):

**1.4. Palavras/expressões chave**

**1.5. Previsão quanto à resposta** (facilita a avaliação final):

- ordem de grandeza:

- sinal:

- unidade:

- outros aspectos:

1.6. *Informação relevante fornecida no enunciado:*

1.7. *Informação relevante "retirada" da memória:*

## 2. PLANO E SUA EXECUÇÃO

<b>DADOS</b>
--------------

<b>ESTRATÉGIA</b>
-------------------

<b>INCÓGNITA</b>
------------------

<b>LEIS/FÓRMULAS</b>
----------------------

<b>EXECUÇÃO DA ESTRATÉGIA</b>
-------------------------------

<b><i>RESPOSTA FINAL</i></b>
------------------------------

### 3. ANÁLISE CRÍTICA OU AVALIAÇÃO DA SOLUÇÃO

- *Verifica, nomeadamente:* se os passos que efectuaste foram válidos; se a resposta faz sentido, ou seja, se está de acordo com o enunciado; se essa resposta é ou não compatível com a previsão que deves ter formulado inicialmente.

### 4. IDENTIFICAÇÃO DE DIFICULDADES

- *Etapas/aspectos em que tiveste mais dificuldades:*
- *Em que consistiram essas dificuldades? Como as ultrapassar?*
- *Assuntos que não sabias ou de que não te recordavas:*

### 5. CONSOLIDAÇÃO DE CONHECIMENTOS

- Procura responder a questões do tipo: *Que aprendi de novo, quer a nível de conceitos, leis e sua aplicação, quer a nível de processos mentais?*

#### **SITUAÇÕES A EVITAR NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA**

- **Leitura apressada e incompleta do enunciado.**
- **Obsessão pelos cálculos (não parar para pensar).**
- **Falta de uma boa imagem (representação) global da situação física em causa.**
- **Ausência de um plano de acção (agir ao acaso).**
- **Falta de conhecimentos teóricos.**
- **Incapacidade de relacionar o problema com os assuntos estudados.**
- **Demasiados erros de raciocínio e de cálculo.**
- **Falta de concentração, de persistência e de confiança.**
- **Ausência de avaliação crítica dos processos usados e dos resultados obtidos.**

Lisboa é conhecida como a "cidade das sete colinas". Para circular em Lisboa, é necessário, sobretudo no Centro Histórico, andar constantemente a subir e a descer. Nada melhor para a saúde (e para os olhos!) que fazer um desses percursos a pé. Se nunca o fizeste, experimenta um dia partir da Baixa Pombalina, subir à Sé, observar o Tejo e o bairro típico de Alfama, de um dos belos miradouros que fores encontrando, continuar até à "Feira da Ladra" onde poderás vender "trastes velhos" e obter, assim, dinheiro para os teus gastos, e, por fim, subir ao Castelo de onde poderás perceber a razão de se chamar a Lisboa a "cidade das sete colinas".

Ao contrário do que te foi sugerido, um turista alemão decidiu fazer esse percurso de carro (massa do carro = 1,88 t), tanto mais que se achava um pouco "pesado" para efectuar o circuito a pé — pesava 120 kgf, quem sabe por abusar da cerveja! — A certa altura, desorienta-se no caminho e vê-se a ter que subir uma ladeira muito íngreme (inclinada a 30° relativamente à horizontal e de 75 m de extensão). Com algum esforço — talvez por estar habituado a terrenos mais planos! — lá consegue chegar ao fim da ladeira. Por ser entendido em mecânica, estimou que no último terço da subida o motor se viu forçado a trabalhar de forma a garantir uma força global constante no valor de 1000 N. Precisamente nesse último terço, uma criança do bairro pôs-se a correr, tentando alcançar o cimo mais depressa do que o carro. A criança gastou 9 s nessa corrida. Terá ela conseguido o seu objectivo? *(Para resolveres o problema, terás de fazer algumas aproximações e admitir algumas suposições. Quais? Até que ponto é legítimo fazê-lo?)*

.....  
*Estrutura Idêntica à Ficha Precedente*  
.....

**INSTRUMENTOS DE MEDIDA  
E ESTATÍSTICA DESCRITIVA GERAL**

**4**

**PROVA DE RESOLUÇÃO METACOGNITIVA  
DE PROBLEMAS DE FÍSICA**

*Versão-Pré \**

ESCOLA: .....

TURMA: .....

ALUNO: .....

DATA: .....

---

***INSTRUÇÕES***

1. Esta prova destina-se a estudar os **processos** que costumamos utilizar para resolver problemas de física bem como a forma como os utilizamos.
2. Não se trata de uma prova para classificação, mas para recolher elementos que nos ajudem a **conhecer melhor as tuas dificuldades** face à resolução de problemas de física.
2. Se responderes com **cuidado e empenhamento**, estarás a contribuir para que te possamos ajudar a vencer ou atenuar aquelas dificuldades.
4. Deves esforçar-te por responder a **todas** as questões, ainda que, a princípio, te possam parecer difíceis ou pouco habituais.

---

\* Compõem-na os instrumentos TRPQTpré, TESTMpré e QEXPMpré.

## 1.<sup>a</sup> PARTE

Considera o seguinte acontecimento em que o João esteve envolvido:

Numa manhã fria de Dezembro, o carro do pai do João não queria pegar. Houve, por isso, a necessidade de o empurrar ao longo da rua, tarefa que competiu ao João — o pai, dentro do carro, tentava realizar as manobras necessárias a pôr o motor em funcionamento. Percorridos que foram 25 metros, o carro decide finalmente pegar.

O João calcula ter exercido uma força sensivelmente constante de valor igual a 200 N. Além disso, entusiasmado por física como é, decidiu aproveitar este acontecimento para pôr em prática os seus conhecimentos desta disciplina. É assim que se lembra de determinar um valor aproximado da energia que teve de despender para empurrar o carro. Recolhe alguns dados complementares sem se preocupar, de início, em verificar se esses dados lhe viriam ou não a ser necessários. Esses dados foram: massa do pai = 80 kg; massa do João = 50 kg; massa do carro = 800 Kg.

1. A situação que acabaste de ler é para ti, em princípio, uma **situação problemática**. Qual é, então, o *verdadeiro problema* em causa ?
  
2. Vais **tentar descobrir** qual a **resposta** para o problema mas, antes disso, procura responder à **série de questões** que vão sendo sucessivamente propostas.
  - 2.1. Qual ou quais a(s) **grandeza(s)/conceito(s)** físicos com que o problema se relaciona?
  
  - 2.1. Quais as **palavras/expressões** do enunciado que consideras **absolutamente indispensáveis** para o resolver?

**2.3.** Nas **escalas** em baixo indicadas, assinala, com uma cruz (X), a **posição** que melhor ilustra:

**2.3.1.** o **nível da tua compreensão** relativamente ao enunciado do problema;

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

**2.3.2.** o **índice de dificuldade** que o problema te oferece, à partida;

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

**2.3.3.** o **grau de confiança** que tens na tua capacidade de o resolver;

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

**2.3.4.** o **nível de segurança** que tens nos assuntos com que o problema se relaciona;

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

**2.4.** Indica uma **previsão** quanto à resposta para o problema, **explicando** o teu raciocínio.

**2.5.** Procura, neste espaço, dar-nos uma ideia resumida dos **passos do plano** ou da **estratégia mental** que vais seguir para resolver o problema.

2.6. Procede agora à *resolução quantitativa* (com fórmulas e cálculos). Tenta ser organizado e utiliza um *diagrama* sugestivo.

2.7. Uma vez que resolveste (ou tentaste resolver o problema) responde às questões a seguir colocadas:

2.7.1. **Leste** o enunciado com **atenção**? ..... . Qual o *nível* com que o fizeste?

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_  *muito reduzido*

2.7.2. **Compreendeste** realmente o enunciado?..... . Qual o *nível de compreensão* que te parece teres, de facto, **atingido** ?

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_  *muito reduzido*

2.7.3. Tiveste a preocupação de **rever o procedimento** que utilizaste? .....  
Com que *grau* o fizeste?

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_  *muito reduzido*

2.8. Faz uma **listagem** da **informação mais importante** que tiveste de retirar **da memória** (factos, conceitos, leis, fórmulas, ... ), ou seja, de assuntos que tiveste de recordar.

2.9. **Assinala**, nas escalas a seguir indicadas, a **posição** que melhor traduza o **modo como avalias** cada um dos aspectos correspondentes às **frases** existentes antes dessas escalas.

2.9.1. **Para mim este problema foi...**

fácil \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ difícil

2.9.2. **O meu empenhamento na tarefa foi ...**

muito elevado \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ muito reduzido

2.9.3. **A confiança que sinto na resposta que obtive é ....**

muito elevada \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ muito reduzida

2.9.4. **O procedimento que utilizei parece-me ...**

eficaz \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ ineficaz

## 2.<sup>a</sup> PARTE

Considera a seguinte situação:

Um casal pretende comprar uma mesa nova para a sua sala de jantar. Dirige-se, para o efeito, a uma loja de mobiliário e, depois de verificarem o que havia, os dois cônjuges ficam indecisos entre duas mesas, ambas de nogueira: uma mesa A que pesa 40 kgf e que assenta num único pé cilíndrico com  $400 \text{ cm}^2$  de área de secção; uma mesa B, de peso duplo, suportada por quatro pés igualmente cilíndricos e cada um com uma secção de área  $100 \text{ cm}^2$ .

Dado que ambas as mesas satisfaziam os seus gostos e possibilidades económicas, tiveram alguma dificuldade em tomar uma decisão. Finalmente, o casal decidiu optar pela mesa que iria provocar marcas menos profundas na tapeçaria de Arraiolos que lhes cobria o chão da sala.

1. A situação que acabaste de ler é para ti, em princípio, uma **situação problemática**. Qual é, então, o *verdadeiro problema* em causa ?
  
2. Vais **tentar descobrir qual a resposta** para o problema mas, antes disso, procura responder à **série de questões** que vão sendo sucessivamente propostas.
  - 2.1. Qual ou quais a(s) *grandeza(s)/conceito(s)* físicos com que o problema se relaciona?
  
  - 2.1. Quais as *palavras/expressões* do enunciado que consideras **absolutamente indispensáveis** para o resolver?

2.3. Nas **escalas** em baixo indicadas, assinala, com uma cruz (X), a **posição** que melhor ilustra:

2.3.1. o **nível da tua compreensão** relativamente ao enunciado do problema;

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

2.3.2. o **índice de dificuldade** que o problema te oferece, à partida;

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

2.3.3. o **grau de confiança** que tens na tua capacidade de o resolver;

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

2.3.4. o **nível de segurança** que tens nos assuntos com que o problema se relaciona;

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

2.4. Indica uma **previsão** quanto à resposta para o problema, **explicando** o teu raciocínio.

2.5. Procura, neste espaço, dar-nos uma ideia resumida dos **passos do plano** ou da **estratégia mental** que vais seguir para resolver o problema.

2.6. Procede agora à *resolução quantitativa* (com fórmulas e cálculos). Tenta ser organizado e utiliza um *diagrama* sugestivo.

2.7. Uma vez que resolveste (ou tentaste resolver o problema) responde às questões a seguir colocadas:

2.7.1. Leste o enunciado com **atenção**? ..... . Qual o *nível* com que o fizeste?

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

2.7.2. **Compreendeste** realmente o enunciado?..... . Qual o *nível de compreensão* que te parece teres, de facto, **atingido** ?

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

2.7.3. Tiveste a preocupação de **rever o procedimento** que utilizaste? .....  
Com que *grau* o fizeste?

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

2.8. Faz uma **listagem** da **informação mais importante** que tiveste de retirar **da memória** (factos, conceitos, leis, fórmulas, ... ), ou seja, de assuntos que tiveste de recordar.

2.9. **Assinala**, nas escalas a seguir indicadas, a **posição** que melhor traduza o **modo como avalias** cada um dos aspectos correspondentes às **frases** existentes antes dessas escalas.

2.9.1. **Para mim este problema foi...**

fácil \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ difícil

2.9.2. **O meu empenhamento na tarefa foi ...**

muito elevado \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ muito reduzido

2.9.3. **A confiança que sinto na resposta que obtive é ....**

muito elevada \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ muito reduzida

2.9.4. **O procedimento que utilizei parece-me ...**

eficaz \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ ineficaz

**PROVA DE RESOLUÇÃO METACOGNITIVA  
DE PROBLEMAS DE FÍSICA**

*Versão-Pós \**

---

ESCOLA: ..... TURMA: .....  
ALUNO: ..... DATA: .....

---

---

**NOTA PRÉVIA:** Deves esforçar-te por responder a **TODAS AS QUESTÕES**, ainda que, a princípio, te possam parecer difíceis ou pouco habituais .

---

***1.ª PARTE***

Considera a seguinte situação:

Dois amigos (ambos pesando 75 kgf) encontram-se a passar férias numa praia algarvia. Um deles possui um barco a motor em fibra de vidro de tecnologia japonesa. O barco pesa (com o motor) cerca de 300 kgf.

Os dois passam a maior parte do seu dia fazendo treinos de velocidade com o barco. Para isso, controlam o tempo de que necessitam para chegar a uma bóia de marcação, localizada a 0,8 km da costa. O melhor que haviam conseguido foi o tempo de 40 s.

Certo dia, em virtude do mar estar calmo e soprar apenas uma brisa suave, partiram com a convicção de que o recorde anterior seria batido. Verificaram, através de um velocímetro instalado no barco, que, nos primeiros 10 s, a velocidade tinha subido uniformemente para 36 km/h. Decidiram manter essa taxa de variação da velocidade durante o resto do percurso.

*Ao chegarem à bóia, qual imaginas tenha sido a reacção dos dois amigos? De satisfação? De desapontamento?*

---

\* Compõem-na os instrumentos TRPQTpós, TESTMpós e QEXPMpós

1. A situação que acabaste de ler é para ti, em princípio, uma **situação problemática**. Qual é, então, o *verdadeiro problema* em causa ?
  
2. Vais **tentar descobrir qual a resposta** para o problema mas, antes disso, procura responder à **série de questões** que vão sendo sucessivamente propostas.
  - 2.1. Qual ou quais a(s) **grandeza(s)/conceito(s)** físicos com que o problema se relaciona?
  
  - 2.1. Quais as **palavras/expressões** do enunciado que consideras **absolutamente indispensáveis** para o resolver?
  
  - 2.3. Nas **escalas** em baixo indicadas, assinala, com uma cruz (X), a **posição** que melhor ilustra:
    - 2.3.1. o **nível da tua compreensão** relativamente ao enunciado do problema;  
 muito elevado \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*
    - 2.3.2. o **índice de dificuldade** que o problema te oferece, à partida;  
 muito elevado \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*
    - 2.3.3. o **grau de confiança** que tens na tua capacidade de o resolver;  
 muito elevado \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*
    - 2.3.4. o **nível de segurança** que tens nos assuntos com que o problema se relaciona;  
 muito elevado \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*
  
  - 2.4. Indica uma **previsão** quanto à resposta para este problema, **explicando** o teu raciocínio.

2.5. Procura, neste espaço, dar-nos uma ideia resumida dos *passos do plano* ou da *estratégia mental* que vais seguir para resolver o problema.

2.6. Procede agora à *resolução quantitativa* (com fórmulas e cálculos). Tenta ser organizado e utiliza um *diagrama* sugestivo.

2.7. Uma vez que resolveste (ou tentaste resolver o problema) responde às questões a seguir colocadas:

2.7.1. Leste o enunciado com **atenção**? ..... Qual o *nível* com que o fizeste?

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

2.7.2. **Compreendeste** realmente o enunciado?..... . Qual o *nível de compreensão* que te parece teres, de facto, **atingido** ?

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

2.7.3. Tiveste a preocupação de **rever o procedimento** que utilizaste? .....  
Com que *grau* o fizeste?

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

2.8. Faz uma **listagem da informação mais importante** que tiveste de retirar **da memória** (factos, conceitos, leis, fórmulas, ... ), ou seja, de assuntos que tiveste de recordar.

2.9. **Assinala**, nas escalas a seguir indicadas, a **posição** que melhor traduza o **modo como avalias** cada um dos aspectos correspondentes às **frases** existentes antes dessas escalas.

2.9.1. **Para mim este problema foi...**

*fácil* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *difícil*

2.9.2. **O meu empenhamento na tarefa foi ...**

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

2.9.3. **A confiança que sinto na resposta que obtive é ....**

*muito elevada* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzida*

2.9.4. **O procedimento que utilizei parece-me ...**

*eficaz* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *ineficaz*

## 2.<sup>a</sup> PARTE

Considera a seguinte situação:

Um turista circulava calmamente no seu carro, a uma velocidade estabilizada de 36 km/h, por uma rua de Lisboa (sem curvas e sem declives) com 500 m de comprimento e duas faixas de rodagem em cada sentido. A massa do carro e do turista tinham, somadas, o valor de 1,4 toneladas.

Nesse dia, dada a hora (meio da manhã) e o facto de se tratar de um Domingo de Agosto, a densidade do tráfego era diminuta. Nenhuma outra viatura circulava à frente do turista. Este aproveitou para ir dando uma olhadela aos aspectos mais marcantes dessa rua. É então que, um pouco distraído, apenas se apercebe da existência de um semáforo, a mudar de amarelo para vermelho, a cerca de 25 m à sua frente. Imediatamente mete travões a fundo, implicando, assim, que o carro tivesse ficado submetido a uma força global, sensivelmente constante, no valor de 2800 N. Conseguiu imobilizar o carro em cerca de 5 s.

Junto aos semáforos encontrava-se um agente da polícia de trânsito, tido por um "duro" perante transgressões. Ao turista nada aconteceu. *Isso ter-se-á devido a uma maior condescendência do agente perante estrangeiros ou ao facto de nem sequer ter havido transgressão?*

1. A situação que acabaste de ler é para ti, em princípio, uma **situação problemática**. Qual é, então, o *verdadeiro problema* em causa?
  
2. Vais **tentar descobrir** qual a resposta para o problema mas, antes disso, procura responder à **série de questões** que vão sendo sucessivamente propostas.
  - 2.1. Qual ou quais a(s) **grandeza(s)/conceito(s)** físicos com que o problema se relaciona?

2.1. Quais as *palavras/expressões* do enunciado que consideras *absolutamente indispensáveis* para o resolver?

2.3. Nas *escalas* em baixo indicadas, assinala, com uma cruz (X), a *posição* que melhor ilustra:

2.3.1. o *nível da tua compreensão* relativamente ao enunciado do problema;

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_  *muito reduzido*

2.3.2. o *índice de dificuldade* que o problema te oferece, à partida;

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_  *muito reduzido*

2.3.3. o *grau de confiança* que tens na tua capacidade de o resolver;

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_  *muito reduzido*

2.3.4. o *nível de segurança* que tens nos assuntos com que o problema se relaciona;

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_  *muito reduzido*

2.4. Indica uma *previsão* quanto à resposta para o problema, *explicando* o teu raciocínio.

2.5. Procura, neste espaço, dar-nos uma ideia resumida dos *passos do plano* ou da *estratégia mental* que vais seguir para resolver o problema.

2.6. Procede agora à *resolução quantitativa* (com fórmulas e cálculos). Tenta ser organizado e utiliza um *diagrama* sugestivo.

2.7. Uma vez que resolveste (ou tentaste resolver o problema) responde às questões a seguir colocadas:

2.7.1. **Leste** o enunciado com **atenção?** ..... Qual o *nível* com que o fizeste?

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

2.7.2. **Compreendeste** realmente o enunciado?..... Qual o *nível de compreensão* que te parece teres, de facto, **atingido** ?

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

2.7.3. Tiveste a preocupação de **rever o procedimento** que utilizaste? ..... Com que *grau* o fizeste?

*muito elevado* \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ *muito reduzido*

**2.8.** Faz uma **listagem** da **informação mais importante** que tiveste de retirar **da memória** (factos, conceitos, leis, fórmulas, ... ), ou seja, de assuntos que tiveste de recordar.

**2.9.** **Assinala**, nas escalas a seguir indicadas, a **posição** que melhor traduza o **modo como avalias** cada um dos aspectos correspondentes às **frases** existentes antes dessas escalas.

**2.9.1.** *Para mim este problema foi...*

fácil \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ difícil

**2.9.2.** *O meu empenhamento na tarefa foi ...*

muito elevado \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ muito reduzido

**2.9.3.** *A confiança que sinto na resposta que obtive é ....*

muito elevada \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ muito reduzida

**2.9.4.** *O procedimento que utilizei parece-me ...*

eficaz \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ ineficaz

## Teste de Resolução de Problemas Quantitativos de Física

### Indicadores de Fidelidade

Grupo	Alunos	Média*	Desvio Padrão	$\alpha$ de Cronbach
<i>PRÉ-TESTE</i>				
E1+E2+C	87	6,8	4,2	0,11
<i>PÓS-TESTE</i>				
E1+E2+C	70	27,1	13,7	0,76

\* Cotação máxima : pré-teste = 16 ; pós-teste = 44.

### Estatística dos Itens

Item	Cotação	Média	Desvio Padrão	Índice de Discriminação
<i>PRÉ-TESTE</i>				
1	6	3,8	2,1	0,55
2	10	2,9	3,4	0,86
<i>PÓS-TESTE</i>				
1	22	14,8	7,1	0,81
2	22	12,3	8,1	0,91

## Teste de Estratégias Metacognitivas de Resolução de Problemas de Física

### *Indicadores de Fidelidade*

Grupo	Alunos	Média*	Desvio Padrão	Assimetria	$\alpha$ de Cronbach
<i>PRÉ-TESTE</i>					
E1+E2+C	87	12,6	5,1	1,0	0,76
<i>PÓS-TESTE</i>					
E1+E2+C	70	18,4	5,9	- 0,1	0,80

\* Cotação máxima = 36 pontos

### *Estatística dos Itens*

Item	Cotação	Média	Desvio Padrão	Índice de Discriminação
<i>PRÉ-TESTE</i>				
1	3	1,6	1,4	0,24
2	3	1,6	0,8	0,36
3	3	1,3	0,9	0,45
4	3	0,3	0,6	0,49
5	3	0,6	0,8	0,47
6	3	0,6	0,8	0,31
7	3	0,7	1,0	0,15
8	3	1,8	0,8	0,20
9	3	1,7	1,2	0,29
10	3	0,7	1,0	0,47
11	3	0,6	0,9	0,59
12	3	0,5	0,8	0,56

*(continua)*

*PÓS-TESTE*

---

1	3	2,0	1,0	0,51
2	3	1,7	0,7	0,56
3	3	2,1	1,0	0,28
4	3	0,7	0,9	0,35
5	3	1,2	0,8	0,61
6	3	1,5	1,0	0,60
7	3	2,2	0,9	0,43
8	3	1,8	0,7	0,35
9	3	2,0	0,9	0,33
10	3	0,6	0,8	0,22
11	3	1,2	0,9	0,57
12	3	1,3	0,9	0,50

---

**TESTE DE RESOLUÇÃO DE  
PROBLEMAS QUALITATIVOS DE FÍSICA**

*Versão-Pré*

ESCOLA: .....

TURMA: .....

ALUNO: .....

DATA: .....

---

***INSTRUÇÕES***

1. Este teste destina-se a identificar conhecimentos que já possuas sobre mecânica, área da física que já abordaste no 9.º ano e que irás desenvolver agora no 10.º Ano.
2. Não se trata de um teste para classificação.
3. Deves **responder a todas as questões**, ainda que te pareça que não deste o assunto em causa.
4. Procura dar justificações completas, numa linguagem clara, correcta e bem estruturada. Essas **justificações** constituem o **aspecto mais importante** das tuas respostas.
5. Contamos com a tua colaboração.

1. O carro da Fig. 1 ficou atolado em areia. O dono, depois de o ter destravado e de ter desligado o motor, tenta desatolá-lo, sem o conseguir. Estará o carro submetido a alguma **força resultante** (força global) diferente de zero?



Fig. 1

Sim

Não

JUSTIFICAÇÃO

2. O ciclista (Fig. 2) não se encontra a pedalar nem a travar; vai, apenas, "perdendo" velocidade. Enquanto isso acontece, a bicicleta estará a ser actuada por **alguma(s) força(s)**?

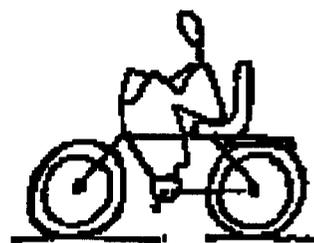


Fig. 2

Sim

Não

JUSTIFICAÇÃO

1. O carro da Fig. 1 ficou atolado em areia. O dono, depois de o ter destravado e de ter desligado o motor, tenta desatolá-lo, sem o conseguir. Estará o carro submetido a alguma **força resultante** (força global) diferente de zero?



Fig. 1

Sim

Não

JUSTIFICAÇÃO

2. O ciclista (Fig. 2) não se encontra a pedalar nem a travar; vai, apenas, "perdendo" velocidade. Enquanto isso acontece, a bicicleta estará a ser actuada por **alguma(s) força(s)**?

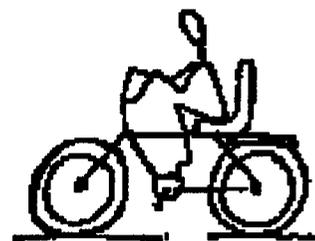


Fig. 2

Sim

Não

JUSTIFICAÇÃO

3. Um canhão muito potente dispara uma bala (Fig. 3); os pontos A, B e C correspondem a três posições sucessivas da trajetória dessa bala. **Representa na figura a(s) força(s) que actua(m)** na bala em cada uma dessas posições. Utiliza vectores de comprimentos diferentes para forças de intensidades também diferentes. Além disso, se, em qualquer dos casos, **achares que não actua nenhuma força**, escreve, ao lado do ponto em causa, a expressão "nenhuma força".

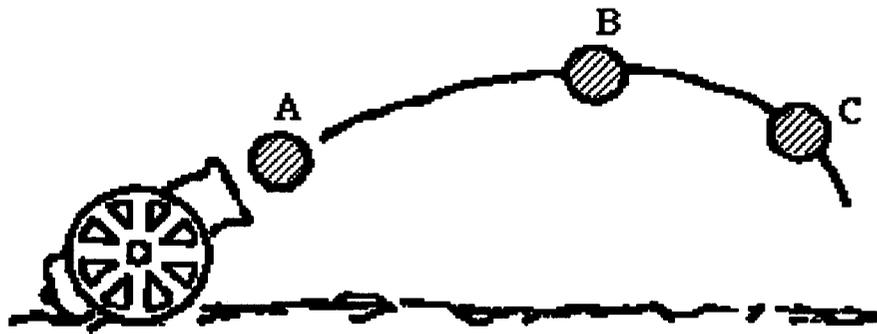


Fig. 3

### JUSTIFICAÇÃO

*Ponto A:*

*Ponto B:*

*Ponto C:*

4. O efeito gravítico da Terra sobre um corpo é tanto mais forte quanto mais alto o corpo se encontrar; prova-o o facto de os corpos que caem de alturas mais elevadas provocarem mais danos no solo do que os que caem de alturas menos elevadas.

Verdadeiro

Falso

**JUSTIFICAÇÃO**

5. Um balão cheio de um gás leve sobe quando é lançado na Terra mas cairia se fosse lançado na Lua.

Verdadeiro

Falso

**JUSTIFICAÇÃO**

6. A gravidade terrestre só se exerce em determinados corpos; não se exerce, por exemplo, no fumo ou numa pena de ave muito leve.

Verdadeiro

Falso

**JUSTIFICAÇÃO**

7. A Terra atrai uma pedra que se encontra a uma dada altura perto da sua superfície; a pedra, ao contrário, não exerce qualquer força sobre a Terra, visto que tem uma massa praticamente desprezável, relativamente à massa da Terra.

Verdadeiro

Falso

**JUSTIFICAÇÃO**

# TESTE DE RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS QUALITATIVOS DE FÍSICA

## Versão-Pós

ESCOLA: .....

TURMA: .....

ALUNO: .....

DATA: .....

**Nota Prévia:** Neste teste, as justificações são o mais importante. Tenta, por isso, justificar todas as respostas, de uma forma completa e em linguagem correcta. Além disso, quando utilizares vectores, procura dar uma ideia dos seus comprimentos relativos.

1. Duas bolas A e B movem-se com velocidade constante por duas calhas paralelas. As posições ocupadas pelas bolas em instantes idênticos aparecem identificadas na Fig. 1 por números também idênticos. A seta refere-se ao sentido do movimento das bolas. O ponto de partida de cada bola não se encontra assinalado.

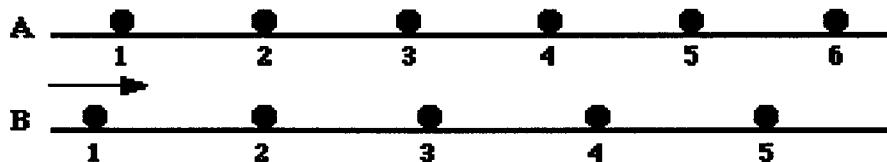


Fig. 1

No troço de movimento que se encontra figurado, alguma vez aconteceu as duas bolas terem igual velocidade?

SIM

NÃO

JUSTIFICAÇÃO

2. Em dado instante, numa auto-estrada, um carro ligeiro encontra-se a ultrapassar um camião TIR que segue no mesmo sentido, numa faixa paralela. É óbvio que o valor da velocidade do carro é *superior* ao valor da velocidade do camião. Será que o mesmo se passa, necessariamente, com o valor da aceleração do carro relativamente à aceleração do camião?

SIM

NÃO

**JUSTIFICAÇÃO**

3. Uma bola metálica, de dimensões reduzidas, é atirada ao ar na vertical. Dada a natureza da bola e o facto de a velocidade de lançamento ser pouco elevada, pode considerar-se desprezável a resistência do ar. *Durante a subida, actua(m) na bola:*

apenas o peso;

apenas a força responsável pelo movimento, dirigida para cima;

o peso e uma força oposta ao peso, força essa de valor constante;

o peso e uma força de valor decrescente, dirigida para cima;

uma força vertical ascendente que actua sozinha até uma altura em que também o peso começa a actuar.

**JUSTIFICAÇÃO**

4. Uma nave espacial, com quatro motores (K, L, M e N), move-se, com movimento acelerado e rectilíneo, numa região do espaço onde não existe gravidade nem atmosfera. A certa altura, ao atingir o ponto D, o piloto decide desligar o único motor em funcionamento.

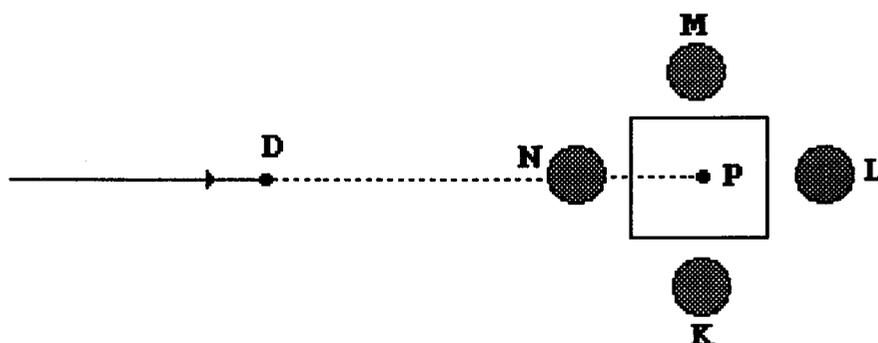


Fig. 2

Considera agora a afirmação: *A nave tem possibilidade de atingir o ponto P.* Essa afirmação:

- é possível — aliás, a nave até poderia ir mais longe do que P, sempre em movimento uniforme e rectilíneo, apesar de os motores estarem desligados;
- só é possível se a nave, que vai "perdendo" velocidade, não parar antes de P;
- é impossível, dado que a nave, com os motores desligados, tenderá a cair e por isso não pode seguir em linha recta até P.

JUSTIFICAÇÃO

5. Um atleta extremamente possante e bem treinado (Fig. 3) está a tentar esticar ao máximo uma mola muito forte. Quase ao atingir o limite das suas energias, e transpirando por todos os poros, o atleta conseguiu o seu objectivo, mantendo a mola esticada durante alguns segundos.



Fig. 3

- bastante elevada, dado o enorme esforço do atleta;
- nula;
- impossível de avaliar sem dados numéricos.

### JUSTIFICAÇÃO

6. A figura representa um homem a puxar um bloco de mármore sobre uma plataforma horizontal e com velocidade constante.

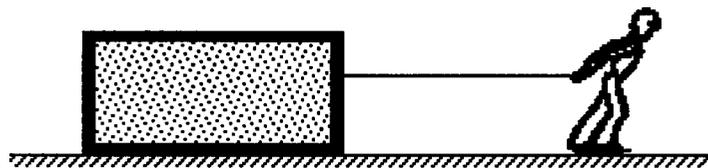


Fig. 4

6.1. Representa em baixo (Fig. 5), *separadamente*, as forças que actuam no bloco e as que actuam no homem.

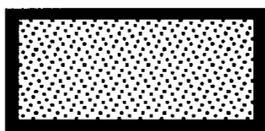


Fig. 5

6.2 *Comenta a seguinte afirmação: o bloco move-se com velocidade constante porque a força que o homem nele exerce é exactamente igual em módulo, mas oposta, à força que o bloco exerce no homem.*

Orienta o teu comentário da seguinte forma: se achares que a afirmação é *correcta*, explica a razão; se achares que é *incorrecta*, explica por que o é e *corrige-a*.

JUSTIFICAÇÃO

### *Indicadores de Fidelidade*

<b>Grupo</b>	<b>Alunos</b>	<b>Média*</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Assimetria</b>	<b><math>\alpha</math> de Cronbach</b>
<b>PRÉ-TESTE</b>					
<b>E1+E2+C</b>	84	6,9	4,2	0,3	0,62
<b>E1</b>	22	3,9	2,4	0,4	0,14
<b>E2</b>	41	8,3	3,9	- 0,1	0,57
<b>C</b>	21	6,8	4,0	0,1	0,64
<b>PÓS-TESTE</b>					
<b>E1+E2+C</b>	82	9,1	4,1	0,3	0,62
<b>E1</b>	27	9,4	3,4	0,4	0,48
<b>E2</b>	33	10,5	3,5	- 0,1	0,53
<b>C</b>	22	6,7	4,6	1,3	0,77

\* Cotação máxima do pré- teste = 24 pontos ; cotação máxima do pós teste = 21 pontos

### *Estatística dos Itens*

<b>Item</b>	<b>Cotação</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Índice de Discriminação</b>
<b>PRÉ-TESTE</b>				
<b>1</b>	3	0,9	0,9	0,38
<b>2</b>	3	1,4	1,1	0,33
<b>3</b>	3	0,4	0,6	0,47
<b>4</b>	3	0,9	1,2	0,39
<b>5</b>	3	0,6	1,0	0,12
<b>6</b>	3	1,7	1,2	0,40
<b>7</b>	3	0,9	1,0	0,44
<b>PÓS-TESTE</b>				
<b>1</b>	3	1,7	1,2	0,47
<b>2</b>	3	1,2	1,3	0,21
<b>3</b>	3	1,2	1,3	0,10
<b>4</b>	3	1,5	1,0	0,42
<b>5</b>	3	1,5	0,9	0,36
<b>6.1</b>	3	1,5	0,9	0,54
<b>6.2</b>	3	0,5	0,7	0,46

## TESTE DE COMPREENSÃO E APLICAÇÃO DE CONHECIMENTOS DE MECÂNICA DO 9.º ANO

ESCOLA: .....

TURMA: .....

ALUNO: .....

DATA: .....

---

1. No caso (b) da Fig. 1, a moeda penetra com **maior facilidade** na plasticina do que no caso (a). **Como explicas** esse facto fisicamente?

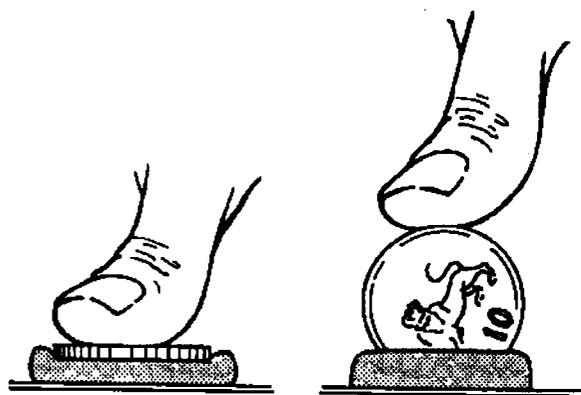


Fig. 1

2. O João e o Nuno discutiam acerca da validade científica da seguinte afirmação:

*Um quilograma de ferro pesa mais do que um quilograma de algodão.*

O **João** afirmava que a expressão era **verdadeira**, dado que a ouvia com frequência a familiares e amigos; o **Nuno**, ao contrário, afirmava que era **falsa**. Qual dos dois amigos apoiarias? **Porquê?**

3. A situação ilustrada na Fig. 2 passa-se numa zona do espaço livre de quaisquer influências gravíticas. O módulo espacial encontra-se imóvel enquanto o astronauta flutuava pelas suas imediações. A dada altura, o astronauta acerca-se do módulo e impele-o para a frente. Que terá acontecido, de seguida, ao astronauta? **Porquê?**



Fig. 2

4. A Fig. 3 propõe-te uma situação algo "estranha": uma força de 5 N não foi suficiente para deslocar o corpo; no entanto, uma força de 4 N, apesar de menor, parece ter sido capaz de o manter em movimento sobre a mesma superfície.

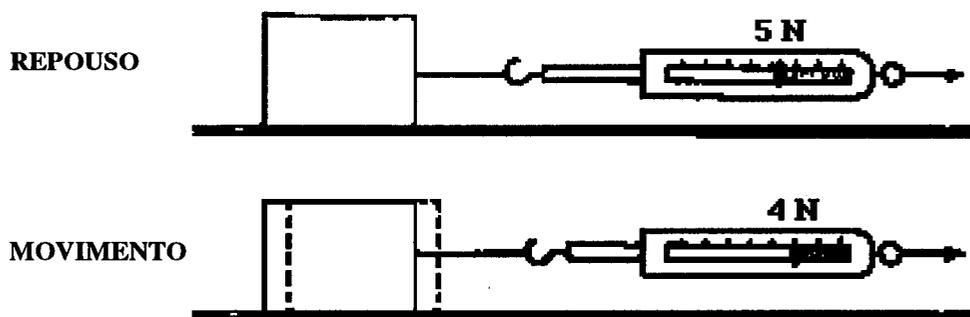


Fig. 3

**Não te parece** que a situação anterior é, de facto, **estranha**? Achas que ela está em **contradição** com as leis da física? **Porquê?**

5. Um balão cheio de um gás leve (hélio, por exemplo) sobe na atmosfera, quando é lançado perto da superfície terrestre. Este facto parece contrariar o princípio científico segundo o qual a Terra (ou outro corpo qualquer) exerce uma atracção gravítica sobre **todos** os corpos colocados nas suas proximidades.

5.1. Achas que esse princípio não se aplica a corpos leves como o balão?

**Justifica.**

5.2. Será possível a um balão como esse continuar sempre a afastar-se da Terra?

**Porquê?**

6. Está a ser realizada nos órgãos de comunicação social uma campanha publicitária, da iniciativa do **Centro para a Conservação de Energia (CCE)** e com o apoio do Ministério da Indústria e Energia. Essa campanha destina-se a levar as pessoas a tomarem consciência da necessidade de utilizar a energia de uma "forma racional". A campanha decorre sob o lema "**Energia para Sempre!**". Achas que a energia pode, realmente, vir um dia a acabar? **Fundamenta a tua resposta.**

7. No estudo do comportamento de uma **mola**, um grupo de alunos do 9º Ano obteve, entre outros, os seguintes dados:

*Comprimento inicial da mola = 20,5 cm*

<b>intensidade da força aplicada (gf)</b>	<b>comprimento (cm)</b>
2	22,5
5	25,5
10	30,5
20	40,5

7.1. No relatório da experiência os alunos escreveram:

*A mola que estudámos obedece à lei de Hooke dos alongamentos porque...*

**Indica uma possível justificação** que os alunos possam ter apresentado, ao concluírem a frase anterior.

**7.2.** Mais à frente afirmavam:

*Com base nos dados experimentais, decidimos prever qual seria o comprimento da mola quando submetida a uma força de 50 N. Obtivemos o valor de 70,5 cm. Só que, ao tentarmos comprovar experimentalmente esse valor, verificámos que, **na realidade**, a mola apresentava um comprimento de 75,5 cm. Repetimos os cálculos várias vezes, mas chegámos sempre às mesmas conclusões. Não percebemos onde é que está o erro.*

**7.2.1.** A previsão dos alunos era uma boa previsão. **Explica porquê.**

**7.2.2.** **A que se deve**, possivelmente, **a discordância** entre o valor teórico previsto e o valor experimental realmente medido?

**8.** Numa outra ocasião, o mesmo grupo realizou algumas experiências em que, para além do mais, era necessário elevar corpos diferentes a alturas variadas. Com os dados recolhidos, o grupo construiu a seguinte **tabela**:

<b>aluno</b>	<b>peso do corpo (N)</b>	<b>altura a que ficou o corpo (cm)</b>
Sofia	10	30
Jorge	20	5
Paulo	5	40

Qual dos membros do grupo necessitou de despende **menor** quantidade de energia para elevar o corpo que lhe calhou? **Justifica**, apresentando os **cálculos** que tiveres de efectuar.

### *Indicadores de Fidelidade*

<b>Grupo</b>	<b>Alunos</b>	<b>Média*</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Assimetria</b>	<b><math>\alpha</math> de Cronbach</b>
<b>E1+C</b>	46	8,0	3,6	1,7	0,58
<b>E1</b>	25	8,3	2,5	-0,18	0,12
<b>C</b>	21	7,7	4,6	1,9	0,75

\* Cotação máxima do teste = 33 pontos

### *Estatística dos Itens*

<b>Item</b>	<b>Cotação</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Índice de Discriminação</b>
<b>1</b>	3	0,9	0,8	0,42
<b>2</b>	3	2,1	0,9	0,12
<b>3</b>	3	0,8	0,7	0,46
<b>4</b>	3	0,5	0,8	0,06
<b>5.1</b>	3	0,5	0,9	0,49
<b>5.2</b>	3	0,5	0,6	0,10
<b>6</b>	3	0,4	0,6	0,24
<b>7.1</b>	3	0,9	0,7	0,27
<b>7.2a</b>	3	0,2	0,7	0,43
<b>7.2b</b>	3	0,7	0,9	0,31
<b>8</b>	3	0,4	0,8	0,08

**TESTE DE COMPREENSÃO E APLICAÇÃO  
DE CONHECIMENTOS DE MECÂNICA DO 10.º ANO**

ESCOLA: .....

TURMA: .....

ALUNO: .....

DATA: .....

1. No instante *zero* um corpo tem velocidade de valor igual a 10 cm/s; a resultante das forças que sobre ele actuam é e permanece nula. No instante  $t = 10\text{ s}$ , a velocidade do corpo será...

- superior ou inferior a 20 cm/s, tudo dependendo da massa do corpo.  
 superior ou inferior a 20 cm/s, tudo dependendo da aceleração do corpo.  
 2 cm/s       20 cm/s       200 cm/s

2. Forças de *módulos iguais* agem sobre uma partícula material. Se a partícula estiver em movimento rectilíneo e uniforme, pode afirmar-se que o número dessas forças é, no mínimo, igual a...

- 1       2       3       4       5

3. Indica o valor da aceleração  $a$  que o corpo da Fig. 1 fica sujeito em cada um dos três casos representados, sabendo que o corpo tem de massa 2 kg.

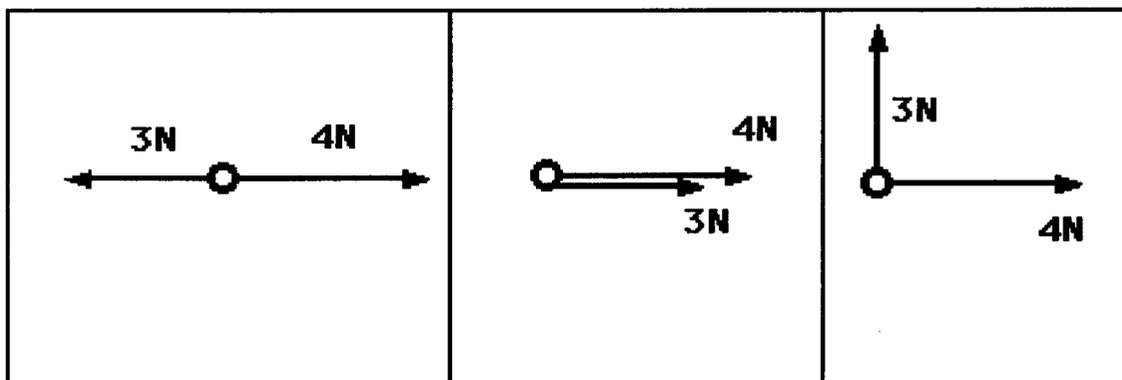


Fig. 1

4. Um carrinho bem vedado contém blocos de gelo. Aplicando ao carrinho uma força constante de 25 N, verifica-se que ele adquire uma aceleração de  $2 \text{ m/s}^2$ . Se o gelo fundir por completo, qual a força que deve ser aplicada ao carrinho para ele adquirir a mesma aceleração? (*Justifica*)

5. Um corpo é puxado sobre um plano horizontal por uma força de módulo  $F$ , conforme se ilustra na Fig. 2. A força de atrito entre o corpo e o plano vale  $F_a$ .

Entre A e B exerce-se sobre o corpo uma força  $F > F_a$ ; entre B e C, faz-se  $F = F_a$ ; e em C, deixa de se exercer a força  $F$ .

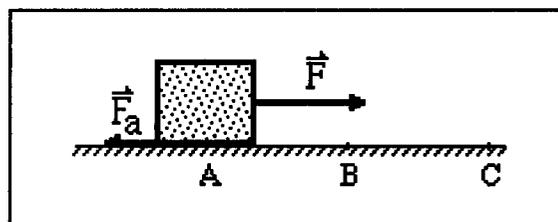


Fig. 2

Nessas condições, indica, das afirmações seguintes, as que são falsas (F) e as que são verdadeiras (V):

- Entre A e B o movimento é acelerado.
- Ao atingir o ponto B o corpo pára, uma vez que  $F = F_a$ .
- Entre B e C o movimento é uniforme.
- O movimento é acelerado até B, uniforme entre B e C e a partir daí retardado.
- Se a partir de C a superfície fosse perfeitamente lisa, o corpo começaria a "perder" velocidade por não estar a ser actuado por forças.

6. Um corpo de 10 kg encontrava-se em repouso, quando foi submetido a uma força constante que o fez passar para uma velocidade de 10 m/s em 10 s. Nessas condições, pode afirmar-se que o módulo dessa força era...

- 1 N    10 N    100 N    1000 N    outro valor

7. Um objecto de massa 1 kg é pendurado num dinamómetro que se deseja calibrar. A operação é realizada num local em que  $g$  tem o valor normal. Ao ponto atingido pelo indicador do dinamómetro, dever-se-á atribuir...

- 1 N     9,8 N     10 N     98 N     outro valor

8. Um indivíduo de peso  $\vec{P}$  encontra-se no interior de um elevador que sobe verticalmente com movimento uniforme. A força  $\vec{F}$  com que a pessoa comprime o soalho do elevador, e a força  $\vec{F}'$  exercida pelo soalho sobre os pés da pessoa, satisfazem, em módulo, as seguintes relações:

- $F > P$  e  $F' < P$                         $F > P$  e  $F' > P$                         $F = P$  e  $F' > P$   
  $F = P$  e  $F' = P$                         $F > P$  e  $F' = P$

9. Um homem de peso  $P = 800$  N (Fig. 3), apoiado em patins, é puxado para cima, por meio de uma corda paralela ao plano inclinado. Os atritos são mínimos.

Para que o movimento assim conseguido seja *uniforme*, o módulo da força exercida através da corda tem de ser igual a...

- 400 N     696 N     800 N  
 1600 N     outro valor

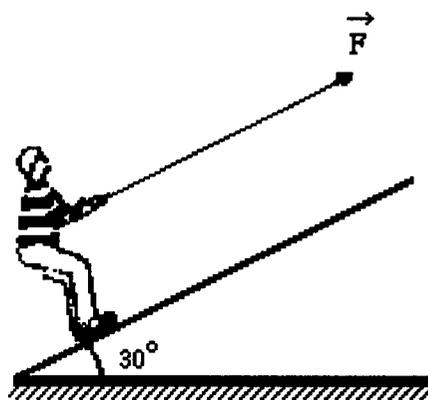


Fig. 3

10. Num bloco situado sobre uma mesa lisa (Fig. 4) actuam as forças representadas na figura.

- 10.1. Indica o valor da **resultante** dessas forças.

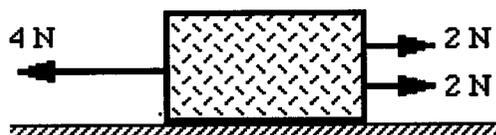


Fig. 4

- 10.2. **Critica a afirmação:** *o bloco encontra-se num estado de equilíbrio estático.*

11. Um outro bloco, arrastado por uma força  $\vec{F}$  sobre uma superfície horizontal lisa, ocupa, em *intervalos de tempo sucessivamente iguais*, as posições mostradas na Fig. 5.



Fig. 5

A superfície em causa estará perfeitamente polida? (*Explica a resposta que deres.*)

### *Indicadores de Fidelidade*

<b>Grupo</b>	<b>Alunos</b>	<b>Média*</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Assimetria</b>	<b><math>\alpha</math> de Cronbach</b>
<b>E1+C</b>	50	20,4	6,2	0,0	0,64
<b>E1</b>	27	22,3	5,5	- 0,3	0,58
<b>C</b>	23	18,2	6,1	0,5	0,64

\* Cotação máxima do teste = 35 pontos

### *Estatística dos Itens*

<b>Item</b>	<b>Cotação</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Índice de Discriminação</b>
<b>1</b>	2	1,8	0,7	0,26
<b>2</b>	2	1,6	0,8	0,10
<b>3</b>	4	2,3	1,4	0,61
<b>4</b>	4	2,3	1,5	0,08
<b>5</b>	5	3,9	1,2	0,23
<b>6</b>	2	1,0	1,0	0,41
<b>7</b>	2	1,6	0,8	0,20
<b>8</b>	2	1,4	0,9	0,50
<b>9</b>	4	2,1	1,9	0,35
<b>10</b>	4	1,7	1,2	0,50
<b>11</b>	4	0,8	1,2	0,22

## TESTE DE PENSAMENTO LÓGICO

ESCOLA: .....

TURMA: .....

ALUNO: .....

DATA: .....

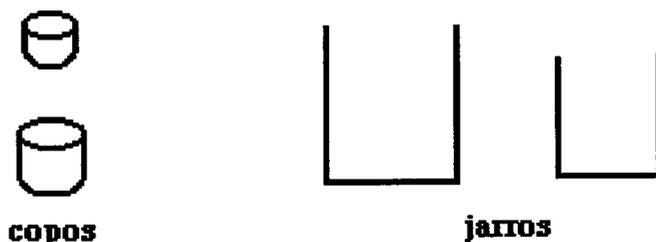
---

### *INSTRUÇÕES*

1. Este teste destina-se a recolher informações sobre o teu **nível** de desenvolvimento em tarefas que impliquem operações de **pensamento lógico**.
2. Os resultados do teste podem ajudar-nos a compreender melhor algumas das dificuldades que os alunos costumam revelar na aprendizagem e na resolução de problemas de física.
3. Tenta por isso colaborar, lendo com **atenção** cada pergunta e respondendo com o máximo de concentração e empenhamento a cada uma delas. Não respondas ao acaso. As respostas em nada irão influenciar a tua classificação nesta disciplina.
4. Exceptuando as questões 8 e 9, em todas as restantes tenta proceder do seguinte modo:
  - num primeiro momento, assinala a **resposta (apenas uma)** que consideres correcta, tendo em conta a pergunta que te é colocada;
  - num segundo momento, indica a **justificação (apenas uma)** que julgues **mais adaptada** à resposta que antes escolheste.

### Questão 1: COPOS DE SUMO

O desenho mostra dois copos, um pequeno e outro grande; mostra, também, dois jarros, um pequeno e outro maior.



Para encher de água o *jarro maior* são necessários **15** copos pequenos ou **9** copos grandes. Para encher de água o *jarro pequeno* são necessários **10** copos pequenos. Quantos copos grandes são necessários para encher o *jarro pequeno* ?

4       5       6       outro número

#### JUSTIFICAÇÃO:

- São necessários menos cinco copos pequenos para encher o jarro pequeno, logo são também necessários menos cinco copos grandes para encher o mesmo jarro .
- A razão entre o número de copos pequenos e o número de copos grandes é sempre de 5 para 3.
- O copo pequeno tem metade do tamanho do copo grande, logo são necessários cerca de metade do número de copos grandes para encher o jarro pequeno.
- Não é possível responder por falta de dados.

## Questão 2: RÉGUA

O João tem uma régua montada sobre um eixo fixo, tal como se mostra na figura:



Quando coloca um corpo de peso 10 unidades no ponto D, a régua desequilibra-se, obviamente, para a esquerda.

Onde deve ele colocar um outro corpo de peso igual a 5 unidades para a régua voltar ao equilíbrio?

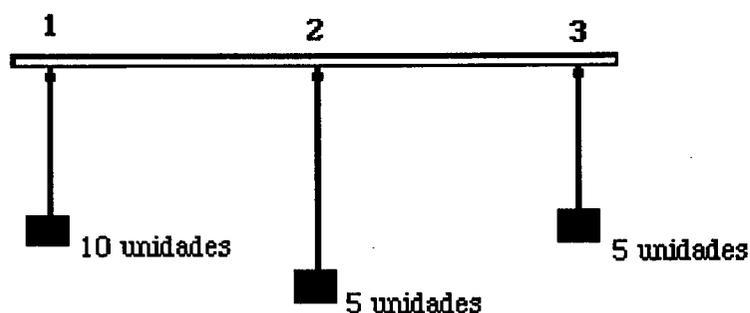
- |                                                          |                                      |
|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> no ponto J                      | <input type="checkbox"/> em M        |
| <input type="checkbox"/> entre J e M                     | <input type="checkbox"/> entre L e M |
| <input type="checkbox"/> é impossível equilibrar a régua |                                      |

### JUSTIFICAÇÃO:

- O segundo corpo tem metade do peso do primeiro, logo deve ser colocado ao dobro da distância.
- Deve ser colocado do outro lado do eixo, à mesma distância, porque o que é importante é a posição.
- Quanto mais leve é o corpo mais longe do eixo deve ser colocado.
- Quanto mais próximo estiver o corpo do fim da régua maior é o efeito sobre ela.
- Um corpo leve nunca é capaz de equilibrar um corpo mais pesado.

### Questão 3: PÊNDULO

De uma barra estão suspensos três fios. Os fios 1 e 3 têm o mesmo comprimento. O fio 2 é mais comprido. O César colocou corpos de peso igual a 5 unidades nas pontas dos fios 2 e 3. Na ponta do fio 1 colocou um corpo de peso igual a 10 unidades. Os fios podem ser postos em **movimento pendular** (como acontece nos relógios de pêndulo).



O César quer verificar se o **comprimento** do fio **influencia** o **tempo** de duração de cada oscilação pendular (ida e volta do pêndulo). Que fios deve ele usar na sua experiência?

- os fios 1 e 2     1 e 3     2 e 3     1, 2 e 3     só o fio 2

#### JUSTIFICAÇÃO:

- O comprimento dos fios deve ser o mesmo; os pesos é que devem ser diferentes.
- Devem ser testados comprimentos diferentes com pesos diferentes.
- Todos os fios devem ser testados, uns face aos outros.
- Só o fio mais comprido deve ser testado; a experiência diz respeito a comprimentos e não a pesos.
- Tudo necessita de ser o mesmo, excepto o comprimento, para assim se poder ver se ele provoca diferenças ou não.

#### Questão 4: BOLA

O Hélder tem uma rampa como a da figura. No fundo da rampa, há uma bola designada por **bola-referência**.



Ele tem ainda mais duas bolas, uma pesada e outra leve. Pode colocar uma bola na rampa e deixá-la rolar indo embater na bola-referência. Isto provoca a deslocação da bola-referência para o outro lado da rampa. Além disso, ele pode colocar as duas bolas em **dois pontos diferentes**, um mais alto e outro mais baixo.

bola pesada → ●

bola leve → ○



O Hélder colocou a **bola leve** no ponto mais baixo e deixou-a rolar indo embater na bola-referência que se deslocou para o outro lado da rampa.



Ele quer saber se o **ponto** em que uma bola é colocada **provoca diferenças** na deslocação da bola-referência. Para testar isso, qual a bola que deve ser colocada no ponto mais alto?

a bola pesada

a bola leve

#### JUSTIFICAÇÃO:

- Se ele começou por usar a bola leve, deve acabar do mesmo modo.
- Ele usou a bola leve da primeira vez; na próxima deve usar a pesada.
- A bola pesada tem mais energia para poder deslocar a bola-referência para mais longe.
- A bola leve deve ser colocada no ponto alto para se poder estabelecer uma comparação.
- Deve ser usada a bola leve dado que o peso das bolas também influencia a deslocação da bola-referência.

### Questão 5: QUADRADOS E LOSANGOS

Num saco existem:

3 quadrados às manchas

4 quadrados brancos

5 quadrados

4 losangos

2 losangos

3 losangos

Todos são; tem de sair uma

[ ]

JU

[ ]

[ ]

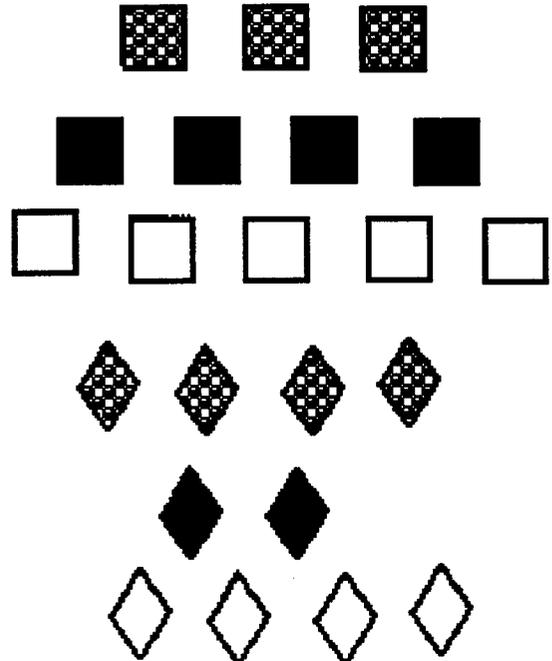
[ ]

[ ]

[ ]

4 losangos brancos onde figuram  
 3 losangos brancos deveriam figurar

ERRATA (Teste de Pensamento Lógico, p. 6)



nenhuma se sair

essa peça ser às manchas?

1 em 7     1 em 21     outra

Se sair uma peça às manchas, ela tem de ser

, ela tem que ser seleccionada de um total de sete peças

Sete das vinte e uma peças são às manchas.

Há três conjuntos no saco; um deles é às manchas.

1/4 dos quadrados e 4/9 dos losangos são às manchas.

5.2. Qual a probabilidade de, nessa primeira tirada, sair um losango **branco** ou um losango **às manchas**?

1 em 3     1 em 4     1 em 7     1 em 21     outra

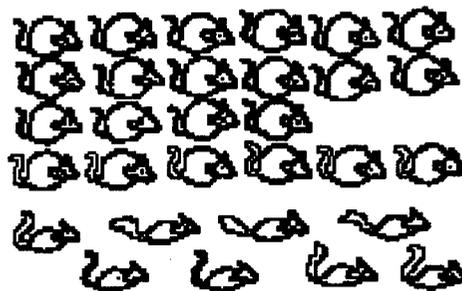
**JUSTIFICAÇÃO:**

- Sete das vinte e uma peças são losangos brancos ou às manchas.
- 4/7 das peças às manchas e 3/8 das brancas são losangos.
- Nove das vinte e uma peças são losangos.
- Das vinte e uma peças que estão no saco é necessário tirar um losango.
- Há nove losangos no saco. Se a peça que sair for um losango branco ou um losango às manchas, ele tem de ser escolhido de entre os nove que lá existem.

**Questão 6: RATOS**

Os ratos representados na figura constituem uma amostra de ratos capturados no campo. Pode dizer-se que os ratos **gordos** têm, em geral, caudas **pretas** e os ratos **magros** caudas **brancas**?

SIM                       NÃO



**JUSTIFICAÇÃO:**

- 8/11 dos ratos gordos têm caudas pretas e 3/4 dos ratos magros têm caudas brancas.
- Alguns dos ratos gordos têm caudas brancas e alguns dos ratos magros têm caudas pretas.



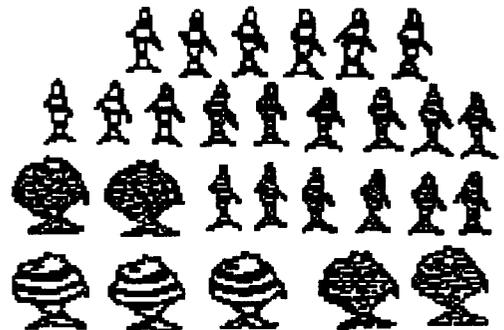
- 18 ratos em trinta têm caudas pretas e 12 têm caudas brancas.
- Nem todos os ratos gordos têm caudas pretas e nem todos os ratos magros têm caudas brancas.
- 6/12 dos ratos com cauda branca são gordos.

### Questão 7: PEIXES

Observa a figura ao lado. A partir dela, pode concluir-se que os peixes grandes têm maior tendência para ter riscas largas do que os peixes pequenos?

SIM

NÃO



#### JUSTIFICAÇÃO:

- Alguns dos peixes grandes têm riscas largas e outros têm riscas estreitas.
- 3/7 dos peixes grandes têm riscas largas.
- 12/28 dos peixes apresentam riscas largas e 16/28 têm riscas estreitas.
- 3/7 dos peixes maiores têm riscas largas e 9/21 dos mais pequenos têm também riscas largas.
- Alguns peixes com riscas largas são grandes e outros pequenos.

### **Questão 8: PINGUE-PONGUE**

Seis rapazes — ANDRÉ, CLÁUDIO, DOMINGOS, MIGUEL, PAULO e RUI — querem jogar pingue-pongue. Para poderem disputar um campeonato entre si, decidem que **cada um deles** terá de jogar **uma partida com cada um dos restantes**. Escreve em baixo, **todas as partidas** que se deverão disputar, através da indicação das iniciais dos nomes dos intervenientes. Por exemplo, **A C** (já indicado) significa a partida em que o **ANDRÉ** terá de jogar com o **CLÁUDIO**.

**A C ;**

### **Questão 9: CENTRO COMERCIAL**

Num novo Centro Comercial, vão abrir **4 lojas** no rés-do-chão. Uma barbearia (**B**), uma casa de discos (**D**), um supermercado (**S**) e um café (**C**) desejam mudar-se para lá.

Os quatro espaços disponíveis têm todos a mesma forma e dimensão, pelo que cada um deles poderá vir a ser ocupado por qualquer uma das quatro lojas. Uma maneira de as distribuir é, por exemplo, **B D S C**. Faz uma **lista** com **todas as outras maneiras possíveis da ordem de ocupação** das lojas.

**B D S C ;**

### *Indicadores de Fidelidade*

<b>Grupo</b>	<b>Alunos</b>	<b>Média*</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Assimetria</b>	<b><math>\alpha</math> de Cronbach</b>
<b>E1+C</b>	48	14,0	6,7	0,7	0,74
<b>E1</b>	25	13,1	5,9	0,8	0,68
<b>C</b>	23	15,1	7,3	0,5	0,79

\* Cotação máxima do teste = 30 pontos

### *Estatística dos Itens*

<b>Item</b>	<b>Cotação</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Índice de Discriminação</b>
<b>1</b>	3	1,0	1,4	0,42
<b>2</b>	3	1,9	1,4	0,45
<b>3</b>	3	1,7	1,5	0,47
<b>4</b>	3	1,2	1,3	0,29
<b>5.1</b>	3	0,7	1,2	0,38
<b>5.2</b>	3	0,8	1,3	0,56
<b>6</b>	3	0,9	1,1	0,63
<b>7</b>	3	1,6	1,1	0,21
<b>8</b>	3	2,2	0,9	0,11
<b>9</b>	3	1,9	1,0	0,50

# INVENTÁRIO DOS ESTILOS EPISTÉMICOS\*

*Richard Rancourt, Universidade de Otava, Canadá*

---

## **INSTRUÇÕES**

Para cada frase, indica as tuas **três opções** da seguinte maneira:

- **1.<sup>a</sup> escolha, marca 1**
- **2.<sup>a</sup> escolha, marca 2**
- **3.<sup>a</sup> escolha, marca 3**

### **Exemplo:**

O factor mais importante para uma aprendizagem com sucesso é...

- 1 a) um bom ensino.
- 2 b) materiais didácticos apropriados.
- 3 c) forte motivação.

Não há respostas correctas ou incorrectas. Deves responder a todas as questões, acreditando na tua primeira impressão.

---

\* Tradução de Maria Odete Valente e dos alunos do Mestrado em Metodologia das Ciências — Departamento de Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

1. De entre os seguintes assuntos, as minhas preferências pelo seu estudo vão para...

- a) ciências.
- b) matemática.
- c) arte (desenho, escultura, pintura, teatro, por exemplo).

2. Prefiro a companhia de pessoas que sejam...

- a) dignas de crédito (posso contar com elas).
- b) realistas (vêm as coisas tal como são).
- c) espontâneas (criativas, com "ideias brilhantes").

3. Durante a adolescência, a escola deveria dar ênfase a...

- a) matemática e lógica.
- b) belas artes e literatura.
- c) ciências.

4. Se estivesse envolvido/a numa competição tentaria ganhar...

- a) seguindo um plano pré-estabelecido.
- b) ajustando-me às situações, à medida que acontecessem.
- c) participando intuitivamente.

5. Ao jogar e ao praticar desporto considero especialmente importante:

- a) ser criativo/a.
- b) seguir regras.
- c) observar o comportamento do adversário.

**6.** Numa situação perigosa, uma pessoa deve ser...

- a) observadora (estar atenta aos pormenores).
- b) imaginativa (ser inventiva, criativa).
- c) lógica.

**7.** Ao escolher uma carreira, devo procurar uma que me ofereça...

- a) a possibilidade de ser criativo/a (ser eu próprio/a).
- b) um desafio intelectual (trabalhar com ideias).
- c) a possibilidade de experimentar (manipular, construir, "pôr mãos à obra").

**8.** O que mais a escola me tem ajudado é...

- a) a ser capaz de aplicar na prática o que aprendi nos livros.
- b) o conhecimento que obtive olhando para o interior de mim próprio/a (reflexão).
- c) a aprendizagem de vários métodos de observação, experimentação (aprender, fazendo).

**9.** Aprecio os professores que...

- a) apresentam o curso bem estruturado.
- b) são dinâmicos e carismáticos.
- c) utilizam factos e exemplos no seu ensino.

**10.** Quando visito uma cidade, gosto de...

- a) ver o máximo possível.
- b) concentrar-me em conhecer novas pessoas.
- c) planear as minhas actividades de antemão.

**11. Aprendo melhor quando...**

- a) posso tocar e trabalhar com coisas concretas.
- b) sou estimulado/a por ideias.
- c) me permitem ser criativo/a.

**12. Um bom amigo é aquele que...**

- a) vive as suas crenças.
- b) compreende os meus sentimentos.
- c) tem "os pés assentes na Terra", é prático.

**13. Gosto de acreditar que sou...**

- a) realista (que tenho "os pés assentes na Terra").
- b) intuitivo/a (criativo/a, espontâneo/a).
- c) lógico/a (sigo regras e princípios).

**14. Sentir-me-ia ferido/a se alguém me acusasse de ser...**

- a) ilógico/a nas minhas crenças.
- b) pouco claro/a nas minhas observações e apreciações.
- c) insensível às necessidades dos outros.

**15. Quando compro roupa, prefiro que seja...**

- a) bem feita.
- b) uma expressão da minha personalidade.
- c) prática e durável.

**16.** Sou atraído/a pelos professores que são...

- a) práticos e realistas.
- b) criativos e espontâneos.
- c) fieis às suas ideias e princípios.

**17.** As minhas ideias são certas desde que sejam baseadas...

- a) em factos e sejam observáveis.
- b) em princípios e sejam atingidas logicamente.
- c) nas minhas crenças e sentimentos pessoais.

**18.** Muitas das grandes descobertas são conseguidas...

- a) mediante perspicácia ou intuição.
- b) por observação ou métodos científicos.
- c) aplicando teorias ou grandes ideias.

**19.** Quando um aluno acaba a escola, deve ser capaz de...

- a) pensar mais logicamente.
- b) adaptar-se às condições sociais sempre em mudança.
- c) ser mais criativo.

**20.** Prefiro exames que avaliem...

- a) a minha sensibilidade e reacção pessoal.
- b) o meu conhecimento de factos.
- c) a minhas capacidade de pensamento crítico.

## *Instruções para Obter o Resultado*

- |                                     |                                     |                                    |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| • 1. <sup>a</sup> escolha, 5 pontos | • 2. <sup>a</sup> escolha, 3 pontos | • 3. <sup>a</sup> escolha, 1 ponto |
|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|

### **Matriz de Codificação**

<b>Item</b>	<b>Metafórico</b>	<b>Racional</b>	<b>Empírico</b>
1	c _____	b _____	a _____
2	c _____	a _____	b _____
3	b _____	a _____	c _____
4	c _____	a _____	b _____
5	a _____	b _____	c _____
6	b _____	c _____	a _____
7	a _____	b _____	c _____
8	b _____	a _____	c _____
9	b _____	a _____	c _____
10	b _____	c _____	a _____
11	c _____	b _____	a _____
12	b _____	a _____	c _____
13	b _____	c _____	a _____
14	c _____	a _____	b _____
15	b _____	a _____	c _____
16	b _____	c _____	a _____
17	c _____	b _____	a _____
18	a _____	c _____	b _____
19	c _____	a _____	b _____
20	a _____	c _____	b _____
<b>Total</b>	<b>M =</b>	<b>R =</b>	<b>E =</b>

## GRAU DE SATISFAÇÃO COM AS CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

### *INSTRUÇÕES*

1. Este teste destina-se a recolher informações sobre o teu grau de satisfação com a disciplina de Ciências Físico-Químicas (no teste designada por **FQ**).
2. O teste é constituído por **25** perguntas. Para cada uma delas, existe uma escala com **seis** respostas possíveis.
3. Não há respostas "certas" ou respostas "erradas". Apenas se pretende saber a tua opinião acerca das questões colocadas.
4. Lê com atenção cada pergunta e responde com o máximo de sinceridade. Não respondas ao acaso. As respostas em nada irão influenciar a tua classificação nesta disciplina.
5. Para responderes, deves **assinalar** com uma **cruz**, na folha de respostas, a **posição** que melhor traduza a tua opinião relativamente à pergunta em causa.
6. Se mudares de opinião, risca a cruz que tiveres marcado e assinala outra opção.
7. Não faças qualquer marca nas **folhas das perguntas**.
8. Obrigado pela tua colaboração.

## ***PERGUNTAS***

1. Gostas de estudar FQ?
2. Achas as aulas de FQ interessantes?
3. Nas aulas de FQ tentas dar o teu melhor?
4. Estudas FQ com prazer?
5. A linguagem utilizada em FQ é fácil para ti?
6. Participas com gosto nas aulas de FQ, mesmo sem seres solicitado(a)?
7. Quando saís das aulas de FQ sentes que tens as ideias organizadas?
8. Consideras os problemas de FQ úteis para a tua formação?
9. Achas os problemas de FQ interessantes?
10. As aulas de FQ conseguem prender-te a atenção?
11. Achas que nas aulas de FQ aprendes a pensar?
12. Resolver problemas de FQ é para ti uma actividade agradável?
13. Gostas da forma como as aulas de FQ estão a ser conduzidas?
14. Consideras que as matérias de FQ têm a ver com os problemas e os interesses da sociedade actual?
15. Os problemas das aulas de FQ ajudam-te a resolver problemas da vida real?
16. Dás por bem empregar o tempo que passas nas aulas de FQ?

17. Achas que o esforço dispendido a resolver problemas de FQ vale a pena?
18. Achas que os conhecimentos teóricos das aulas de FQ te ajudam a resolver os teus problemas fora da escola?
19. É para ti agradável o tempo que gastas a resolver problemas de FQ?
20. É com satisfação que te diriges para as aulas de FQ?
21. Gostas mesmo desta disciplina?
22. Consideras que tens aprendido com esta disciplina?
23. Achas que o que aprendes em FQ te vai ser útil no futuro?
24. Pensas que os problemas das aulas de FQ te virão a ser úteis para uma futura profissão?
25. E para a tua vida actual fora da escola?

# GRAU DE SATISFAÇÃO COM AS CIÊNCIAS FÍSICO-QUÍMICAS

ESCOLA: .....

TURMA: .....

ALUNO: .....

DATA: .....

---

## FOLHA DE RESPOSTAS

**muito  
frequentemente**



**muito  
raramente**



1.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_
2.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_
3.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_
4.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_
5.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_
6.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_
7.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_
8.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_
9.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_
10.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_
11.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_
12.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_
13.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_
14.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_
15.    \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_

16. \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_
17. \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_
18. \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_
19. \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_
20. \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_
21. \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_
22. \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_
23. \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_
24. \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_
25. \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_ : \_\_\_\_

**muitíssimo**



**nada**



### *Indicadores de Fidelidade*

<b>Grupo</b>	<b>Alunos</b>	<b>Média*</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Assimetria</b>	<b><math>\alpha</math> de Cronbach</b>
<b><i>PRÉ-TESTE</i></b>					
<b>E1+E2+C</b>	91	107,3	16,7	- 0,1	0,91
<b>E1</b>	27	115,4	14,1	- 0,1	0,89
<b>E2</b>	40	105,7	14,5	0,1	0,88
<b>C</b>	24	100,9	18,9	0,1	0,92
<b><i>PÓS-TESTE</i></b>					
<b>E1+E2+C</b>	82	104,6	18,6	- 0,4	0,93
<b>E1</b>	27	111,0	16,4	0,3	0,92
<b>E2</b>	39	106,5	17,6	- 0,8	0,93
<b>C</b>	20	93,4	18,4	- 0,1	0,91

\* Cotação máxima do teste = 150 pontos

## TESTE DE ATITUDE PARA COM A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE FÍSICA

ESCOLA: .....

TURMA: .....

ALUNO: .....

DATA: .....

---

### INSTRUÇÕES

1. Este teste pretende averiguar alguns dos aspectos do que a expressão *Resolução de Problemas de Física* significa para ti.
2. O teste é constituído por um **título**, correspondente àquela expressão, e por **20 escalas** cada uma delas associada a um **par** diferente de **adjectivos opostos**.
3. Para responderes, coloca uma **cruz ( X )** num dos **7 traços** existentes em cada escala, numa posição que ilustre bem a forma como associas a actividade de *Resolução de Problemas de Física* a essa escala.

#### • Exemplo

#### *Resolução de Problemas de Física...*

**necessária** \_\_\_ : \_\_\_ : **X** : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **desnecessária**

Se respondesses deste modo, estarias a afirmar que considerarias a *Resolução de Problemas de Física* uma tarefa ou uma actividade didáctica mais necessária do que desnecessária, embora não absolutamente necessária.

4. Deves pronunciar-te relativamente a **todas as escalas**. Tenta tomar decisões rápidas, procurando apoiar-te, fundamentalmente, na tua primeira impressão.
5. Obrigado pela tua colaboração.

*A resolução de problemas de física é para mim uma actividade...*

**importante** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **não importante**

**activa** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **passiva**

**leve** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **pesada**

**agradável** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **desagradável**

**simples** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **complexa**

**forte** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **fraca**

**boa** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **má**

**rápida** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **lenta**

**livre** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **não livre**

**relaxante** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **enervante**

**dinâmica** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **estática**

**suave** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **áspera**

**certa** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **errada**

**alegre** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **triste**

**quente** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **fria**

**fácil** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **difícil**

**motivante** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **desmotivante**

**estável** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **instável**

**grande** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **pequena**

**bem sucedida** \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ : \_\_\_ **mal sucedida**

### *Indicadores de Fidelidade*

<b>Grupo</b>	<b>Alunos</b>	<b>Média*</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>Assimetria</b>	<b><math>\alpha</math> de Cronbach</b>
<b><i>PRÉ-TESTE</i></b>					
<b>E1+E2+C</b>	87	90,9	15,3	0,2	0,90
<b>E1</b>	25	90,3	15,6	0,0	0,89
<b>E2</b>	39	95,0	12,5	0,0	0,88
<b>C</b>	23	84,8	16,9	1,1	0,90
<b><i>PÓS-TESTE</i></b>					
<b>E1+E2+C</b>	78	89,9	18,3	- 0,2	0,94
<b>E1</b>	27	92,0	16,0	0,2	0,90
<b>E2</b>	32	97,0	13,7	0,3	0,90
<b>C</b>	19	75,0	20,6	0,5	0,96

\* Cotação máxima do teste = 140 pontos

## ESTATÍSTICA DESCRITIVA GLOBAL DAS VARIÁVEIS

VARIÁVEIS	GRUPO	MÉDIA		DESVIO PADRÃO	
		<i>Pré</i>	<i>Pós</i>	<i>Pré</i>	<i>Pós</i>
<i>TRPQT</i>	C	46,5	32,0	19,5	29,0
	E1	38,2	76,8	18,2	21,2
	E2	46,8	74,0	34,3	20,9
<i>TESTM</i>	C	32,4	42,6	13,1	14,5
	E1	25,1	56,7	10,3	16,5
	E2	48,6	53,9	17,7	14,6
<i>TRPQL</i>	C	25,1	32,1	14,5	22,2
	E1	14,2	44,6	9,2	16,3
	E2	39,6	50,2	17,0	17,3
<i>TMEC10</i>	C		51,8		17,7
	E1		63,8		16,1
<i>TFIS9</i>	C	23,2		14,3	
	E1	24,8		7,8	
<i>TPLOG</i>	C	47,6		25,7	
	E1	44,7		19,5	
<i>COMPa</i>	C	4,6	4,8	1,1	1,2
	E1	4,7	5,0	0,9	1,0
<i>COMPd</i>	C	4,6	4,6	1,1	1,3
	E1	4,9	5,3	0,9	1,2
<i>FACa</i>	C	3,8	3,1	1,1	1,0
	E1	3,6	3,9	0,9	1,1
<i>FACd</i>	C	4,0	3,0	1,3	1,6
	E1	4,5	4,7	1,0	1,3
<i>CONFa</i>	C	4,1	4,0	1,2	1,0
	E1	4,5	4,5	1,1	1,3
<i>CONFd</i>	C	4,2	3,9	1,1	1,5
	E1	4,9	5,2	1,3	1,2

(continua)

<i>SEG</i>	<b>C</b>	4,3	4,2	1,0	1,2
	<b>E1</b>	4,2	4,6	0,9	1,1
<i>ATEN</i>	<b>C</b>	5,1	5,8	1,0	1,6
	<b>E1</b>	5,2	5,5	1,1	1,2
<i>REV</i>	<b>C</b>	4,4	5,1	1,4	1,3
	<b>E1</b>	4,8	5,4	1,0	1,0
<i>EMP</i>	<b>C</b>	4,9	5,6	0,9	1,3
	<b>E1</b>	5,6	6,1	1,2	0,8
<i>PROC</i>	<b>C</b>	4,6	3,9	1,2	1,6
	<b>E1</b>	5,1	5,6	1,3	1,0
<i>SATFQ</i>	<b>C</b>	100,9	93,4	18,9	18,4
	<b>E1</b>	115,4	111,0	14,1	16,4
	<b>E2</b>	105	106,5	14,5	17,6
<i>ATRPF</i>	<b>C</b>	84,8	75,1	16,9	20,6
	<b>E1</b>	90,3	92,0	15,6	15,6
	<b>E2</b>	95,0	96,9	12,5	13,7

**ENTREVISTAS:  
GUIÃO E UM EXEMPLAR**

**5**

## GUIÃO DAS ENTREVISTAS

1. Que **ideia** tens, em **geral**, da disciplina de **FQ**? (fácil/difícil; interessante/aborrecida; abstracta/concreta ...)
2. Gostaria, agora, que me falasses um pouco mais sobre as tuas **dificuldades** nesta disciplina. (Compara física com química.)
3. A frase "**saber que vou ter de estudar física causa-me sempre algum horror**" é bastante apoiada por muitos dos teus colegas do 10º ano. O mesmo **acontece contigo**? Qual o teu grau de **motivação** para aprender física?
4. Há autores que afirmam que a física (sobretudo a um nível já um pouco avançado) é uma disciplina só para os "**chamados bons alunos**". Essa é também a tua opinião? Exigirá, a física, um **nível intelectual elevado**? Mais que a matemática? Mais que o Português?
5. Pensas que para aprender física é necessário **estudar muito**? (Quanto tempo estudavas, em média, por semana?) E estar **concentrado** na aula? Era isso que fazias?
6. Compreendias a **linguagem** utilizada nas aulas de física? Lembras-te de **aspectos que não tivesses compreendido** ou tivesses compreendido menos bem?
7. Passemos agora aos **problemas de física**: Qual a tua **opinião geral** sobre eles? (difíceis/fáceis; necessários/desnecessários...)
8. Quanto a **dificuldades na resolução de problemas de física**, gostaria, agora, que fosses mais detalhado e mais concreto na tua reflexão:

- 8.1. Gostaste do **método** como aprendeste a resolver problemas de física? Serias capaz de o comparar com métodos que anteriormente te tenham sido apresentados?
- 8.2. Cita o **aspecto** que julgues **mais importante** (dir-se-ia decisivo) para se saber resolver problemas de física com sucesso? És capaz de citar **outros** para ti também **importantes**?
- 8.3. Achas que é preciso **ser-se bom aluno a matemática** para saber resolver problemas de física? Será a matemática o factor mais importante? E que me dizes da **dificuldade** dos alunos perante os **problemas qualitativos** (sem fórmulas e com justificações)?
- 8.4. Das etapas aí indicadas (**Apêndice A**), assinala, justificando, aquelas em que sentias **maiores dificuldades** ao resolver problemas de física.
9. Proponho-te, agora, um **problema concreto** para falarmos um pouco sobre ele
- *Começa por ler o enunciado.*
  - *Compreendeste-o bem?*
  - *Trata-se de um problema fácil ou difícil?*
  - *Sabes já o que se pede? Que incógnita deves determinar?*
  - *Terá o problema solução? Haverá dados a mais?*
  - *Com que leis/assuntos principais o problema se relaciona?*
  - *Consegues localizar a informação-chave?*

- *Consegues emitir uma **previsão** para a resposta?*
- *Que **assuntos** terás de **recordar**?*
- *Serias capaz de me relatar como irias proceder para resolver o problema (**plano**)?*
- *Que **cuidados** deverias ter durante a **resolução** quantitativa?*
- *Como formularias a **resposta**?*

## APÊNDICE A

### *FASES DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS*

- COMPREENDER O ENUNCIADO
- SABER O QUE SE PEDE/IDENTIFICAR A INCÓGNITA
- DISTINGUIR O ESSENCIAL DO ACESSÓRIO
- LOCALIZAR A INFORMAÇÃO-CHAVE
- RECORDAR A INFORMAÇÃO NECESSÁRIA
- PENSAR NUM PLANO MENTAL PRÉVIO/ NÃO AGIR POR TENTATIVAS
- CONSTRUIR UM DIAGRAMA ILUSTRATIVO E CORRECTO
- EXECUTAR O PLANO/REALIZAR AS OPERAÇÕES MATEMÁTICAS
- DAR A RESPOSTA AO PROBLEMA
- REVER TODO O PROCEDIMENTO
- PENSAR NO QUE SE APRENDEU DE NOVO COM A RESOLUÇÃO DO PROBLEMA.

## APÊNDICE B

### *UM PROBLEMA CONCRETO*

Um porta-aviões de  $1,5 \times 10^5$  toneladas, pertencente à força naval permanente da Nato, navega, em exercícios de treino para pilotos, ao largo dos Açores e rumo a uma base situada na costa leste dos Estados Unidos.

Leva a bordo uma frota de aviões caça-bombardeiro de 12 toneladas, altamente sofisticados, e que exigem pilotos bastante treinados, não só para poderem descolar em cerca de 64 m de pista (operação que exige uma velocidade terminal de contacto com o solo da ordem de 64 m/s) como para suportarem acelerações elevadíssimas.

Num dos dias do exercício, um dos pilotos em treino fez-se à operação, consegue activar os motores de forma a garantir uma força motora aproximadamente constante no valor de  $38,4 \times 10^3$  N.

Infelizmente, esse dia ficaria marcado pelo trágico acidente ocorrido com esse piloto que, não conseguindo descolar, veio a mergulhar nas águas do oceano. Foi o primeiro acidente verificado neste sofisticado porta-aviões e, devido a isso, imediatamente é levantado um rigoroso inquérito, o qual ainda decorre. A tripulação aponta para a existência de falha humana, tanto mais que os colegas do infeliz piloto testemunharam ter notado no amigo um elevado estado de ansiedade na véspera do treino. Haverá razões para pensar em causas desse tipo?

### *Um Exemplo de Entrevista aos Pares*

E.— *Que ideia geral vocês têm da disciplina de Física-Química? Queria apenas uma impressão geral sobre a disciplina.*

...

E.— *Que ideia tu tens N.?*

N.— *Falo só sobre física ou também sobre química?*

E.— *Se quiseres, se for mais fácil para ti, fala-me sobre as duas, comparativamente.*

N.— *Então... a química pode servir-nos... Por exemplo, é muito útil para descobrir novos materiais e novas substâncias que possam servir... assim para curar pessoas ou para aplicação em construções, embora essa aplicação em construções implique também conhecimentos de física.*

E.— *Sim.*

N.— *A físico-químicas é assim tipo... permite-nos fazer a... é a chave do desenvolvimento científico noutras áreas como, por exemplo, medicina e biologia.*

R.— *Sim!*

N.— *Por exemplo, o funcionamento do microscópio electrónico é-nos dado por conhecimentos físicos.*

E.— *E tu R., qual a tua ideia sobre a disciplina?*

R.— *Eu partilho a mesma ideia do N. que a química e a física são muito importantes para o desenvolvimento de qualquer país; são extremamente importantes em todos os casos do dia-a-dia.*

E.— *Para vocês, a disciplina é fácil ou difícil?*

R.— *Eu acho que é fácil, quer dizer, não é muito difícil!...*

E.— *E para ti N.?*

N.— *Tem algumas coisas... Por exemplo, quando a professora me disse aquela coisa do deslocamento, o deslocamento é nulo... ou uma coisa qualquer, fiquei assim um bocado... *Então mas o deslocamento é nulo?! Quer dizer: eu venho do Redondo para Évora, chego a Évora e volto para o Redondo — ou vou dar uma volta ao mundo, mas depois volto à mesma terra — e o deslocamento é nulo?!**

E.— *Isso fazia-te confusão?*

- N.— Fazia confusão! Depois é que a professora esteve a explicar que deslocamento e espaço são coisas diferentes...
- E.— *Mas isso fazia-te confusão, porquê?*
- N.— O deslocamento nulo... Pronto, eu ainda tive de percorrer alguma coisa!
- E.— *Isso aconteceu por não estares habituado, não é verdade?*
- N.— Não estava, pronto! Então eu desloquei-me até Évora, desloquei-me até ao Redondo... Pronto, era assim!
- E.— *Quer dizer, fazia-te confusão porque a linguagem corrente não entende assim...*
- N.— Não, não era assim que eu utilizava.
- E.— *Será que a linguagem corrente é por vezes um obstáculo a se compreender a física cá dentro da escola?*
- R.— Em princípio, é.
- E.— *Mas porquê?*
- R.— Porque... normalmente, as palavras que usamos em física aqui nas aulas lá fora têm um sentido completamente diferente e não estão relacionadas com os objectos da vida real.
- E.— *Não acham que, por vezes, ao resolverem um problema de física vocês ficam divididos entre o que se pensa lá fora e o que a física estabelece?*
- N.— Pois é.
- E.— *Às vezes, não é quase como atirar uma moeda ao ar?*
- Ambos.— [riem]
- E.— *Agora, em termos de comparação entre física e química... Começemos, por exemplo, com a facilidade. Qual é para vocês mais fácil?*
- R.— Eu acho que é a química.
- E.— *E para ti?*
- N.— Para mim... quer dizer, umas coisas da química são mais complicadas que a física; outras coisas da física são mais complicadas que a química.
- E.— *Quer dizer, dá a impressão que existe uma espécie de compensação...*
- N.— Vá, se vamos aqui pôr em termos de dificuldades, de uma pessoa se pôr a pensar nos resultados, a física será mais fácil.

- E.— *Vocês notaram alguma diferença em termos das matérias, de como elas se encontravam apresentadas? Haverá aí alguma diferença importante entre ambas?*
- N.— Acho que sim. Por exemplo, na química nós estudamos aquelas coisas do átomo, da tabela periódica... São umas coisas que já foram dadas, já estão limitadas; e na física o que a gente aprende é mais... sempre se pode aplicar em coisas novas.
- E.— *Também achas?*
- R.— [concorda]
- E.— *Então, vocês querem dizer que a química vos pareceu mais teórica, mais abstracta?*
- N.— É isso! É isso!
- R.— Também concordo!
- E.— *Acharam, portanto, a física mais concreta, mais ligada à vida. E pensando na forma como as matérias de ambas surgiam organizadas, qual acharam mais organizada, a física ou a química?*
- N.— É difícil!
- E.— *Isso prende-se, por exemplo, com os assuntos estarem mais dispersos ou mais interligados.*
- N.— Ah, mais interligados era na física!
- R.— Sim, é na física.
- E.— *Porque dizem isso?*
- N.— Porque há conceitos, fórmulas que nós aprendemos o ano passado, ou no princípio da matéria desta física, que nós depois fomos aproveitar essas fórmulas para juntarem outras ou novos conceitos ou novas ideias.
- E.— *Quer dizer, acharam que na física estava tudo...*
- R.— ... tudo interligado.
- E.— *Passando agora às fotocópias que utilizaram: havia algum aspecto dessas fotocópias em que se visse essa interligação?*
- N.— Deixa cá ver... Naquela coisa da... força resultante ser nula, da decomposição de vectores, da força ser nula e o equilíbrio ser dinâmico ou estático...
- E.— *E não te estás a lembrar de uma coisa assim com umas setinhas?*
- N.— Ah, a aranha !
- E.— *Sim, a "aranha". E acham que essa "aranha" ajuda?*
- R.— Acho que sim.

N.— Está tudo ligadinho!...

R.— Ajuda a compreender que aquilo que aprendemos hoje vai ser-nos útil na física amanhã.

E.— *Outro aspecto, num dos questionários que se passaram, havia lá uma afirmação que dizia assim: "Saber que vou ter de estudar física causa-me sempre algum horror". Causa, a vocês?*

Ambos.— [riem]

E.— *Mas causa-vos horror estudar física?*

Ambos.— Não.

E.— *E estudar, em geral, gostam de estudar?*

R.— Certas matérias.

E.— *Há autores que afirmam que a física (falando agora só de física), sobretudo a um nível já avançado, é uma matéria só acessível aos bons alunos. Acham que isso é verdade?*

R.— Não acho que não.

N.— Não, acho que não. Mesmo os alunos que não são assim tão bons, se conseguirem, desde o princípio, começar a compreender a matéria, se forem acompanhando passo a passo, tentando compreender assim cada passinho, são capazes de lá chegar.

E.— *Achas que é importante compreender os passinhos todos?*

N.— Sim.

E.— *E isso não acontece noutras disciplinas?*

R.— É como a gente já disse: a física está muito interligada. Se nós percebermos bem o que demos aqui há uns dias ou um ano ou isso, se a gente percebe bem ...

N.— É mais fácil compreender agora.

R.— ... e a química não está tão interligada.

E.— *Imaginem, agora, a seguinte situação: muitas vezes um aluno está a acompanhar no início e depois, até por problemas, por exemplo familiares, desliga durante quinze dias, e volta depois a querer tentar apanhar a camioneta. Acham que em física isso é fácil?*

Ambos.— Não!

E.— *É difícil?*

N.— É difícil, é!

E.— *Se fosse em química seria mais fácil?*

R.— Acho que sim, também.

N.— Um aluno, por exemplo, não ligava à tabela periódica, mas mesmo isso não iria influenciar o estudo que ele teria feito posteriormente porque... já seria diferente. Agora em física, não. Física já é uma coisa diferente.

E.— *Acham que a física exige um desenvolvimento intelectual mais elevado do que outras disciplinas?*

N.— Por uns aspectos, sim, por outros, não. A matemática... por exemplo, a matemática também este ano obrigou-nos muito a um grande desenvolvimento cerebral. Só que, como a professora disse, nós só estávamos habituados assim a... havia exercícios-padrão que a gente resolvia assim tal, tal, tal e... sabe como se faz, e o 10.º ano já obrigava a gente a relacionar as coisas, a pensar um bocadinho.

E.— *Disse a professora de física?*

N.— Não, a professora de matemática.

E.— *Ah, sim.*

N.— Mas a física também tem essas coisas. É a tal coisa... não é só a gente realizar cálculos, fazer os cálculos, é preciso também imaginar a situação, como é que é.

E.— *Então, e qual é que tem mais essas coisas, é a física ou a matemática?*

...

E.— *Qual obriga mais a gente a pensar?*

R.— Eu acho que a física obriga mais a pensar do que a matemática.

E.— *Porquê?*

R.— A física... a gente tem de se lembrar de certas fórmulas que, às vezes, já temos esquecido, mas que é necessário a gente saber e no ponto exacto como se deve fazer ou aplicar. A matemática centra-se mais numa certa lógica já de cálculo... Agora a física... cada problema de física é uma situação completamente diferente .

E.— *Também concordas, N.?*

N.— Concordo.

E.— *Pensam que para aprender física é necessário estudar muito?*

R.— Acho que não.

E.— *E estar concentrado nas aulas?*

R.— Julgo que é necessário.

E.— *Mais do que noutras disciplinas?*

...

E.— *Se um aluno não estiver concentrado em física, perde mais do que perde noutras disciplinas?*

R.— Acho que sim.

E.— *Porquê?*

N.— *É a interligação...*

R.— *E também acho que está relacionado com essas expressões que utilizamos lá fora e que utilizamos cá dentro e que são diferentes. Porque se aqui a professora fala em deslocamento... o aluno se nessa aula está desconcentrado, depois, quando vai estudar o assunto, ele não sabe do que é que está a falar, faz uma coisa... um cálculo completamente errado.*

E.— *E vocês compreendiam a linguagem que era utilizada em física?*

R.— *Compreendíamos, depois de a professora explicar.*

E.— *Então e a que era utilizada naquelas fichas?*

Ambos.— *Sim.*

E.— *Compreenderam essas fichas?*

R.— *As fichas vinham bem explicadas.*

E.— *Acham que estavam claras?*

Ambos.— *Estavam.*

E.— *E há alguns aspectos da linguagem que vocês não entendessem?*

N.— *Aspectos da linguagem?*

E.— *Sim, da linguagem física, das palavras que se utilizam na física, específicas da física.*

...

E.— *Por exemplo, aceleração. É fácil de aprender o significado físico de aceleração?*

R.— *Sim.*

E.— *O significado físico é parecido com o de lá de fora?*

Ambos.— *É!*

E.— *Passemos agora aos problemas de física. Qual é a vossa opinião geral sobre os problemas que utilizaram este ano?*

N.— *Estavam à altura dos nossos conhecimentos....*

E.— *Entendiam-nos?*

R.— *Sim.*

E.— *E eram capazes, em geral, de os resolver?*

N.— *Às vezes, demorava um bocado para...*

- R.— Sim, às vezes demorava um bocado.
- E.— *O que é que distingue um problema de um exercício?*
- N.— Num exercício, a gente tem todos os dados, todas as coisas, é só aplicar o que nós sabemos. E num problema...
- R.— É preciso deduzir...
- N.— Pois, é preciso deduzir. É preciso achar aquelas coisas que nos vão levar àquela...
- E.— *E entre essas duas palavras, problema e exercício, qual acham que se aplica mais às situações que vos apareceram na aula?*
- N.— Ah, é o problema!
- R.— É o problema.
- E.— *Acharam interessantes os problemas?*
- R.— Acho que sim. Há problemas interessantes de resolver.
- E.— *Não sei se chegaram a resolver uns problemas já no fim. Dava-se o enunciado e depois pedia-se que, antes de passarem propriamente a cálculos...*
- N.— Achar a expressão-chave...
- E.— *Sim...*
- N.— Qual é que é a verdadeira incógnita... quais as palavras que a gente viu fundamentais...
- E.— *Exacto. Vocês acharam piada a isso?*
- Ambos.— Achámos.
- E.— *Tiveram facilidade em as utilizar.*
- N.— Então é um bom método, é um bom método.
- E.— *Porquê?*
- R.— Nos problemas... precisamos de deduzir o assunto e esses passos iam-nos ajudar a deduzi-los passo a passo, com calma.
- E.— *Qual o aspecto que vocês acham mais importante, o mais importante de todos, para saber resolver problemas de física?*
- N.— É ter assim uma ideiazita de como é que a gente pode começar a fazer aquilo... assim uma avaliação... Como é que nós vamos fazer aquilo, não é logo chegar ali assim, começar logo ali a fazer...
- E.— *Achas que o mais importante, então, é essa fase inicial?*
- N.— Sim, não é a gente começar logo ali às cegas a fazer cálculos, a ver qual é o que dá ...começa assim a apalpar como é que será o...
- E.— *Tu concordas com o que ele disse?*
- R.— Concordo, sim.

E.— *Esse aspecto é de facto, dos mais importantes. Citariam, ainda, algum particularmente importante?*

...

E.— *Há dois tipos de problemas que se utilizam em física: os qualitativos, em que não é necessário fazer cálculos, e os quantitativos, em que é necessário realizar cálculos, aplicar fórmulas. Vocês acham que um aluno para saber resolver os problemas de física, quer uns quer outros, tem de ser bom aluno a matemática?*

R.— Acho que só para resolver os quantitativos.

N.— Quer dizer: tem que ser bom a matemática só para resolver os quantitativos.

E.— *Mas a matemática é necessária para resolver tudo nos problemas quantitativos? Para resolver todos os aspectos envolvidos? Por exemplo, é necessária para a tua avaliação inicial?*

N.— Não, isso não. Aí o que é preciso é saber pensar.

E.— *Então e nos qualitativos?*

R.— Nos qualitativos é mais o pensamento, a dedução do problema, é saber o que se pede.

E.— *Agora, gostaria que lessem essa lista de etapas que nós utilizamos ao resolver problemas. Algumas delas realizamo-las no papel, outras passam-se a nível da nossa cabeça. Digam-me em qual delas sentem mais dificuldades.*

R.— É compreender o enunciado.

E.— *E tu, N.?*

R.— É o início, é o mais difícil, é o pontapé de saída.

N.— Isso também às vezes é difícil um bocado, mas também... às vezes, no último aspecto fico assim um bocado perdido.

E.— *Qual é esse último aspecto?*

N.— Pensar no que se aprendeu de novo com o problema.

E.— *Ah, sim. Mas achas que é importante esse pensar no que se aprendeu de novo?*

...

E.— *E saber o que se pede, vocês têm facilidade ou não?*

N.— Saber o que se pede?!

E.— *Sim. Identificar o verdadeiro problema.*

Ambos.— Sim.

E.— *Distinguir o essencial do acessório?*

R.— Ah, isso é importante!

N.— Não sei, às vezes... [cita um exemplo] fico um bocado à rasca...

E.— *Então, e localizar a informação-chave, ou seja, aquelas palavrinhas que nos dão pistas para a resolução?*

Ambos.— Sim, sim. Isso é importante.

E.— *E recordar a informação necessária?*

Ambos.— Sim, é fácil.

E.— *E pensar num plano mental? É alguma coisa que vocês costumam fazer ou não?*

N.— Sim.

R.— Sim, eu... eu pelo menos costumo pensar primeiro o problema, como irei fazer, e depois, a seguir, meto-o em prática.

E.— *E se te pedissem para relatar o plano que construístes mentalmente, tu eras capaz?*

R.— Isso aí era... isso era mais difícil.

E.— *E tu N., eras capaz ou tinhas dificuldades?*

N.— Às vezes tinha um bocado, mas depois...

E.— *Mas é uma coisa um bocado difícil, não é?*

R.— É.

E.— *Ouçam lá, a gente quando está a pensar nesse plano tem consciência de que está a pensar?*

...

E.— *Ou é assim uma coisa que ocorre automaticamente, sem a gente se aperceber?*

N.— Às vezes, quando é uma situação nova, um gajo tem que estar a pensar muito mais.

E.— *Mas como é que tu tens consciência de que estás a pensar?*

N.— Como é que tenho consciência?

...

E.— *Por exemplo, tu estás a pensar no plano, como é que sabes que estás a pensar no plano e não, por exemplo, na praia?*

N.— Pronto! Estou à procura de uma resposta, estou a tentar fazer aquilo...

E.— *Quando tu estás a resolver problemas sozinho, achas que estás a travar uma espécie de diálogo?*

N.— Estou a falar comigo mesmo: Agora tenho que fazer aqui assim. Depois, tenho que pegar naquele...

- E.— *E ouves-te?*
- N.— Ouço [de pronto, rindo].
- E.— *Mas como é que te ouves, se tu não falares?*
- N.— Às vezes falo! [ri]
- E.— *Mas nos casos em que não falares...*
- N.— É cá dentro...
- E.— *Vocês têm ideia de que há qualquer coisa lá dentro, na vossa cabeça?*
- R.— Sim, a funcionar.
- N.— Sim.
- E.— *E o quê, o que é que vocês chamariam a isso?*
- N.— As sinapses! ... E muitas vezes imagino.
- E.— *E quase tens a ideia de que as coisas que imaginas lá estão materializadas?*
- N.— Eu faço sempre isso, eu faço sempre isso!
- E.— *Mas explica lá melhor o que é que fazes.*
- N.— Por exemplo, quando foi a travagem do automóvel, eu imaginei um gajo numa rua... assim numa rua plana... a travar assim a fundo. Até ouvi o barulho e tudo! No exemplo do barco, pensei eles assim a remar, pensei eles assim a decidirem... *Quanto tempo é que me daria? Quanto à aceleração ...*
- E.— *E dizes que quase sentes esses barulhos?*
- N.— Sim, sinto esses barulhos... sinto esses barulhos!
- E.— *E tu R., também sentes esses barulhos lá dentro?*
- R.— Não sinto esse barulho... mas, por exemplo, o problema dos carros e isso...
- E.— *Mas parece-te que há carros na tua cabeça?*
- R.— [rindo] ... eu, por exemplo, assim não estou a ver, mas cá dentro estou a vê-los... assim a imaginá-los.
- E.— *Construir um diagrama, acham que é importante construí-lo?*
- N.— Tenho extrema dificuldade em representar as forças nesse diagrama.
- E.— *Ah, sim.*
- N.— ... por isso é que muitas vezes não pego nisso, não faço diagrama nenhum...
- E.— *E tu R., também ficas baralhado com os diagramas?*
- R.— Não muito.

E.— *Mas acham que é importante? Por exemplo, muitos alunos conseguem resolver problemas sem o diagrama, mas acham que aqueles que fazem ...*

N.— Ah! Assim é mais fácil.

E.— *Porquê, porque é mais fácil?*

N.— Porque tem ali uma representação qualitativa de como se pode resolver o problema. Parece que está lá, parece que o problema está sujeito àquilo.

E.— *E isso ajuda ao nível de saber a informação de que se precisa?*

Ambos.— Sim.

E.— *E executar o plano?*

Ambos.— [acham fácil]

E.— *E que cuidados é que se deve ter quando se está a executar um plano?*

N.— Saber o que a gente... como é que a gente está a pensar.

R.— Sim.

E.— *Acham que é preciso ter um controlo constante sobre o que se está a fazer?*

...

E.— *Um controlo, quer dizer estar constantemente a avaliar ...*

N.— Ah!... Já sei, avaliar.

R.— É preciso.

E.— *E como é que a gente sabe que está a avaliar o que está a fazer?*

N.— A mim dá-me um aperto na barriga!...

E.— *Mas tirando esse aperto, quando estás a resolver um problema, como é que tu sabes que, em princípio, estás a ir no bom caminho?*

N.— É a tal coisa... Não é aperto da barriga, mas uma pessoa sente, eu por acaso sinto, às vezes, que me está a dizer uma coisa. Fico assim... *Mas o que aqui está não pode ser assim, dá-me... É inconsciente...*

E.— *É inconsciente? Mas não ouves outra vez o tal diálogo, algo que te diz assim: Ouve lá!...*

N.— ... mas inconscientemente, qualquer coisa diz-me assim: *Não, isto não está, não está a ir bem ! ...*

E.— *Há qualquer coisa que te diz que não está bem...*

N.— Pois é... mas não é uma coisa que eu pense assim... que eu esteja a ser consciente... é uma coisa que vem mesmo cá de dentro. É a tal coisa...

E.— *É o tal diálogo. Mas repara: quando há um diálogo, há pelo menos duas pessoas. Então, quando estás a resolver um problema, sem falar, a falar contigo próprio, como é que chamas à outra pessoa?*

R.— É a consciência.

E.— *Rever o procedimento, era uma coisa que costumavam fazer?*

R.— Sim.

E.— *Porque é importante rever o que se faz?*

R.— Às vezes a gente encontra erros.

E.— *Agora têm aí um **problema** para conversarmos um pouco mais em concreto. Leiam o mais rapidamente que conseguirem, mas de modo a tentarem perceber a situação, a tentarem captar qual é o verdadeiro problema, a informação-chave, etc.*

...

E.— *Compreenderam o enunciado?*

Ambos.— [afirmam que sim, de pronto]

E.— *Compreenderam a situação física envolvida?*

Ambos.— Sim.

E.— *Essa situação é uma situação simples ou pode dividir-se em duas partes?*

...

E.— *Esse enunciado corresponde a um só momento ou a dois momentos distintos?*

...

E.— *Não estão a entender?*

R.— Acho... não sei se... Os dois momentos são: uma descolagem normal de um avião e depois é a descolagem deficiente deste piloto.

E.— *Concordas?*

N.— Sim.

E.— *Trata-se de um problema fácil ou difícil para vocês?*

Ambos.— [consideram-no normal]

E.— *Qual é o verdadeiro problema?*

R.— É se o piloto teria tido a aceleração suficiente para descolar em condições normais.

E.— *E tu, N., era assim que formulavas o verdadeiro problema?*

...

E.— *Podia-se formular de outra maneira...*

N.— O que o problema pede é perguntar se foi devido à angústia ou alguma coisa do piloto ou se foi mesmo deficiência do motor do avião...

E.— *Mas achas que temos possibilidade de saber se foi do avião?*

...

R.— Diz aqui que ele conseguiu activar os motores de forma a garantir uma força constante de aproximadamente ... Agora temos de ver se essa força...

E.— *Existem dados a mais neste enunciado?*

Ambos.— Há! [de imediato]

E.— *Por exemplo?*

R.— O peso do porta-aviões.

E.— *Ou melhor, a massa do porta-aviões. Porque é que essa massa não interessa?*

N.— Porque o porta-aviões não vai fazer influência nenhuma em cima do avião.

E.— *Então e dados verbais desnecessários para a resolução propriamente dita?*

Ambos.— [identificam com facilidade]

E.— *Se retirássemos toda essa informação acessória, se puséssemos só os dados numéricos e pouco mais, o enunciado ficaria muito mais curto, semelhante aos que normalmente aparecem nos livros de física. Vocês acham que há sempre vantagens em utilizar esse enunciados mais curtos?*

N.— Sim, acho que sim. Eu tinha que estar aqui a ler, a ler, a ler... Os enunciados curtos é mais fácil de achar os valores. É mais fácil a leitura... a leitura.

E.— *Mas quando é que tens uma ideia mais rica da situação?*

N.— Ah! Assim é mais rica, assim dá-nos uma melhor visualização do que está para ali a acontecer...

E.— *E em termos de desenvolver o pensamento, o que é mais vantajoso, é assim ou tudo prensadinho?*

Ambos.— Assim.

R.— Agora, quando li o problema visualizei logo o porta-aviões, com o avião a descolar.

E.— *Os problemas que só têm os dados estritamente necessários, em que é que influenciam os alunos?*

N.— Uma pessoa... é a tal coisa, vai assim às cegas, a apalpar o... fazer cálculos.

E.— *E evitam o quê?*

N.— Evitam andar ali com rodeios, ali à procura de... a pensar um bocado.

R.— Evitam a visualização do problema.

E.— *Se retirarmos do enunciado toda essa informação que faz parte do cenário físico, o problema transforma-se quase em quê?*

R.— Num exercício.

E.— *São capazes de me dizer com que leis é que este problema se relaciona?*

...

E.— *Leis, como, por exemplo...*

N.— Ah! Leis, leis...

E.— *Sim.*

N.— Essa lei dos espaços que se chama...

E.— *Que tipo de movimento é que acham que está aí em jogo?*

N.— Classificar o movimento?

E.— *Sim, se é uniforme, se é...*

N.— Ah! Será uniformemente variado...

R.— Acelerado.

E.— *Ou será uniforme?*

...

E.— *Então em que ficamos?*

N.— Não, é uniformemente acelerado.

E.— *É sim. Tem de ser, porquê?*

...

E.— *Quais as palavras-chave do enunciado que vos levam a classificá-lo de acelerado?*

R.— [tenta, mas não prossegue]

N.— Cerca de 64 m de pista [inadequado].

Ambos.— [sentem dificuldades]

N.— Ah, está aqui: *aproximadamente constante* [depois de alguma ajuda].

E.— *Conseguem emitir uma previsão para a resposta?*

R.— Acho que foi por deficiência do motor.

- E.— *Que assuntos é que têm de recordar para resolver este problema?*  
 ...
- E.— *Leis, fórmulas, conceitos...*
- Ambos.— [citam alguns]
- E.— *Só irias usar as leis do movimento?*
- N.— Ah, aquela de Newton...
- E.— *Seriam capazes de relatar o que é que iriam fazer?*
- N.— [tenta relatar os passos propostos nas fichas]
- R.— Primeiro, ia analisar aquilo que eu achava que era a primeira parte do problema... que era a da descolagem perfeita.
- E.— *E depois?*
- R.— Primeiro, ia ver qual era a aceleração do avião... Depois, na segunda parte do problema, ia ver se a aceleração do avião correspondia a uma descolagem perfeita, se tinha sido erro humano.
- E.— *Então e como é que calculavas a aceleração aí na segunda parte?*
- R.— ... [tem dificuldade]
- N.— Mas ele disse que ia ver a aceleração na situação ideal... Mas é que nós aqui não temos dados para a situação ideal, temos só dados daquele piloto...
- E.— *Não tens aí dados para a situação ideal...*
- N.— E este valor que aqui está é a força resultante, ou não?
- E.— *Ah! Isso é que eu gostava que vocês me dissessem!*
- N.— Diz só que os motores é que fazem uma força de...
- E.— *Então, mas quando um avião vai a movimentar-se...*
- N.— Temos de ter em conta a resistência do ar, mas não sei se...
- E.— *Quais são as forças em jogo? ...*
- N.— [Tenta agora, com base nas leis de Newton, e do tipo de movimento, determinar a aceleração pretendida; sente, porém, dificuldades.]
- E.— *Como é que formulariam a resposta a este problema?*
- N.— Eu diria assim: *Não, não haverá razões para pensar que foi falha humana porque, comparando...* [resposta adequada]
- R.— [concorda]
- ...
- E.— *Agora uma questão diferente, mas importante. Reparem neste gravador aqui em cima da mesa. Como é que o homem da rua, ou seja, uma pessoa que não teve formação em mecânica, como é que essa pessoa explica que o gravador não caia?*

- N.— Então [rindo], diz que é porque está em cima da mesa.
- E.— *E que outras explicações poderia dar?*
- N.— Porque está a ser suportado...
- E.— *Sim, ou apoiado, ou... Então, e como é que um físico diria?*
- R.— Está em repouso porque a força que o gravador exerce em cima da bancada é ...
- N.— Contrabalançada.
- E.— *Existe aí em jogo uma reacção normal, não é?*
- R.— Sim.
- E.— *Quem é que exerce essa reacção normal?*
- ...
- E.— *Digam-me lá, para vocês é mais fácil perceberem o peso ou a reacção normal?*
- ...
- E.— *Ou é igual?*
- R.— Eu acho que é igual?
- N.— Sim...
- E.— *Porque é que, normalmente, quando coloco aos alunos esta situação, e lhes pergunto quais as forças em jogo, eles me dizem que existe o peso e, a seguir, ficam calados... já não dizem mais nada?*
- R.— ... se há o peso... logo tem de haver a reacção normal!
- N.— Desculpe lá, isso é que me faz confusão. Então: há o peso da máquina e esse peso tem de ser contrabalançado pela reacção normal.
- E.— *Sim.*
- N.— Mas depois há uma força que é exercida pela máquina na superfície da mesa ...
- E.— *Mas para estudares o estado do gravador, só te interessa o que está lá a actuar, ou seja, o peso dele e a reacção normal.*
- ...
- E.— *Imaginem agora que deixava cair o gravador... Nesse caso, continuava a haver reacção normal?*
- Ambos.— Não!
- E.— *Só há reacção normal, quando?*
- N.— Quando ele está em contacto com outro corpo.
- E.— *E neste caso [gravador sobre a mão], existe reacção normal?*
- Ambos.— Sim.
- E.— *Quem é que a exerce?*

Ambos.— A mão.

E.— *E quando é que os alunos têm mais facilidade em perceber essa força, quando o gravador está sobre a mão ou quando está sobre a bancada?*

R.— É quando está em cima da bancada.

E.— *Mas, normalmente, os alunos acham mais fácil quando está em cima da mão...*

N.— Se calhar... como está a exercer uma força, não é?

E.— *Sim. Em cima da bancada os alunos dizem assim: Eu não vejo aí qualquer força!... Como é que vocês caracterizam esta força de reacção normal?*

N.— É um bocado abstracta!

E.— *E é estática ou dinâmica?*

N.— É estática.

...

E.— Têm alguma coisa a acrescentar a esta entrevista?

R.— Eu acho que a matéria de física este ano foi bem apoiada pelas fotocópias, estavam bem esclarecidas, esclareceram bem.

E.— *E ajudavam-te?*

R.— Sim... ao princípio... a primeira parte é mais difícil porque a gente estava habituados a estudar muito pelo nosso caderno. A transição para as fotocópias, ao princípio, foi difícil... mas depois já era fácil a gente chegar ali... percebia aquilo... estava com atenção nas aulas e depois, em casa, era como se fossemos nós que as tivéssemos feito.

E.— *Estavam à vontade.*

R.— Sim, estávamos à vontade.

E.— *Custou-vos transição?*

N.— Ah, a transição custa sempre...

E.— *Mas depois de estares habituado?*

...

E.— *Preferes estudar por fotocópias ou estudar por um livro?*

N.— Ah, por fotocópias! Eu por o livro...

E.— *Vocês estudaram pelo livro?*

R.— Pelo livro, não.

N.— Pelo livro, não. Eu nem o abri!... [ri, com franqueza]