

## Les urpes d'Arquimedes



Els legionaris de la galera es van quedar glaçats. Una enorme urpa va aparèixer de darrere de les muralles de Siracusa. Va agafar la punta de l'embarcació i va començar a aixecar-la. Un caos de crits i corredisses es va fer amb tota la nau. De sobte l'andròmina va deixar anar el vaixell que després de l'embat amb el mar es va enfonsar...

Arquimedes va ser el que ara anomenaríem enginyer, matemàtic, físic i astrònom... i el malson dels romans que s'apropaven a Siracusa a causa de les nombroses màquines de guerra que va inventar, com "l'urpa d'Arquimedes". Malauradament, quan els romans van aconseguir entrar finalment a Siracusa, un legionari romà va tallar un dels caps més genials de la història de la humanitat, mentre ell, enmig d'alguna demostració matemàtica que dibuixava a la sorra li va pregar: "no trepitgis els meus cercles".

## Què volem saber?

L'urpa d'Arquimedes es basava en una de les màquines més simples però més poderoses, encara avui dia: la politja. Gràcies a aquesta rodeta s'aconsegueix multiplicar la força dels humans. Però, és clar, cal pagar un preu per aconseguir això! Quin és el secret? Com és que ens podem tornar més fortes i més forts amb una combinació de simples rodetes i cordes?

## Com ho farem?



Quant costa aixecar una bossa plena de cargols de ferro d'un quilogram de massa? La resposta és que *depèn*. Avui mesurarem aquest "*depèn*" tot mesurant la força que necessitem per aixecar un objecte d'un quilogram de massa. Veurem que aquesta força no sempre serà la mateixa i investigarem com canvia utilitzant diferents combinacions de politges... i quin és el preu que cal pagar. L'aparell que utilitzarem per mesurar forces és un dinamòmetre i, bàsicament és un ganxo unit a una molla: com més força apliquem a l'extrem, més s'estira. Però la cosa no acaba aquí! Mesurarem també quanta corda hem d'estirar per tal de fer pujar el quilogram una certa alçada, i ens preguntarem: hi ha alguna relació entre la força i la longitud de corda que ens cal estirar?

## Mesurem!

Abans de començar comprovem que la corda lligada al sac està passant únicament per una politja. Fixem-nos en el cub que tenim davant: té dos fils vermells horitzontals. La distància entre aquests dos fils és exactament  $\Delta H = 20 \text{ cm}$ : això ens permetrà fàcilment aixecar la bossa exactament aquesta alçada.

## Comencem l'experiment!

El nostre experiment té dues parts. Primer mesurarem *forces*, i després mesurarem la *longitud de la corda* que cal estirar per aixecar el pes una alçada  $\Delta H = 20 \text{ cm}$ .

### Mesurem la força

- Comprovem que la corda està lligada directament a la politja de dalt.
- Agafem ara el dinamòmetre i estirem de forma constant cap en fora de les politges. Mirem el valor que marca la marca vermella i l'apuntem a la taula.
- Deixem anar a poc a poc la corda unida al dinamòmetre i apuntem el valor.
- Enganxem ara la politja de baix i tornem a fer el mateix.

### Mesurem la distància

- Tornem a la configuració inicial: deslliguem la segona politja.
- Fem passar la corda per l'anella a la base del cub.
- Estirem la corda i aixequem la bossa 20cm. Mesurem quanta corda hem hagut d'estirar gràcies a les marques que té la corda
- Deixem anar la bossa. Enganxem de nou la segona politja i tornem a estirar. Apuntem la longitud de corda que hem d'estirar ara per aixecar la bossa 20 cm.

## Què ha passat?

	$F_{estirar} = F_1$ (N)	$F_{deixar anar} = F_2$ (N)	$F_{mitjana}$ $F = \frac{F_1 + F_2}{2}$	Distància (cm)	$F_m \cdot d$
1 politja					
3 politges					

Ara que ja hem omplert la taula, anem a donar una ullada. La força que cal fer per aixecar la bossa d'un quilogram és més gran amb una o amb tres politges? I la quantitat de corda que hem d'estirar? Què passa amb la quantitat que surt en multiplicar aquestes dues quantitats, força i longitud de corda estirada?<sup>1</sup>

<sup>1</sup> El que estem demanant, de fet, és el treball que heu fet, que es calcula com a força per distància... però això ho veureu en cursos posteriors!