

Causa dels canvis de lloc en el nostre univers

Manuel Belmonte Nieto

Primera edició: juny 1995

Queden rigorosament prohibides, sense l'autorització dels titulars del copyright, sota les sancions establertes en les lleis, la reproducció total o parcial d'aquesta obra per qualsevol mitjà o procediment, compresos la reprografia i el tractament informàtic, i la distribució d'exemplars mitjançant lloguer o préstec públic

© I.C.E. de la Universitat de Barcelona
c/ dels Àngels, 18, 08001 Barcelona
© Manuel Belmonte Nieto

Coordinació i producció: Addenda. Pau Claris, 92. 08010 Barcelona

ISBN: 84-88795-24-6
Dipòsit legal: B. 29.344-1994
Impressió: Repro Copy (Barcelona)

Jo vaig creure una vegada que la força origen d'un planeta estava en una ànima. Tanmateix, en reflexionar que aquesta causa del moviment disminuïa proporcionalment a la distància d'aquest astre, vaig arribar a la conclusió que ha d'ésser substancial: no en el sentit literal de la paraula, sinó de la mateixa manera que nosaltres diem que la llum és quelcom substancial, significant que és una entitat «no espiritual» que emana d'un cos material.

J. Kepler (1571-1630)

Com l'objecte de la filosofia ha de consistir en això: a partir dels fenòmens del moviment investigar (per inducció) les forces de la Natura, i, a partir d'elles, demostrar (per deducció) els altres fenòmens.

I. Newton (1642-1727)

Guia de treball

			TEMPS: 33 hores
<i>Què s'ha de fer?</i>	<i>Amb qui?</i>	<i>On?</i>	<i>En quin temps?</i>
1. Objectius	sol	casa	15 min
2. Presentació	sol	aula	120 min
3. Experiències	equip	casa aula	60 min 540 min
4. Lliurament de resultats		aula	
5. Tractament de resultats	equip	casa	240 min
6. Informes	equip	aula	240 min
7. Lliurament d'informes. Consulta bibliogràfica	equip	aula	420 min
8. Estudi	sol	casa	60 min
9. Problemes	equip	aula aula	300 min 150 min
10. Debat	grup 6	aula	240 min
11. Estudi. Elaboració mapa conceptual. Confecció d'apunts	sol	aula	60 min
12. Lliurament mapa conceptual. Classe magistral. Consulta de correccions i models	classe	aula	60 min
13. Estudi. Correcció d'apunts. Autoavaluació	sol	casa	100 min

Objectius: per a què cal treballar?

Els objectius que pots assolir mitjançant el teu esforç al llarg d'aquesta unitat didàctica són els següents:

Habilitats

- A. Guanyar soltesa quan treballis al laboratori.
- B. Observar adequadament tot allò que esdevé al laboratori i altres situacions de la teva feina o de la teva vida.
- C. Aprendre a tabular les dades que resulten de la teva experimentació al laboratori.
- D. Elaborar aquestes dades, obtenint-ne informació nova que inicialment hom no tenia —obtenció d'acceleracions, per exemple.
- E. Construir gràfiques correctament, de manera que encara «diguin més i millor» les coses que la tabulació sola ja insinuava. Cal que desenvolupis la intuïció de:
 - quines variables seran útils,
 - quines variables aniran bé en les abscisses i quines en les ordenades.

Seguidament, caldrà trobar relacions *útils* entre elles.

- F. Induir generalitzacions o lleis empíriques a partir de tota la informació anterior.
- G. Millorar el teu sistema de confeccionar apunts.
- H. Millorar el teu sistema de preparar i utilitzar els quaderns de laboratori.
- I. Millorar la teva capacitat lectora, de tal manera que sàpigues diferenciar entre el que és accidental i les coses importants de veritat. És a dir, entre els detalls i allò general.
- J. Aprendre a treballar en equip, col·laborant amb el teu company de grup.

Com pots veure, una pila d'objectius que et seran útils segueixis o no uns estudis de caire científic. Són objectius de formació personal, atès que els hauràs d'emprar en la teva vida quotidiana. Per exemple, als diaris cada vegada apareixen més gràfics per informar millor als seus lectors. Resumint, aquests objectius són de formació personal, on encara no han entrat coses més tècniques del tipus «has de conèixer, aprendre». Això vindrà més tard.

Altres tipus d'objectius, no menys importants, són els següents:

Actituds

- K. Comprendre per a què és necessari l'estudi del fenomen de les forces i els seus efectes.
- L. Captar i interioritzar la utilitat d'aquest estudi per explicar tot allò que ens envolta.
- M. Captar i valorar la dificultat de l'avenç humà quant al coneixement del món que t'envolta: disputa Aristòtil-Galileu, per exemple.
- N. Respectar el material comú i el teu propi lloc de treball.

I, arribem ara, per fi, als coneixements que et serviran d'eina, de vehicle per aconseguir tot allò esmentat anteriorment. Alhora, aquests coneixements et permetran descobrir aspectes de la teva realitat quotidiana dels quals potser mai t'havies adonat. De qualsevol manera, aquests coneixements no són l'OBJECTIU primordial d'aquesta unitat didàctica, són únicament uns més. Gairebé com si fos l'excusa per assolir tota la resta d'objectius. (Atenció aquí, vigila, que estic exagerant!)

Coneixements

- O. Concepte de *força* com a causa dels canvis de rapidesa del moviment.
- P. Propietats de les forces.
- Q. Addició de forces paral·leles i de forces concurrents.
- R. Concepte d'*inèrcia* i el seu origen.
- S. Concepte de *massa* i la seva relació amb la quantitat d'inèrcia.
- T. Comprensió de les lleis de Newton i de la raó que el mogué a enunciar-les. També cal que coneguis el seu marge d'aplicabilitat.

Ja al nivell B, ampliarem les nostres explicacions i veurem que el comportament de les forces que no actuen en la mateixa direcció exigeix la creació d'un nou concepte: el *vector*.

També aplicarem les lleis de Newton a sistemes accelerats, on cal tenir els conceptes molt més clars.

Finalment, el nivell C et permetrà d'aplicar aquests coneixements a l'explicació del moviment de satèl·lits naturals i al disseny dels artificials.

Aplicació d'aquests coneixements a l'assignatura de Matemàtiques

Aquests coneixements poden servir-te per comprendre millor els conceptes de matemàtiques corresponents al:

- Càlcul vectorial.
- Representació gràfica i estudi formal de l'aplicació afi.

El quadre següent t'indicarà el moment de la teva activitat en què assoliràs aquestes fites. D'aquesta manera podràs estar més a l'aguait per traure'n el màxim profit de cada esforç teu.

Capacitar per a la lectura	Temari
Capacitar per a la comprensió	Apunts — comprendre — sintetitzar — redactar
Desenvolupar: — l'habilitat manual — l'observació selectiva — la inducció — manipulació dades en taules i gràfiques — conclusions — resultats	Pràctiques Informes
Abstraure el sentit de la feina	Descripció
Treballar en equip: — assumir responsabilitat, adonar-se que les nostres accions influeixen en les altres persones	Problemes, pràctiques, introducció, informes, temari
Fomentar el respecte de tot allò que sigui comú: — respecte pel lloc de treball: neteja	Tot arreu
Coneixements	Tot arreu
Pre-conceptes	Mapa conceptual

Activitats per assolir els continguts

El quadre següent et diu el mateix, però a l'inrevés. És a dir, t'indica què pots arribar a assolir per mitjà de cada activitat.

Introducció	Equip Observació Expressió escrita coherent Expressió pre-conceptes
Mapa conceptual	Expressió pre-conceptes Relacionar comprensivament
Pràctiques	Contrastar les idees de la introducció Habilitat manual Observació Equip Respecte del bé comú i del lloc de treball Quadern laboratori
Informes	Abstracció: descripció o títol Llenguatge gràfic i de taules Resultats Inducció: conclusions Expressió escrita Equip
Temari	Lectura: velocitat i comprensió Equip Apunts

Presentació

Sovint has vist com al teu voltant cauen cossos a terra, o has llençat un objecte sobre un blanc, o inclusivament has fet algun tret amb una escopeta de balins en una fira. Tots aquests objectes es mouen. Potser et seria fàcil *descriure* com es mou el balí, un projectil o qualsevol altre cos que cau a terra. Fins i tot ets capaç de predir què farà en el futur qualsevol dels cossos anteriors un cert temps després de posar-se en moviment. Malgrat això, res no pot indicar-te *qui* o *què* mou la bala o el projectil. Intenta explicar a continuació, en el teu quadern d'apunts, la teva idea sobre les causes que mantenen o provoquen el moviment de qualsevol cos.

Potser la teva resposta haurà estat que:

- els gasos de l'explosió del tret l'empenten,
- la Terra els atrau.

O quelcom de semblant.

Com anomenaries, o com s'anomena normalment això que fan els gasos sobre la bala, o la Terra sobre els objectes?

Indica-ho en el quadern d'apunts.

Gairebé asseguraria que has dit que d'això se'n diu força. També suposo que si et dic que tu no saps què és força, t'empiparàs. Doncs bé, imaginat que un ET qualsevol, sense músculs, et visita i et pregunta: *Què és força?*

Què li contestaries? Pensa que serà semblant a explicar-li a un cec de naixement què és el color. Fes-ho en el teu quadern d'apunts.

Suposo que ho has fet molt bé i que, gràcies a la teva explicació, ET entendria perfectament perquè la bala o projectil es mouen. Però quan tu et bellugues, qui o què t'empeny? O, els planetes, qui o què els empeny? Explica-ho al teu quadern d'apunts.

Fins ara has definit el concepte de *força*. Tanmateix, aquesta paraula s'utilitza molt sovint en les teves converses. Segur que frases com les següents les hauràs sentit moltes vegades:

- Ha xutat amb molta força.
- En Bubka ha corregut cap al llistó amb molta força.
- En Koeman xuta les faltes amb molta força.
- Aquesta noia té molta força.
- El cabdal del riu ha crescut i l'aigua baixa amb molta força cap al poble.
- La cabra el va envestir amb força.
- L'autobús i el taxi han xocat amb força.
- El motor del Mercedes té molta força.
- Al conductor del camió li era molt difícil controlar-lo, ja que en trencar-se-li els frens, el camió baixava amb molta força pel carrer.
- La pilota, cada cop que rebota perd força.
- La Maria tenia molta força de voluntat.
- El meu paraigües aguantava amb força l'aiguat que queia.

- Va clavar la llança amb molta força.
- T'estimo força.
- Quanta més massa té un cos, amb més força es mou.
- Ja no té ni forces per cridar.
- En xocar un cotxe amb un altre que està aturat, l'arrossega fins que se li acaba la força.

El concepte de força és el mateix en totes elles? Al teu quadern d'apunts agrupa les que es refereixin al mateix concepte.

N'hi ha alguna que coincideixi amb el mateix concepte de força que tu has explicat a l'ET?

Assenyala les frases que representin aquest mateix concepte i les que no, emprant una taula com la que et suggerim tot seguit:

<i>SÍ</i>	<i>NO</i>

Si el teu concepte de força és el correcte, podràs explicar cadascuna de les qüestions següents. Intenta-ho, tot escrivint la teva opinió en el quadern d'apunts.

- I. Tornem a la bala que era empesa per la força feta pels gasos. Fes una força sobre la paret de la teva habitació. Es mou? Quina diferencia hi ha entre la teva força i la dels gasos? O, atès que la paret no es mou, potser es podria afirmar que tu no en fas de força?
- II. Si fas una força sobre una corda pels dos extrems, aquesta s'estira i queda tensada, ja que la força que tu fas és la mateixa per tota ella. Si no fos així, una part de la corda estaria menys tensa que l'altra, i això no és el que passa en la realitat. Aleshores, em pots explicar perquè si estiren dels extrems d'una corda una dona (a la dreta) i una nena de sis anys (a l'esquerra), encara que la corda es tensa, la dona arrossega la nena?



- III. Si deixes caure dues pedres del mateix material, polides per igual però una més gran que l'altra, quina arribarà abans a terra?

Suposo que la teva resposta és la correcta. Però, i si les deixes caure agafant-les amb la mateixa mà, i alhora per un tobogan?

Comprova-ho, i si no són molt lògics els resultats, intenta donar una explicació raonada.

- IV. Proves d'arrossegar un cos de 300 g per una superfície horitzontal. Tenint en compte la fricció, si mesures amb un dinamòmetre la força que has de fer per bellugar-lo, quin serà el seu valor aproximat?

En quina de les dues figures següents es far més esforç per bellugar la caixa?



- V. Perquè et quedi ben clar, resol el següent problema dels pagesos i els sacs de blat.

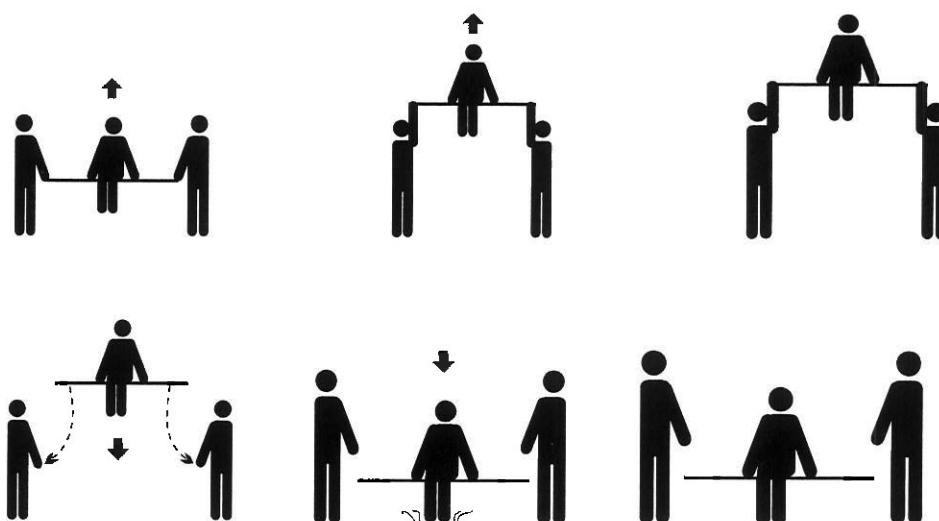


Imaginem que:

- cada sac de blat té un pes de 400 N.
- la fricció del carro carregat amb el terra equival a una dècima part del pes total.
- el carro sol té un pes de 800 N, i al damunt porta set sacs.

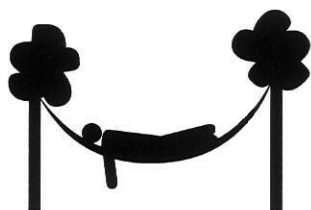
Amb les dades anteriors, calcula en el teu quadern d'apunts la força que ha de realitzar l'home que empeny el carro i la que realitza l'home que porta el sac a coll.

- VI. Para atenció a les figures primera a tercera de la historieta següent. En quin cas hauran de realitzar més força els dos lacais? A la primera figura pugen la cadira; a la segona, la frenen perquè es pari ben alta, i a la tercera, la mantenen quieta, enjòlit.



VII. En les mateixes figures del cas VI, si l'ocupant de la cadira es trobés assegut en una balança de bany, quan marcaria més l'agulla? Fixa't que en la primera figura comencen a aixecar-la; a la segona la frenen en arribar a dalt; a la tercera la mantenen enjòlit; a la quarta la comencen a baixar; a la cinquena arriba al terra i xoca contra ell, i a la sisena fa una estona que està damunt el terra.

VIII. Soc un corcó, oi? Però les dues figures següents són més fàcils. Posat que els dos homes, tant el de l'hamaca com el de la llitera, pesin el mateix i que també l'hamaca i la llitera pesin el mateix:



a) Serien iguals les forces que fan cadascun dels arbres de la primera i cadascun dels homes de la segona. La seva suma serà, en cada cas, la mateixa?

b) Si l'home de la llitera es col·loqués al mig, com si anés muntat a cavall, variaria la força que ha de fer cada home que porta la llitera?

c) Si l'home de la llitera es col·loqués a un extrem com si anés muntat a cavall, la força a realitzar pels dos homes que transporten la llitera seria la mateixa que si anés ajagut?

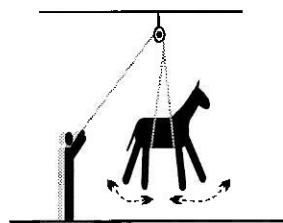
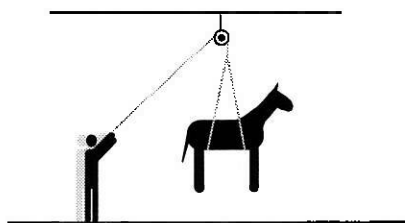
IX. De les dues figures següents, quina representa la forma *real* de relliscar i caure una persona que ve corrent?



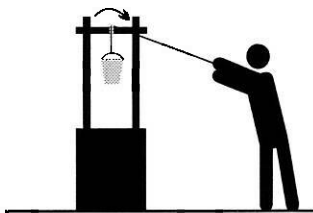
- X. Ens tornem a trobar els personatges del cas IV. Ara, pugen per una escala. Compara la seva força amb la que cadascú feia quan portaven la caixa per un terreny pla i horitzontal. La persona de sota i la de dalt fan la mateixa força per pujar la caixa? I si, en lloc de pujar-la, la baixen?



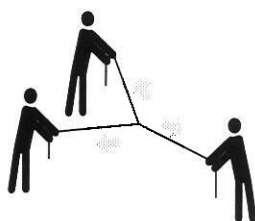
- XI. Si un cos penja d'una corda, farà la mateixa força sobre la corda tant si s'està quiet com si es belluga? Atès que en les dues figures següents els dos animals pesen igual, en quin cas cal exercir més força per mantenir l'animal penjant?



- XII. Les dues figures següents mostren dues situacions que potser has vist sovint a la vida diària i, fins i tot, potser tu hauràs fet el mateix que fa el personatge. Sabries dir quina utilitat té la politja? Faries més o menys força si pugessis la galleda del pou sense l'ajut de la politja?



XIII. Dibuix curiós, oi? Fixa't que totes les persones fan el màxim de força, però cap no es mou. És perquè cadascun d'ells fa tanta força com la de tots els altres plegats? Si no és així, com ho explicaries? Anota-ho en el teu quadern d'apunts.



XIV. A les figures següents veiem un turista intentant banyar-se en un mar qualsevol, per exemple de la bonica Costa Brava (I) i en una altra ocasió (II) es veu que vol fer-ho al mar Mort, les aigües del qual estan saturades de sal. Ja veus la diferència d'allò que passa en un i altre cas. Potser sigui perquè, en el cas del mar Mort, havia seguit un règim especial, i per això, en pesar menys, s'enfonsava menys? O potser la raó sigui una altra?

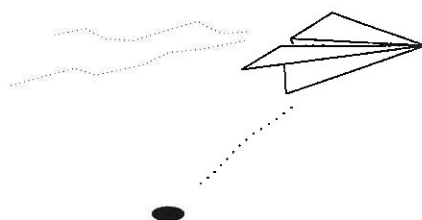


XV, XVI, XVII i XVIII. És cert allò representat per aquests casos per les figures següents? Raona la teva resposta.

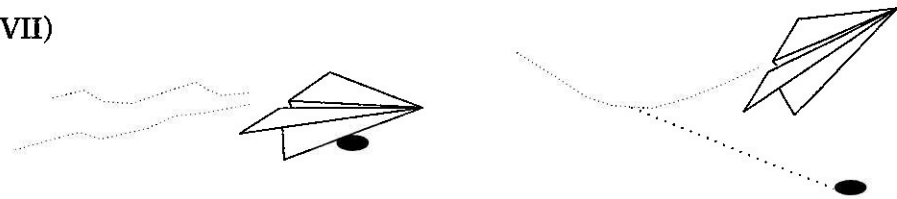
(XV)



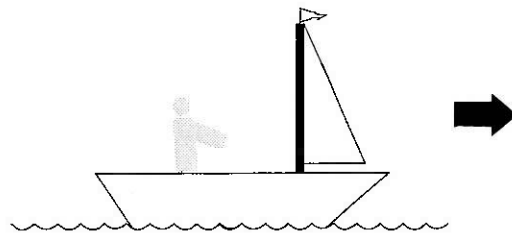
(XVI)



(XVII)



(XVIII)



Considerem que la barca de la figura 4 (cas XVIII) està aturada a la vora del riu. Si en aquest moment un ou cau del niu per darrera la vela, és ben segur que s'esclafarà damunt la superfície de la coberta de la barca. Sabries indicar el lloc on es farà la «truita» respecte el peu del pal?

Posem que ara la barca es mogui ràpidament. L'ou torna a caure per darrera de la vela, que el protegeix del vent que bufa. S'esclafaria ara l'ou al mateix lloc que abans? Perquè?

Per assegurar-te que sigui cert tot allò que has escrit, hauràs de comprovar-ho experimentalment. Per això, caldrà que estudiïs les característiques d'una força i els seus efectes quan actua sobre els cossos.

Som-hi!!

Experiència 1*

(TEMPS: 180 minuts)

Aquesta experiència us ajudarà a precisar millor el concepte de força i podreu descobrir una característica que potser us sobtarà força.

Material

Carret
Cronòmetre
Tauló de $200 \times 40 \times 2$ cm
Metre
3 politges
Els contrapesos indicats per al teu grup
3 gats petits per a les politges
Llina (*cal portar-ho de casa*), 7 m
2 ganxos per a les peses

Metodologia

Feu el muntatge de la figura 1 com s'indica tot seguit:

1. Poseu prou llina a fi que, quan les peses toquin a terra, el carret no arribi a tocar les politges (figura 2).



Figura 1

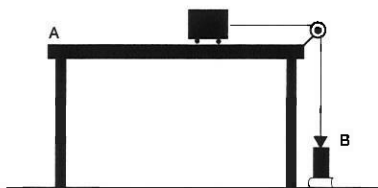


Figura 2

2. Mesureu la distància C entre la carreta i el ganxo B (figura 1).
3. Col·loqueu al ganxo B el primer contrapès, indicat per al vostre equip. Tingueu en compte els grams que pesi el propi ganxo. Cal tenir-los en compte a l'hora de determinar la massa col·locada. És a dir, si heu de col·locar 50 g i el ganxo té 10 g, només caldrà col·locar-hi 40 g més. El professor us dirà quina és la massa del ganxo.

* Aquesta experiència és una de les vuit incloses en aquest crèdit. Només s'explicita a tall d'exemple.

4. Apropieu el carret cap a l'extrem A de la taula, fins que el ganxo B es toqui amb la politja. Fixeu-lo per tal que no es bellugui.
5. Abans de fer res: creieu que el contrapès tindrà prou força per arrossegar el carret? Tingueu en compte els grams de cadascú. Escriviu la vostra opinió raonada als vostres quaderns de laboratori.
6. Poseu a zero el cronòmetre.
7. Deixeu anar el carret i, alhora, poseu en marxa el cronòmetre.
8. En el moment que els pesos toquin a terra o a la carpeta que hagueu col·locat, atureu el cronòmetre.
9. Apunteu als quaderns de laboratori el temps invertit.
10. Ha esdevingut allò que heu escrit als vostres quaderns de laboratori al pas 5
11. Torneu a repetir els passos 4 a 9 cinc vegades més. No us amoïneu si el temps no sempre dóna el mateix.
12. Traieu els contrapesos que heu col·locat al ganxo B.
13. Seguidament haureu de repetir les operacions 3 a 12 amb els altres dos contrapesos indicats per al vostre equip. Primer feu totes les operacions amb el segon i, en acabar, torneu a repetir-ho amb el tercer contrapès.
14. Efectueu el muntatge indicat per les figures 3 i 4 amb els contrapesos 1 i 2.

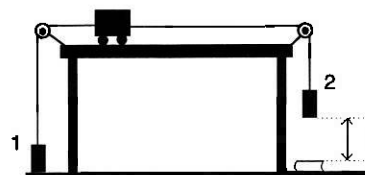


Figura 3

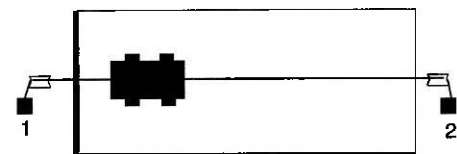


Figura 4

15. Indiqueu als vostres quaderns de laboratori cap a quin extrem s'haurà de moure el carret en deixar-lo anar.
16. Torneu a repetir les operacions 4 a 11 amb aquests dos contrapesos.
17. Afegiu el contrapès 3 al ganxo on es troba el contrapès 1.
18. Indiqueu als vostres quaderns de laboratori cap a quin extrem s'haurà de moure el carret en deixar-lo anar.
19. Torneu a repetir les operacions 4 a 11 amb aquests tres contrapesos.
20. Efectueu el muntatge de la figura 5. Fixeu el carret perquè no es mogui.
21. Indiqueu als vostres quaderns de laboratori cap a on penseu que es mourà el carret en deixar-lo anar. Fixeu-vos que entre els contrapesos 1 i 3 sumen els mateixos grams que el contrapès 2.
22. Gradueu la llinya de manera que en començar el carret es trobi a uns 4 cm de les dues politges situades a l'extrem superior de la figura 5.

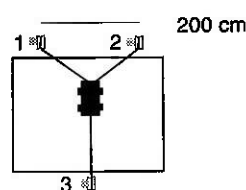


Figura 5

23. Deixeu anar el carret. Observeu cap a on es mou.
24. Si el carret es mou, traieu una pesa de 10 grams del contrapès 2.
25. Col·loqueu el carret una altra vegada a la posició inicial. Torneu a repetir les operacions 23 i 24 fins que el carret deixi de moure's.
26. Ara el carret ja no s'ha mogut. Apunteu als vostres quaderns de laboratori els grams totals del ganxo 2, és a dir, la suma dels grams del ganxo i de les peses col·locades.
27. Ja has acabat aquesta experiència.

Deixeu-ho tot en ordre. Col·loqueu els vostres resultats al full-resum de dades. Consulteu les vostres Guies de Treball per saber què cal fer a continuació.

Informe

Seguidament, cal que reflexioneu una mica sobre tot allò que heu observat. Aquesta tasca, però, no es pot desenvolupar fàcilment si abans no heu ordenat segons un criteri adient totes les dades recollides per tots els equips de la vostra classe.

En altres unitats didàctiques ja heu encetat aquest procediment. Per aquesta raó, ara no us donem tants ajuts. Tanmateix, us indiquem com caldria construir la taula de resultats i diversos suggeriments per a l'elaboració de conclusions.

Finalitat de l'experiència

Resultats

contrapès 1			contrapès 2		
grams	temps	acceleració	grams	temps	acceleració
contrapès 3			contrapesos 1 i 2		
grams	temps	acceleració	grams	temps	acceleració
contrapesos 1, 2 i 3 en línia			contrapesos 1, 2 i 3 en angle		
grams	temps	acceleració		es mou?	

Nota: Per calcular l'acceleració pots emprar la relació $x = a \times t^2/2$

La gràfica que us donarà més informació sobre el comportament i propietats de les forces és la gràfica grams contrapès/acceleració. Caldria fer-ne una per a cada grup de carrets amb masses iguals.

Suggeriments per a les conclusions

1. Pareu compte en els següents factors:
 - Temps emprat en recórrer la distància C.
 - Contrapès emprat.
 - Massa del carret.
 - Existència de només una força, o més d'una, actuant sobre el carret.
2. També podeu explicar com i per quina causa canvia la velocitat del carret.
3. Un cop hagueu calculat les acceleracions, podeu cercar relacions entre les acceleracions que provoca el mateix contrapès sobre diferents carrets, també, les acceleracions que es produeixen sobre el mateix carret en col·locar contrapesos diferents en els ganxos.
4. Un altre aspecte a tenir en compte és què passa en col·locar els tres contrapesos sobre el mateix carret. Intenteu aleshores esbrinar les diferències entre una actuació en línia de les forces i una actuació formant un angle.
5. Per últim, podeu indicar qualsevol cosa que us hagi cridat l'atenció i que sigui força diferent del que pensàveu abans.

GUIA PER A LA CONSULTA BIBLIOGRÀFICA

<i>Nivell</i>	<i>Temes</i>	<i>Llibre*</i>
A	1. Amb l'ajut d'allò que heu escrit a la presentació d'aquesta unitat didàctica —és a dir, la vostra experimentació inconscient i diària— i del resultat de les experiències —la vostra experimentació controlada— intenteu tornar a explicar ara què és una força.	
	2. Compareu allò que heu escrit a l'apartat 1 anterior, i que ara es troba als vostres apunts, amb la lectura de la bibliografia - els llibres.	PSSC, p. 256
	3. Esbrineu quina era la idea d'Aristòtil sobre la relació entre força i moviment.	PSSC, pp. 257 i 258
	4. Què va fer Galileu respecte d'aquest problema?	PSSC, pp. 258 a 260
	5. Quina va estar la causa que calguessin dos mil anys per canviar la idea d'Aristòtil?	PSSC, p. 258
	6. Quina utilitat té o pot tenir estudiar aquests fenòmens idealitzats, si, com us indica el mateix PSSC en començar el segon paràgraf, no tenen aplicació real?	PSSC, pp. 260 i 262
	7. Concepte d'inèrcia segons Galileu.	Ho-Ro, p. 78 i 80
	8. Compareu allò indicat al text amb el que heu obtingut vosaltres a les experiències.	PSSC, pp. 262-266

* PSSC: Uri HABER, *Física*, Barcelona, Reverté, 1975.

Ho-Ro: HOLTON-ROLLER, *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*, Barcelona, Reverté, 1983.

9. El que heu observat a l'experiència 1 sobre la relació entre força exercida i acceleració aconseguida, què té a veure amb aquesta altra experiència que ara us descriuen en el llibre? PSSC, pp. 265 i 266
10. El pendent de la línia recta de la gràfica força/acceleració de l'experiència 1, quin nom «oficial» rep en el llibre? PSSC, pp. 268 i 269
11. Utilitat de la llei de Newton (anomenada *segona llei*). PSSC, p. 270
12. Unitats de força i massa PSSC, p. 270
13. Cas de cossos mòbils PSSC, p. 271
14. I si no actua una única força? 1: Experiències
2: PSSC, pp. 271-273
15. Heu estat utilitzant tota l'estona una força que heu acceptat, i que arrossegava el vostre tac. En canvi, al PSSC sempre han emprat un altre tipus de força. Quines diferències creieu que poden existir entre aquestes dues forces?
16. Si no heu esbrinat la diferència, cerqueu al text i veureu que vosaltres heu emprat *pesos*, és a dir, forces verticals l'origen últim de les quals és l'atracció de la Terra, i que el text ha utilitzat forces horitzontals realitzades per molles o gomes elàstiques PSSC, pp. 282 i 283
17. Compareu la teva opinió amb la del text. No semblen molt diferents? PSSC, pp. 269 i 270
18. Caiguda lliure. PSSC, pp. 283-286

-
- B**
1. Naturalesa vectorial de la segona llei de Newton. PSSC, pp. 273 i 274
 2. Aplicació a un cas concret. PSSC, pp. 291-295
 3. Concepte de força centrípeta. PSSC, p. 292
 4. Què s'esdevé d'intentar aplicar les lleis de Newton en sistemes de referència no en repòs? PSSC, pp. 303-306
 5. Com és possible que en exercir, dic *exercir*, una força sobre un cos, aquest es mou amb un moviment la rapidesa del qual no canvia? Cerqueu una explicació segons el vostre criteri.
 6. Cerqueu les solucions que han trobat d'altres investigadors, i compareu-les amb els resultats de les vostres experiències. Deixeu ben clar en els vostres apunts com ho heu observat i estudiat al laboratori. PSSC, p. 308
-

- C**
1. Com creieu que es mantenen en òrbita els satèl·lits? PSSC, pp. 295 i 296
 2. Si Galileu ja sabia que podien llençar els satèl·lits, per què no es va fer? PSSC, pp. 296 i 297
 3. Anem a veure ara la Lluna com un gran satèl·lit. PSSC, pp. 297 i 298
 4. En el sistema de referència de la Terra —que no es troba en repòs— què s'esdevé de les lleis de Newton? PSSC, pp. 306 a 309

<i>Nivell</i>	<i>Observacions sobre el tema</i>
A	2. Al marge dels apunts, si és que hi cap, i si no dins dels apunts, compareu els dos conceptes segons els següents criteris: — punts comuns — punts diferents — causes de les diferències — aspectes que no s'han tingut en consideració en cada cas 3. Creieu que la visió d'Aristòtil és correcta i realista, és a dir, coherent amb la realitat que observeu cada dia al vostre entorn? 4. Compareu l'opinió de Galileu amb les experiències que heu realitzat. Si alguna s'assembla a allò indicat per Galileu, llavors no empreu els exemples del llibre, sinó els vostres, incloent-hi, si cal, els dibuixos, taules, gràfiques, i realitzant els raonaments del text, però traslladats als resultats obtinguts per vosaltres. 5. Reflectiu la vostra opinió al marge dels apunts. 6. Col·loqueu aquest comentari al marge dels apunts. Fixeu-vos que es pot prescindir, després d'una lectura ràpida prèvia, de tot el contingut de la pàgina 261 i 262 fins a l'apartat 11.3. Realment, no és res més que un altre exemple més sofisticat, però si el necessiteu, incloeu-lo, però heu de tenir molt clar que és només per aquesta raó: per aclarir idees. 7. Què opineu sobre això? Qui tenia raó, Galileu o Simplicí? La vostra experiència diària en els autobusos o automòbils, què us n'indica? En quines situacions de la Presentació se us planteja aquest problema? Feu palesa la vostra visió personal al marge dels vostres apunts. 8. Fixeu-vos que tot l'apartat 11.3 no és altra cosa que la descripció d'una altra experiència on es mesura d'una forma més precisa i exacta —quines diferències existeixen entre precisa i exacta?— que la que vosaltres veu fer al laboratori. Això ho hauríeu d'haver observat en una primera lectura ràpida de tot l'apartat, cosa que sempre hauríeu de realitzar per assabentar-vos «de què va». Per això, podeu prescindir-ne, o bé modificar les vostres conclusions de l'experiència corresponent, justificant als vostres apunts la causa del vostre error, i confeccionant els apunts, no sobre la pàgina indicada del text a consultar, sinó sobre la vostra experiència, però traient-li tot el suc següent el model de l'exemple del text. 9. Coincideixen les conclusions que heu obtingut amb les que us proporciona el text? Ara caldria que féssiu constar en els apunts les conclusions de la vostra experiència, després d'ha-

ver-la contrastat i assegurat amb la realitzada per Newton o amb la del text. Allò que no es pot fer és copiar frases del text consultat: és molt més fecund i formatiu de la vostra personalitat que escriure el que vosaltres penseu un cop assegurada la seva coherència recurrent al pensament d'altres persones que han estudiat a fons el tema.

10. És bona idea adoptar aquest nom oficial per poder entendre's amb la resta de les persones.

Torneu a contrastar la vostra experiència amb l'explicada a la pàgina 267. Fixeu-vos que afegeix dades que no van ésser gaire evidents, si no us fixàveu en les obtingudes entre diversos equips. Per exemple, les masses dels equips 1 i 2 sumades donaven les de l'equip 3 amb una mateixa força. Per aquesta causa, l'acceleració era proporcionalment menor. També afegeix altres dades que vosaltres no investigàreu al laboratori, com allò del final del paràgraf de la pàgina 268 i tota la pàgina 269.

12. Fixeu-vos que en aquesta ocasió i en l'apartat 11 anterior, se us deixa una mica més lliures per tal que vosaltres afegiu els comentaris, observacions i exemples.

13. Proveu de resumir-ho. Fixeu-vos que aquest cas no es va tractar al laboratori.

14. Intenteu exposar què passaria a partir de tot allò que heu tret de les experiències. Ja esbrinareu què és. Com sempre comenteu en els vostres apunts els vostres exemples. Torneu a fixar-vos en la pista que us donen els resultats obtinguts pels equips 1, 2, i 3, de l'experiència 1, i en tota l'experiència 5. No s'acompleix en cap altre conjunt d'equips diferent dels anteriors? Penseu que podria tractar-se d'una casualitat que hom donés només en aquests casos concrets?

Fixeu-vos en què, de vegades, observar-ho tot exigeix molta atenció i una gran capacitat de combinació o tractament de les dades obtingudes, relacionant-les al màxim entre si. Quan consulteu el PSSC, fixeu-vos com tracta el tema i quina terminologia emprà.

Si fos necessari, corregiu els vostres apunts. Fixeu-vos com els representa simbòlicament.

15. Reviseu un cop més totes les qüestions corresponents i hi incloeu al marge dels apunts, en el punt corresponent, el resultat de la vostra recerca.

17. Fixeu-vos en què no es basa en pures especulacions, sinó en dades, pàgina 269, últim paràgraf.

18. Vigileu de no fer-vos un embolic. Després de la primera lectura ràpida per tenir una idea general, procureu llegir paràgraf a paràgraf, intentant resumir què us diu cadascun d'ells. Si hi ha alguna demostració, intenteu refer-la, completant tots els passos que es donen per sobreentesos, atesa la seva facilitat, però que per a vosaltres potser no ho sigui tant.

- B
1. Compte! Aquest concepte és molt important i cal que quedi ben entès.
 2. Relacionant-lo amb les experiències, en quina hom donava aquest tipus de moviment? Com sempre, fixeu-vos que només us repeteixen una altra experiència, a tall d'exemple. A quina pàgina comença aquest exemple?
 4. Llegiu el text i intenteu resumir-lo i entendre'l. Convindria que vosaltres us poséssiu altres exemples. Haureu de comprendre el concepte de força centrípeta amb totes les seves implicacions. Res millor per a això que posar-vos diversos exemples on actui una força centrípeta i que els expliqueu o justifiqueu mitjançant aquest nou concepte.
-

- C
1. Observeu i estudeu l'explicació de Newton en la figura 12.12. Recordeu que les figures i els seus peus de pàgina són també útils com a font d'informació. No són, ni molt menys, només un ornament, una distracció del llibre.
 2. Intenteu comprendre aquesta diferència entre ciència i tècnica, i col·loqueu-la al marge dels vostres apunts. Afegiu-ne exemples concrets que us siguin familiars.

Aplicació del que heu après

Aprendre teòricament i que després no serveixi per a res és la mateixa cosa que no haver après. Per aquesta causa, tot allò que heu après al llarg del desenvolupament de les activitats anteriors cal que tingui una utilitat, una operativitat perquè el temps que heu emprat no esdevingui un temps perdut.

Seguidament, intentareu resoldre les situacions següents, molt sovint quotidianes, amb allò que heu adquirit. També està distribuït per nivells que segueixen el mateix criteri que l'emprat per a la guia bibliogràfica.

Us aconsellem que els resoleu en el mateix ordre de la guia següent, atès que els primers són més senzills que els últims. També l'ordre d'importància és el mateix de la guia.

En resoldre aquestes situacions, és convenient que indiqueu al marge el concepte utilitzat per arribar a la solució. Una altra decisió assenyalada és no només indicar la solució, sinó tot el raonament seguit per arribar-hi.

Totes les situacions plantejades disposen de la seva solució en el full següent. Us aconsellem que no les mireu fins que tingueu la vostra pròpia solució, o bé fins que, realment, ja no sapigueu com tirar endavant.

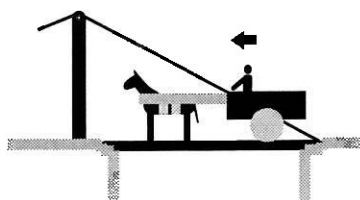
Si mireu la solució sense fer vosaltres cap esforç, llavors perdreu l'ocasió de desenvolupar la vostra intel·ligència i de millorar la vostra capacitat:

Nivell	Tema	Bàsics	Importants	Ajut	Llibre
A	Anàlisi de la realitat quotidiana	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15			Crèdit
B	Raonament	2, 8	33		PSSC, p. 275
	1.ª llei de Newton	12, 13, 16			PSSC, p. 276
	Pes, massa	25			PSSC, p. 277
	Moviment dins el camp gravitatori	2 14			PSSC, p. 309 PSSC, p. 310
C	1.ª llei de Newton	18, 22	23, 19		PSSC, p. 277
		27			PSSC, p. 278
	Addició forces	8, 10			PSSC, p. 308
	Fricció	31			PSSC, p. 278
	Camp gravitatori	4			PSSC, p. 309
	Força centrípeta	16, 17, 18	19		PSSC, p. 310

Situacions per resoldre

1. Penseu en una persona que arrenca un full d'un calendari penjat d'una paret, i en un cavallet de pintor que sosté un quadre. Un pintor hi recolza el seu pinzell.
 - a) Dibuixeu el diagrama de totes les forces exercides per i sobre el full del calendari.
 - b) Dibuixeu el diagrama de totes les forces exercides per i sobre el cavallet del pintor.
2. Dues persones tiben en sentits oposats d'una mateixa corda. La persona situada a la dreta arrossega la situada a l'esquerra.
 - a) Dibuixeu el diagrama de totes les forces que ens permeten d'entendre i justificar allò que passa en aquest cas.
 - b) A quin extrem de la corda la tensió és més gran?
3. En el cas XI de la presentació d'aquesta unitat didàctica se us feien unes preguntes. Ara, després d'observar les experiències, estareu en millors condicions de respondre-les amb més seguretat, i inclusivament d'altres relacionades amb la mateixa situació.
 - a) Atès que cada animal té una massa de 800 kg, calculeu la força que han d'exercir sobre la corda entre els dos homes.
 - b) Dibuixeu el diagrama de totes les forces exercides per i sobre la corda en cada cas.
 - c) Que l'animal agiti ràpidament i de forma continuada les seves potes, modificarà la força que han d'exercir els dos homes?
 - d) La força que facin per mantenir-los penjats, però sense moure's, serà la mateixa que per aixecar-los a velocitat constant? I si els pugen amb una acceleració positiva? I amb una acceleració negativa? I si els baixen amb una velocitat uniforme? I si els baixen amb una acceleració negativa? I amb una acceleració positiva?
 - e) Calculeu la força que exerceix la corda, anomenada *tensió*, sobre els dos homes.
4. Mireu el cas VIII de la Presentació d'aquesta unitat didàctica. Seguidament, contesteu les qüestions següents:
 - a) Determineu la força que ha de fer cada arbre per subjectar l'home i l'hamaca. Podeu suposar que la massa de l'home és igual a 80 kg i la de l'hamaca igual a 10 kg.
 - b) Dibuixeu el diagrama de totes les forces exercides sobre l'hamaca.
 - c) Dibuixeu el diagrama de totes les forces exercides per l'hamaca.

5. Sense deixar l'anterior cas VIII, i atès que el malalt de la llitera té una massa de 70 kg i la llitera una massa de 5 kg:
 - a) Dibuixeu el diagrama de totes les forces exercides per i sobre la llitera, diferenciant-les clarament.
 - b) Calculeu la força que ha de fer cada home amb els seus braços per portar la llitera.
 - c) Si els homes que porten la llitera es paressin, haurien d'exercir amb els seus braços la mateixa força que mentre caminaven?
6. Ara us proposem resoldre el problema plantejat pel cas V de la Presentació d'aquesta unitat didàctica. Afegirem també algunes qüestions més.
 - a) Dibuixeu el diagrama de totes les forces exercides per i sobre cadascun dels pagesos que carreguen sacs, de tal manera que es diferenciïn molt bé les exercides per ells d'aquelles que s'exerceixen sobre ells.
 - b) En cada cas, què o qui subjecta els sacs de blat?
 - c) La situació representada, és coherent amb allò observat per vosaltres en la vida quotidiana i que heu mesurat al laboratori?
 - d) Resoleu el problema indicat allí mateix.
7. La figura adjunta mostra un carro creuant un pont llevadís. Podeu suposar que la massa del carro, més la de l'home, és igual a 400 kg, i que la del cavall és igual a 200 kg. Atès tot això, contesteu les preguntes següents:



- a) Dibuixeu el diagrama de totes les forces realitzades sobre el carro, diferenciant-les de les que ell mateix exerceix, que també haureu de dibuixar.
- b) Qui o què exerceix més força sobre les vares del carro, sobre el cavall o sobre el mateix carro?
- c) Enumereu totes les forces que intervenen per fer possible el moviment del carro.
- d) Diuen que si un pont està a punt de caure és millor creuar-lo molt ràpid. Fes un model que justifiqui, si és possible, aquesta afirmació. En quin cas minva d'aquesta manera el pes del cos que creua el pont?
- e) Calculeu la força que ha d'exercir el cavall per arrossegar el carro en els casos següents, tenint en compte en cadascun la possibilitat que existeixi o no fregament. El fregament podeu considerar-lo igual a 1/10 del pes total.
 - El carro es mou amb velocitat constant.
 - El carro accelera amb una acceleració igual a 1 m/s.
 - El carro accelera amb una acceleració igual a -1 m/s.
 - El carro arrenca des del repòs amb una acceleració igual a 1 m/s.

- f) Si canviéssim les rodes de fusta per uns pneumàtics moderns, influiria això en la força que ha de fer el cavall per arrossegar el carro?
- g) Si el pal o vara on s'enganxa el cavall, mantenint el mateix pes, fos el doble de llarg, influiria això en la força que ha de realitzar el cavall?

8. Mireu les dues figures del dibuix adjunt. El paquet tindrà uns 10 kg de massa i l'alçària des d'on cau és igual a dos metres.



Figura 1



Figura 2

- a) La força que necessita exercir la persona per parar el paquet és la mateixa que necessita fer per mantenir-lo enjòlit, o aturat?
- b) Si en lloc d'aturar-lo posant les dues mans als costats del paquet, ho hagués fet posant-les sota el paquet, quines diferències s'haurien observat en el fet d'aturar el paquet?
- c) Dibuixa el diagrama de totes les forces que s'exerceixen per i sobre el paquet en el moment de l'aturada, diferenciant clarament entre les produïdes *per* i les produïdes *sobre*.
- d) Quina força és la que atura el paquet que queia?
- e) Calculeu exactament la força que ha de fer la persona per recollir el paquet. Si per fer-ho no us queda més remei, inventeu-vos-en alguna dada, però sempre dins uns valors que puguin ésser reals.
- f) Dibuixa el diagrama de totes les forces exercides per i sobre la corda de la segona figura.
- g) Quina força o forces s'oposa(en) a la que realitza la persona que empeny el paquet pel forat en la figura 5?



Figura 3



Figura 4

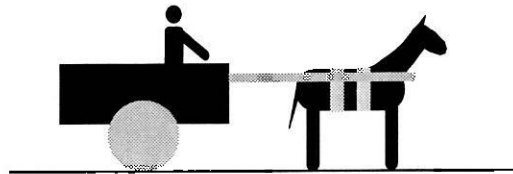


Figura 5

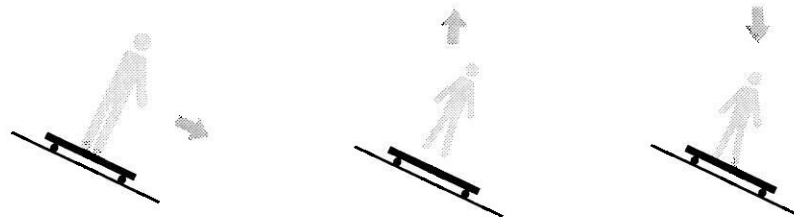
- h) En les figures 3 i 4 s'observen dues maneres de portar el paquet entre dues persones. Dibuixa el diagrama de forces exercides per i sobre el paquet en cada cas tenint en compte que a la figura 3 les dues es troben d'esquena, l'una al costat de l'altra amb el paquet entremig; mentre que a la figura 4 l'una es troba darrera l'altra amb el paquet a l'esquena de la de la dreta i davant de la de l'esquerra.

- i) Considereu la mateixa situació de l'apartat h. Quina de les dues persones ha de realitzar una força més petita?
- j) Calculeu les forces que hom realitza per i sobre el tronc a la figura 4, si la massa de cada persona és igual a 60 kg.

9. Dibuixa el diagrama de totes les forces exercides per i sobre el carretó de la figura següent.



10. Al dibuix adjunt hom veu una noia enlairar-se per sobre del monopatí i tornar-hi a caure. Expliqueu com és possible, cas que ho sigui, indicant les causes per afirmar que és o no és coherent amb allò que realment s'esdevé a la vida quotidiana. Si no esteu d'acord amb allò representat pel dibuixant, torneu a dibuixar, d'una manera esquemàtica, les figures, tal com hauria de ser segons el vostre criteri.



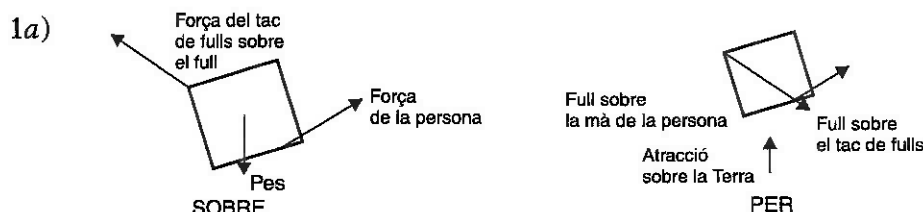
11. En el cas XV de la Presentació d'aquesta unitat didàctica veiem com una persona surt llençada del vehicle en què anava. Contesteu les següents preguntes sobre aquesta situació:

- a) És possible que això passi en la realitat tal com està dibuixat? Justifiqueu-ho.
- b) Relacioneu la velocitat de la persona que surt llençada amb la que portava ella mateixa i el vehicle abans del xoc.
- c) Mentre el vehicle es trasllada amb la persona dintre, quin tipus de moviment posseeix?
- d) Una vegada la persona ha sortit llençada del seu vehicle, quin tipus de moviment porta la persona?
- e) Dibuixa la gràfica posició/temps i la de velocitat/temps del vehicle durant el seu moviment. Indica les suposicions que us han calgut fer per a aconseguir-ho.
- f) Cas que la trajectòria de la persona en la figura 2 fos la correcta i es pogués menysprear el seu fregament amb l'aire, a quina velocitat cauria la persona sobre la neu?
- g) Quines dades necessitaríeu per poder calcular l'alçària màxima que assolix la persona en el seu salt, suposant que fos cert i coherent amb la realitat?

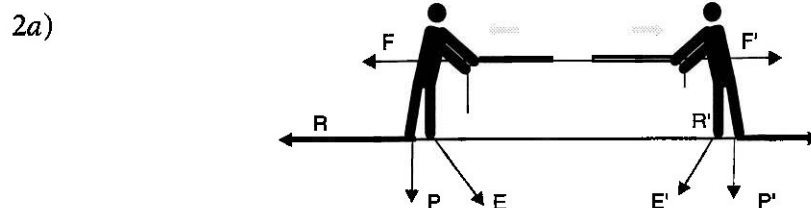
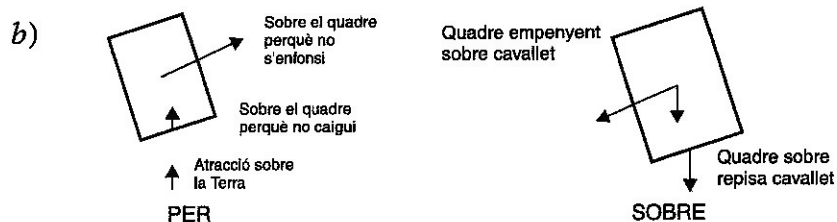
12. Fixeu-vos en la situació número XVII de la Presentació d'aquesta unitat didàctica. Després contesteu a les següents qüestions:
- La pedra que deixa anar l'ocell, segueix la trajectòria dibuixada a la figura 3? Aquesta trajectòria, és coherent amb la que realment seguiria?
 - Perquè la pedra seguís la trajectòria indicada al dibuix, on hauria d'ésser l'ocell en el moment de deixar-la anar?
13. Fixeu-vos en el cas XVIII de la Presentació d'aquesta unitat didàctica. Posat que un ocell cau del niu, dibuixeu la trajectòria de la seva caiguda fins la coberta de la barca segons la veié:
- Una persona que viatgés en la mateixa barca, si aquesta es troba quieta i immòbil.
 - Una altra persona que fos vora el riu veient passar la barca que hi navega, és a dir en moviment.
 - La persona que viatja a la barca, amb la barca en moviment.
14. Fixeu-vos en el cas XVI de la Presentació d'aquesta unitat didàctica s'ha recollit d'un acudit que sortí a *La Vanguardia* el 4 de maig de 1979. El dibuixant ens representa un fet físic, la caiguda d'un cos des d'un avió, segons els seus coneixements de Física i Química. Si tu fossis el seu professor o professora de Física i haguessis de puntuar-li aquesta assignatura en funció del dibuix i els coneixements que fa palès, quina nota li posaries? Per què?
15. Construïu un aparell, un mecanisme, o quelcom que us permeti determinar quan un cotxe accelera o frena, agafa una corba a la dreta o a l'esquerra, així com la magnitud aproximada del canvi produït en la velocitat del cotxe. Considereu que el cotxe no té cap finestra. És a dir, a dins no hi ha cap referència de l'exterior.

Solució a les situacions problemàtiques plantejades*

Els problemes els enunciats dels quals us plantegem en aquest crèdit són solucionats a continuació. Només se'n solucionen alguns que poden servir a tall d'exemple de com haurien d'ésser les altres solucions. (*Sobre* indica les forces aplicades al cos; *per*, les forces realitzades sobre d'altres objectes o cossos.)



* Els problemes del PSSC es troben resolts al final del segon volum del PSSC.



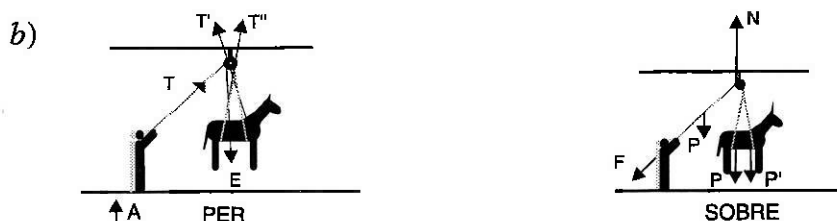
b) Als dos extrems existeix la mateixa tensió, com haureu pogut observar en realitzar l'experiència número... (si ara no te'n recordes de quina experiència és, pregunta-li al professor).

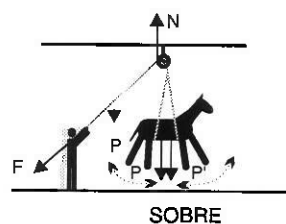
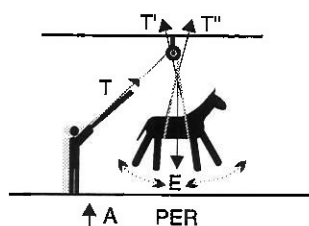
3a) Considerant que la corda i la xarxa tinguin una massa molt petita comparada amb la de l'animal, la força que hauran de fer entre els dos homes haurà d'ésser d'igual valor que el pes de l'animal. Per conèixer-la, cal calcular el pes de l'animal, P , és a dir, la força que la Terra exerceix sobre ell. La proporció entre massa i força d'atracció en la Terra, o constant de la gravetat, és aproximadament igual a $9,8 \text{ N/kg}$:

$$P = 800 \text{ kg} \times 9,8 \text{ N/kg} = 7.840 \text{ N}$$

Atès que cada home exerceixi la mateixa força, cadascun haurà de neutralitzar la meitat de la força total. Això serà veritat quan no es mogui l'animal. Cas que es mogui, patirà una petita variació, que malgrat no sigui calculable per vosaltres, sí que podreu indicar si és positiva o negativa, o variable, segons hagi estat la vostra observació al laboratori.

Per resoldre la qüestió anterior, hem suposat, a més a més, que la fricció de la corda amb la branca on penja és nul·la. En cas contrari, i suposant que estan enlairant els animals, caldria augmentar el valor de la força a realitzar en una quantitat igual a la força de fregament amb la branca de l'arbre.





c) Aquesta qüestió es pot respondre amb les observacions al laboratori. Consulteu els vostres quaderns de laboratori.

d) Hem de ser realistes i per això haureu de considerar el fregament. Segons això, per mantenir-los enjòlits, necessitem una força més petita que per pujar-los a velocitat constant.

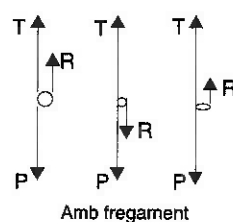
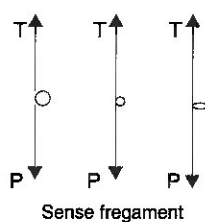
Aquesta força serà menor que per pujar-los amb acceleració. Si no considerem la fricció o bé no existís, en els dos primers casos necessitaríem la mateixa força.

Si l'acceleració és negativa, la força és menor que per a mantenir-los enjòlit, ja que si es frena és perquè la Terra exerceix més força que els homes, i per això desaccelera.

Cas que baixés a velocitat uniforme, atès el fregament, els homes hauran de realitzar una força més petita que quan estan enjòlits. Si no hi ha fregament, la força serà la mateixa, ja que el fregament ja no els ajuda a mantenir els animals sense accelerar.

Si baixa tot accelerant-se positivament, és a dir, accelerant cap a dalt, és que els homes van frenant la caiguda de cada animal, i, per tant, han de fer una força superior a la del propi pes de l'animal.

Si l'acceleració és negativa, és a dir, cap a baix, és ara la Terra la que atrau amb més força els animals, i els homes han de fer una força inferior, inclusivament que baixant a velocitat uniforme.



Immòbil

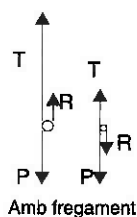
$a > 0$

$a < 0$

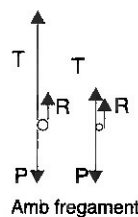
Enjòlit

Pujant

Baixant



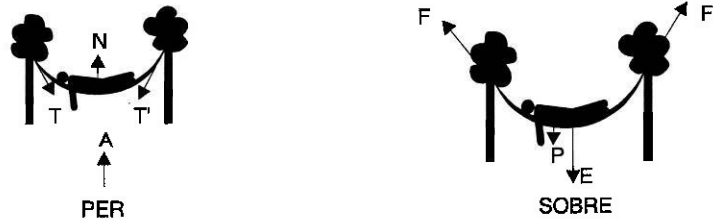
Pujant



Baixant

c) La tensió és sempre igual a la resultant de les forces exercides pels agents exteriors per un extrem o per l'altre.
Això ho heu pogut observar durant la realització d'una experiència. Indiqueu quina.

4. Primer és millor contestar l'apartat b):

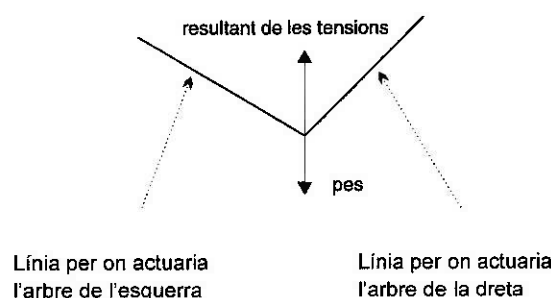


T i T': hamaca sobre arbres; N: hamaca sobre home per subjectar-lo; A: atracció de l'hamaca sobre la Terra; F i F': arbres sobre hamaca; P: Terra sobre hamaca (pes); E: home sobre hamaca.

a) Suposem que ja teniu les forces exercides per cada arbre, aleshores, per trobar la resultant OC, hauríeu de construir unes paral·leles a cada força per l'extrem de l'altra força. El punt de tall d'aquestes dues paral·leles seria la punta de la força resultant cercada.

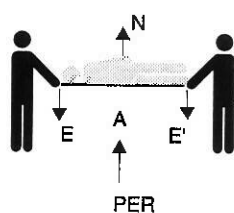
Ara farem aquí precisament el procés invers. Tenim la resultant, per tant, sabem on s'han de tallar les dues paral·leles, que, a més a més, han de passar totes dues per aquest punt.

Doncs bé, la solució, és a dir, les dues forces que donen com a resultant l'anterior, les trobarem fent una paral·lela en cada direcció per on han d'actuar les forces dels arbres.

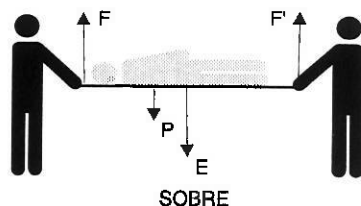


El punt B o D on es tallin les paral·leles fetes a la línia d'actuació, OP o EC, serà l'extrem de la força cercada. Per trobar els newtons de cadascuna, es mesura la seva longitud i es multiplica per la relació de l'escala.

5a)



N: llitera sobre malalt; E i E': llitera sobre homes; A: llitera sobre Terra.



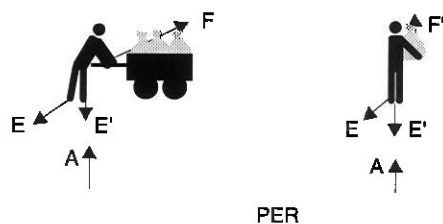
E: malalt sobre llitera; F i F': llitera sobre homes; P: Terra sobre llitera.

b) Les dues forces dels homes són paral·leles al pes del malalt, però en sentit contrari. Aquesta situació l'heu estudiada a una de les experiències realitzades. Indiqueu quina. Com allà es va veure, la força de cada home dependrà d'on suposeu que està col·locat el malalt. Si està al mig de la llitera, llavors els dos homes, cadascun d'ells, hauran de fer la mateixa força. És a dir, cadascun haurà d'exercir la meitat de la força pes del malalt i el pes de la llitera junts.

$$P = (70 + 5) \text{ kg} \times 9,8 \text{ N/kg} = 735 \text{ N} / 1 \text{ kg}$$

Cada home = $735/2$; és a dir, cada home = $367,5 \text{ N}$.

6a)



F: home sobre carretó per fer-lo avançar i subjectar-lo; A: atracció sobre la Terra; E i E': home sobre el terra; F': home sobre sac per subjectar-lo.



N i N': el terra sobre l'home; P: la Terra sobre l'home (pes); R: carretó sobre l'home; M: sac sobre l'home.

b) Exactament la mateixa, atès que, malgrat s'aturin, el pes no canvia. I l'única força que exerceixen els seus braços és neutralitzar la força d'atracció de la Terra, el pes del malalt.

c) En el cas de l'home de l'esquerra, qui subjecta el sac és ell mateix. En el cas de l'home que empeny el carro, és el terra qui aguanta amb la seva força de reacció el carro i tots els sacs. L'home que empeny, únicament venç la força de fricció, no pas el pes del conjunt. Això ho heu pogut observar vosaltres molt sovint a la vostra vida diària o al laboratori en realitzar una de les experiències. Indiqueu quina.

d) Sí que ho és, com ja hem dit a l'apartat anterior. L'home que només porta un sac es cansa, mentre el que en porta molts, a més d'un carro, no es cansa tant, ja que no es pas ell qui els aguanta, sinó el terra.

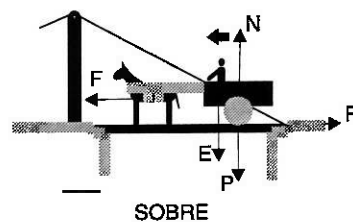
e) L'home que el porta a coll ha de fer una força de 400 N. L'home del carro solament ha de vèncer el fregament, que diuen que és 1/10 del pes total. Aleshores, caldrà calcular el pes total:

$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= P_{\text{carro}} + P_{\text{sacs}}; \\ P_{\text{total}} &= 3.600 \text{ N} \\ R &= 360 \text{ N} \end{aligned}$$

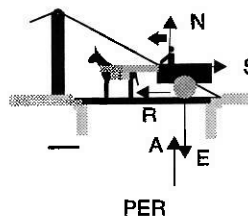
$$\begin{aligned} P_{\text{total}} &= 800 + 400 \times 7; \\ \text{Fregament, } R &= 3.600/10; \end{aligned}$$

El fregament, R, és inferior al pes d'un sac.

7a)



F: cavall sobre carro; R: fregament del terra sobre rodes; E: home sobre carro; N: pont sobre carro per subjectar-lo; P: la Terra sobre el carro (pes del carro).



N: carro sobre home per subjectar-lo; S: carro sobre cavall.

b) Tots fan la mateixa, com heu pogut comprovar en una de les experiències realitzades. Indiqueu quina.

c) La del cavall i la del fregament entre el terra i la roda. També es podria afegir la del fregament entre les potes del cavall i el terra, però aquestes ja no es farien sobre el carro, sinó sobre el cavall.

d) Els models poden ser variats, però l'únic que no seria vàlid és dir que el pes varia, ja que aquest és l'atracció de la Terra sobre l'objecte que travessa el pont, i aquest només pot dependre de la massa —invariable— i de la distància entre aquest objecte i la Terra, també invariable mentre estigui en el mateix pont.

e) Si no existís fregament, no s'exerciria cap força, ja que el cavall patiria en no poder fixar les seves potes sobre cap superfície. A més a més, el carro no es mouria per absència de forces exteriors. Si es moguéssin, les rodes no girarien, sinó que relliscarien. En el cas real que existeixi fregament, per calcular les forces que se'ns demanen primer hem de conèixer el valor d'aquest fregament:

$$\begin{array}{ll} \text{Massa} = 400 \text{ kg} & P = -3.920 \text{ N} \\ R = 3.920 / 10 & R = -392 \text{ N} \end{array}$$

El signe - indica que el pes es dirigeix cap a baix. Si es mou amb velocitat constant, vol dir que la resultant de totes les forces que el fan moure, és a dir, la del cavall i el propi fregament, és zero. És a dir, totes dues tenen el mateix valor però són oposades o de sentits contraris. Per tant:

$$F = 392 \text{ N}$$

Si accelera, és que la resultant de totes les forces que s'exerceixen sobre el carro no és nul·la. El seu valor el podreu calcular mitjançant la segona llei de Newton:

$$\begin{array}{l} F_{\text{resultant}} = \text{massa} \times \text{acceleració;} \\ F_r = m \times a \end{array}$$

Això ho heu pogut observar en una de les experiències realitzades. Indiqueu quina. Així, doncs:

$$\begin{array}{l} m \times a = F + R; F = m \times a - R; \\ F = 392 + 400; F = 792 \text{ N} \end{array}$$

En el cas de frenar, ens trobem en la mateixa situació anterior:

$$\begin{array}{l} m \times a = F + R; F = m \times a + R; \\ F = 400 \times (-1) + 392; F = -8 \text{ N} \end{array}$$

És a dir, que el cavall haurà de frenar amb les seves potes, atès que la força és negativa.

Si el carro arrenca amb una força que li fa adquirir una acceleració de 1 m/s^2 , ens trobem en una situació semblant a les dues anteriors. La diferència rau en que el fregament serà més gran que 392 N, com ja heu vist a una de les experiències realitzades (indiqueu quina), on l'esforç per iniciar el moviment era més gran que el necessari per mantenir-lo en moviment. Per aquesta causa, la força haurà de ser més gran que els 792 N calculats anteriorment.

f) Sí que influiria, atès que el fregament variaria en haver canviat una de les dues superfícies que estan en contacte. Això ho podreu observar qualitativament en molts casos de la vida diària i comprovar-ho vosaltres al laboratori en possibles experiències.

g) No, perquè la tracció es realitza segons la línia del mateix pal o vara. Si la força formés un angle amb el pal, llavors sí que influiria.

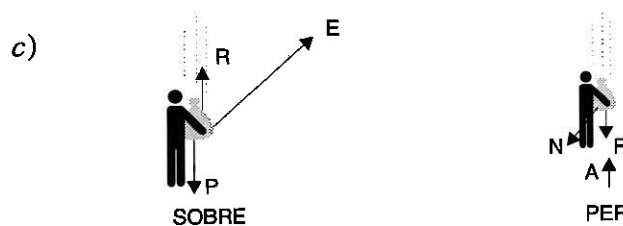
8a) No, és més gran. Per mantenir-lo enjòlit ha de vèncer el pes, i, a més a més, ha de fer una força extra per frenar-lo:

$$m \times a = P + R + F$$

F és zero, ja que no es realitza cap força cap a dalt o cap a baix, és a dir, en la mateixa direcció del pes.

Això no significa que la persona no faci cap força. Sí que en fa, i molta més, ja que la força horitzontal que faci ha de provocar un fregament tal que aguant i freni el paquet.

b) Que necessitaria fer una força menor, ja que en el cas anterior i en altres problemes hem vist que el fregament mai és igual, sinó inferior a la força que el produeix. Per això, si la força es realitza perpendicularment al terra, paral·lela a la força pes, serà «més efectiva», ja que serà ella mateixa i no el fregament la que aconseguixi frenar i subjectar el paquet.



E: força lateral de l'home sobre el sac; N: força lateral del sac sobre l'home; R: fregament de la mà de l'home sobre el sac; R: fregament del sac sobre la mà de l'home; P: atracció de la Terra (pes); A: atracció del sac sobre la Terra

d) Ja està dit: el fregament entre les mans i el paquet.

e) Primerament, haurem de calcular dues coses: el pes del paquet i la velocitat que porta en tocar les mans de la persona.

Pes:

$$10 \text{ kg} \times 9,8 \text{ N/kg} = 98 \text{ N}$$

Atès que el pes és cap a baix, serà $P = -98 \text{ N}$; Com que cau des de dos metres d'alçària, la velocitat serà:

$$2 \text{ m} = 0 \text{ t} - 9,8 \text{ t}^2/2$$

Ja que la velocitat amb la que comença a caure suposem que és igual a zero. Amb això, el temps de caiguda ens dóna igual a 0'6 s. Aleshores, la velocitat serà:

$$v = 0 - 9,8 \text{ m/s}^2 \times 0,6^2 \text{ s}^2; v = -5,88 \text{ m/s}.$$

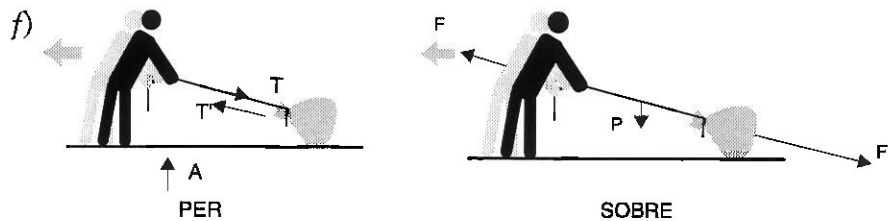
Un cop trobats els valors de les dues magnituds, hem d'inventar-nos el valor del temps en què frena el paquet i la relació entre la força realitzada en el contacte entre les superfícies i la força de fregament obtinguda (és a dir, allò que s'anomena el *coeficient de fregament*). Direm que un temps prudencial de frenada serà 0'05 s i que el coeficient de fregament serà igual a 2/10 de la força que realitzi la persona.

Frenar el paquet significa que s'ha d'aturar, és a dir, passar de la velocitat de -5'88 m/s a 0 m/s en 0'05 s.

$$0 = -5,88 \text{ m/s} + a \times 0,05 \text{ s}; \quad a = 117,6 \text{ m/s}^2$$

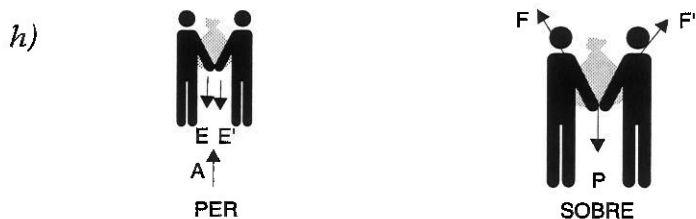
Segons el que hem vist a l'apartat *a* anterior,

$$\begin{aligned} R &= m \times a - P \\ R &= F \times 2/10 \\ F \times 2/10 &= m \times a - P \\ F &= (10 \text{ kg} \times 117,6 \text{ m/s}^2 + 98) \times 10/2; F = 1.274 \text{ N} \end{aligned}$$



T: corda sobre les mans dels homes; T': corda sobre el sac; A: atracció corda sobre la Terra; F: mans dels homes sobre la corda, F': sac sobre la corda; P: la Terra sobre la corda (pes).

g) El fregament del paquet amb les parets del forat.

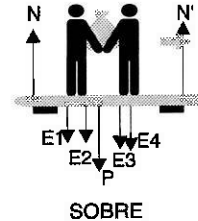
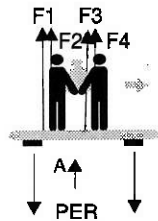


E i E': sac sobre les mans dels homes; F i F': mans dels homes sobre el sac; A: atracció del sac sobre la Terra; P: atracció de la Terra sobre el sac (pes).



E i E': sac sobre les mans dels homes; F i F': mans dels homes sobre el sac; A: atracció del sac sobre la Terra; P: atracció de la Terra sobre el sac (pes).

- i) La força és la mateixa. L'única diferència rau en que sigui més o menys còmode fer-la, segons sigui la postura de la persona. És la mateixa ja que el pes a subjectar és el mateix en els dos casos i la direcció de les forces no s'aprecia que sigui molt diferent d'un cas a l'altre.
- j) Sobre el tronc. Primer parlarem de fer el diagrama de forces, malgrat no el demanin, atès que si no el problema no és gens fàcil de resoldre.



Es realitzen les forces següents:

- La de la Terra, és a dir, el seu propi pes: P.
- Les que realitzen les dues persones sobre el tronc, que són iguals en valor numèric al pes de cada persona més, diguem-ne, la meitat del pes del paquet: E1, E2, E3, E4.
- La reacció normal del terreny sobre cada extrem del tronc, N i N', podem suposar que és igual si les dues persones es troben en la meitat del tronc. Si no fos així, podreu assabentar-vos que aquestes forces no són iguals i varien segons la posició del cos sostingut, mitjançant una de les experiències. Indiqueu quina.

Passem a calcular els seus valors:

$$\begin{aligned}\text{Pes de la persona: } P_p &= 50 \times (-9,8 \text{ N/kg}); P_p = -490 \text{ N} \\ \text{Pes del paquet: } P_q &= 10 \times (-9,8 \text{ N/kg}); P_q = -98 \text{ N} \\ \text{Pes del tronc: } P_t &= M \times (-9,8 \text{ N/kg}); P_t = -9,8 M \text{ N}\end{aligned}$$

Les forces que el terreny realitza sobre el tronc són les corresponents reaccions a totes les forces del tronc sobre el terreny, N i N', que seran les anteriors sumades i dividides per dos, és a dir:

$$-(-490 - 98 - 9,8 M) / 2 \text{ N}$$

a cada extrem. El signe menys davant el parèntesi s'explica per què la reacció sempre és de signe contrari en ser oposada a la força realitzada.

Les forces exercides pel tronc en part ja estan calculades.

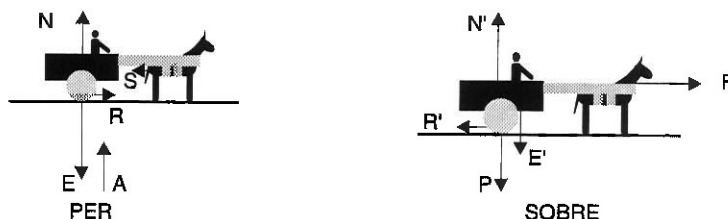
Les exercides sobre cada vora, N i N' són:

$$(490 + 98 + 9,8 M) / 2 \text{ N}$$

a cada extrem. Les exercides sobre cada persona, F1, F2, F3 i F4, són $490 + 98/2 \text{ N}$ a cada extrem. Encara queda una altra no calculada: aquella que el mateix tronc

exerceix sobre la Terra. Cal recordar que la Terra atrau al tronc i que la reacció és la força amb la que el tronc atrau la Terra, que és del mateix valor que el seu propi pes, però de sentit contrari, és a dir, 9,8 M N.

9.



E: carro sobre el terra; S: carro sobre el cavall; A: atracció sobre la Terra; N: carro sobre l'home per subjectar-lo; R: fregament sobre el terra; N: terra per subjectar el carro; R: fregament del terra sobre la roda; A: atracció de la Terra (pes); F: cavall per arrossegar-lo; E: l'home sobre el carro.

10. El que ha dibuixat l'artista és correcte, atès que la inèrcia és l'explicació de fenòmens com l'indicat, on els cossos que han d'abandonar el lloc on anaven a una certa velocitat, fins que no els freni ningú, seguiran amb la mateixa velocitat. Això és el que li passa al personatge, si suposem que el fregament amb l'aire no és suficient com per a observar una disminució de velocitat durant el curt espai de temps que roman en l'aire, i que el monopatí tampoc s'ha pogut accelerar massa en el seu descens pel pendent, mentre el seu antic ocupant està en l'aire. Donades aquestes suposicions, podem dir que com que van a la mateixa velocitat, en caure sobre el monopatí, la persona segueix amb la mateixa velocitat que quan saltà cap a dalt.

Si suposem que el monopatí s'ha pogut accelerar suficientment mentre la persona està en l'aire, significaria que el monopatí s'avançaria a la persona, que ja no tornaria al monopatí, sinó que cauria a terra, ja que el monopatí hauria recorregut més tros que ella.

- 11a) No exactament com està dibuixat, ja que en realitat, l'ocupant s'aniria cap endavant per la propietat observada en la matèria anomenada inèrcia. Però, no s'enlairaria com indica el dibuixant, tret que es donés la coincidència que les forces resultants en el xoc l'acceleressin en aquesta direcció i sentit.

b) Si no hi ha fregament, ni forces que modifiquin la seva velocitat en el moment del xoc, seguirà amb la mateixa velocitat que ja portava; ara bé, tot xoc implica l'actuació d'una o més forces de frenada, però sobre el vehicle, que per la seva banda frenarà al seu ocupant mitjançant les forces realitzades sobre ella pels pocs o molts punts de contacte entre el vehicle i el cos de l'ocupant. Per això, resumint, la velocitat de l'ocupant després del xoc serà més petita que la d'abans del xoc.

c) Depèn. Si suposem que hi ha un xic de fregament entre el terra i les rodes del vehicle i que el motor efectua una força igual per a contrarestar-ho, es mourà amb moviment rectilini uniforme. Si no és així, depèn de quina de les dues forces és la més gran. Si fos la de fricció, tindríem un moviment rectilini uniformement desaccelerat. Si

fos la del motor, s'esdevindria un moviment rectilini uniformement accelerat.

d) Tal com està dibuixat, primerament va amb moviment uniformement desaccelerat, a causa de la gravetat que el frena mentre puja en la seva paràbola. Després accelera uniformement per la mateixa raó mentre



baixa. Veurem més endavant que aquest tipus de moviment s'anomena *parabòlic*. Si fos real, hauria de portar en realitat un moviment rectilini uniformement desaccelerat, ja que no sortiria del vehicle.

e) Prenent com a punt de referència un punt que es trobi a l'esquerra de la primera figura, obtenim el gràfic de l'esquerra.

Les suposicions que hem realitzat són les següents:

- Velocitat uniforme abans de xocar.
- Acceleració de frenada constant en el moment del xoc.
- Velocitat final igual a zero.

f) Amb la mateixa amb que ha sortit del vehicle, però amb «sentit oposat».

g) Velocitat de sortida, acceleració de la gravetat en el lloc de l'accident, angle de sortida amb el terra, que es suposa horitzontal.

12a) Sí, ja que continuaria anant amb la mateixa velocitat que portava quan l'ocell volava amb ella. A més a més, la gravetat l'accelera cada cop més cap avall, per la qual causa descriu una paràbola en caure. En realitat, la pedra, encara que sembli en la figura que segueix una línia recta obliqua, no va en línia recta, sinó que la seva trajectòria es va plegant cap avall cada cop més. En el dibuix no es nota perquè encara no ha recorregut el suficient espai perquè l'acció de la gravetat es noti.

b) Just a la part esquerra de la figura, on s'ajunten les dues trajectòries, la de la pedra i la de l'ocell.

13a i c) Seria la trajectòria indicada a la figura A següent.

b) Seria la trajectòria indicada a la figura B següent.

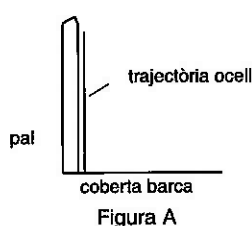


Figura A

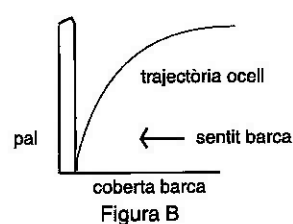
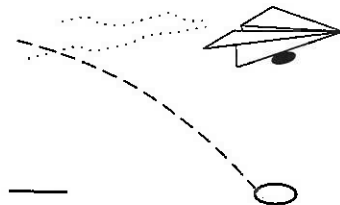


Figura B

14. El suspèndria, atès que no té gens clara la primera llei de Newton, que ens parla de la propietat de la inèrcia que tenen tots els cossos. La bomba cauria com es representa a continuació.



En aquest esquema veiem que la bomba es manté en la vertical de l'avió. Perquè pugui passar això hem suposat que la fricció amb l'aire és menyspreable, i que l'avió va a velocitat constant. Si la fricció amb l'aire no és negligible, es retardaria una mica respecte a l'avió.

15. Hi ha moltes solucions possibles. Una és penjar en el sostre del compartiment un fil amb quelcom pesant —un clauer, una sabata—. A causa de la inèrcia, aquest objecte tendirà a seguir amb la mateixa velocitat (direcció, sentit i valor numèric) amb la que el cotxe es movia abans de fer el canvi de velocitat. Si frena el cotxe, l'objecte anirà cap endavant. Si accelera el cotxe, l'objecte anirà cap endarrera. Si gira el cotxe cap a la dreta, l'objecte anirà cap a l'esquerra... És a dir, sempre al contrari d'allò que faci el cotxe. L'angle de la desviació ens permetrà calcular el valor de l'acceleració del cotxe.

També un got mig ple d'aigua podria servir. L'únic problema consistiria en trobar un got d'aigua en un cotxe.

Debat sobre les forces*

Per a aquesta activitat, formareu grups de 6 persones i discutireu les qüestions següents referides a les forces i les seves propietats. En acabar l'activitat, cadascun haurà de lliurar al professor un resum de tot allò tractat al grup.

Potser el professor us indiqui que cada grup haurà d'informar a la resta de la classe, en un resum molt breu, de les seves conclusions. Per tant, haureu d'anomenar una persona que faci de secretari.

Aquesta persona serà la que intervindrà en la posada en comú per comunicar les idees del grup.

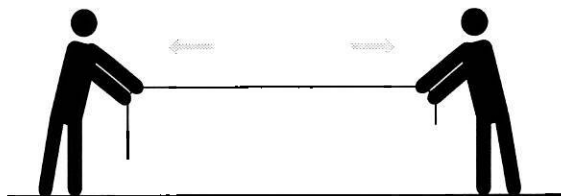
1. Relacioneu en el vostre quadern d'apunts cada situació de la introducció amb cada mesura o cas de les pràctiques tot indicant-hi la possible coincidència o divergència. Podeu seguir la pauta següent:

<i>Cas</i>	<i>Mesura o figures de les pràctiques</i>
II	
IV	
V	
VI	
— Pujant	
— Frenant	
— Aturada	
VIII	
— Arbres	
— Llitera amb homes aturats	
— Llitera amb homes caminant	
— Llitera amb el malalt dret al mig	
— Llitera amb el malalt dret al costat	
— Llitera amb el malalt estirat al mig	
IX	
X	
— Pujant	
— Baixant	
XI	
XII	
XIII	
XIV	
XV	
XVI	

* Us trobareu que s'esmenten experiències no incloses en aquest treball. Si interessés realitzar-les, es pot demanar el protocol a l'IICE o a l'autor.

2. Indiqueu si la vostra idea prèvia (el vostre pre-concepte) en complimentar cada cas de la introducció és coherent amb l'observació i mesura realitzades a la pràctica.
En cas de no ser iguals, aventureu una possible explicació. Podeu seguir la mateixa pauta de l'apartat anterior.
3. Indiqueu un cas quotidià semblant al proposat a cada cas de la introducció i feu una predicció d'allò que podria esdevenir. Podeu seguir la mateixa pauta de l'apartat anterior.
4. Quins efectes heu observat que provoca l'acció d'una força sobre els carrets de les figures 1, 2, 3 i 4 de l'experiència 1?
5. Compareu els resultats obtinguts amb els tres contrapesos a les figures 1 i 2 de l'experiència 1.
Què influeix en el temps que el contrapès triga en arribar al terra?
Què fa avançar el carret?
6. Construïu una gràfica força/acceleració per les masses emprades.
7. Calculeu el pendent de la línia obtinguda a la gràfica anterior.
8. Compareu els valors d'aquest pendent amb el valor de la massa total del carret.
9. Trobeu l'equació de la línia obtinguda a la gràfica anterior.
10. Compareu els resultats obtinguts en les figures 3 i 4 de l'experiència 1, on hi actuen dues forces, amb els obtinguts a les figures 1 i 2 amb el contrapès 3 sol.
En afegir el tercer contrapès, què esdevé?
El que heu observat, era esperable?
11. Compareu el comportament dels tres contrapesos a les figures 3 i 4 de l'experiència 1, amb el comportament dels tres contrapesos a la figura 5.
Esbrineu les causes del diferent comportament.
12. Els dos dinamòmetres de la figura 2 de l'experiència 2 sostenen el tac.
Penseu que entre els dos fan una força igual al pes del tac?
Indiqueu les raons que tingueu.
Sumeu les mesures X i Y dels dinamòmetres a la figura 2 de l'experiència 2. Suma =
Aquesta suma serà igual al pes del tac? Per què?
13. El dinamòmetre de la figura 1 de l'experiència 2 sosté el tac. Penseu que aquest dinamòmetre sosté el tac? Indiqueu les raons que tingueu.
La mesura Z del dinamòmetre de la figura 1 de l'experiència 2 és igual al pes del tac?
14. Compareu la mesura Z del dinamòmetre de la figura 1 de l'experiència 2 amb la suma de les mesures X i Y dels dinamòmetres de la figura 2.
És lògic el resultat? Per què?
Intenteu una possible explicació.
15. Compareu els resultats obtinguts a la figura 5 de l'experiència 1, a la figura 2 de l'experiència 2 i a l'experiència 5.
Hi ha res en comú?
Els resultats obtinguts, eren esperables?
Quin comportament de les forces se'n pot deduir?
16. Indiqueu el pes del vostre tac.
Amb quin aparell l'heu mesurat?
Quines unitats en resulten?

17. Heu sentit la paraula *massa*?
 Què vol dir?
 La massa varia en alguna circumstància? Si hi hagués variació, en quines?
 Podria utilitzar-se per donar informació sobre quelcom característic d'un cos que l'identifiqués i el diferenciés d'altres cossos?
18. Heu sentit la paraula *pes*?
 Què vol dir?
 El pes varia en alguna circumstància? Si hi hagués variació, en quines?
 Podria utilitzar-se per donar informació sobre quelcom característic d'un cos que l'identifiqués i el diferenciés d'altres cossos?
19. Compareu les mesures M de la balança i Z del dinamòmetre a la figura 2 de l'experiència 2.
 Què indiquen cadascuna?
 Troba la relació existent entre totes dues.
20. Compareu la mesura R del dinamòmetre a la figura 3 de l'experiència 2 amb la mesura Z del dinamòmetre a la figura 1 de l'experiència 2.
 És lògic allò observat?
 Què o qui sosté el pes del tac?
 Indiqueu una possible solució.
21. Compareu la mesura Z de la figura 1 de l'experiència 2 amb la mesura del dinamòmetre de la figura 4 de la mateixa experiència amb el tac:
- immòbil,
 - pujant a velocitat constant,
 - baixant a velocitat constant,
 - pujant a sotregades.
- Quina funció pot tenir emprar una politja?
22. Compareu les mesures dels dinamòmetres de la figura 5 de l'experiència 2.
 Compareu el resultat amb el fet que la nena situada a l'esquerra del dibuix pugui arrossegar amb un dit una professora calçada amb patins situada a la dreta del dibuix.



- Llavors, on rau el *quid* de la qüestió?
23. Troba l'equació de la gràfica longitud/masses penjades de la figura 1 de l'experiència 3.
 Indica la llei empírica que se'n dedueix.
24. A l'experiència 3, compara el pes del volum augmentat del líquid amb la diferència de pes dels metalls fora i dins del líquid.

Per què és diferent el pes dins i fora del líquid?

25. A l'experiència 3, compara el pes dins de cada líquid d'una mateixa peça de metall.
26. A l'experiència 3, troba el pendent de la gràfica volum/massa per al plom i per a l'alumini.
Compara l'una amb l'altra.
27. A l'experiència 4, efectua el producte de la mesura d'un dinamòmetre i la distància del tac a aquest dinamòmetre. Col·loca els resultats en dues columnes d'una mateixa taula.
Compara els valors situats l'un al costat de l'altre.
28. A l'experiència 4, suma les mesures de tots els dinamòmetres per a cada posició del tac. Compara cada resultat amb el pes Z del tac mesurat a la figura 1 de l'experiència 2.
29. Compara les mesures dels dinamòmetres a la figura 6 de l'experiència 2 i de la figura 1 de l'experiència 4.
Què s'en dedueix?
30. Compara les mesures dels dinamòmetres a la figura 7 de l'experiència 2 i a la figura 6 de l'experiència 4.
31. Compareu les mesures de la figura 1 de l'experiència 4 i la figura 2 de l'experiència 6 amb les mesures de la figura 7 de l'experiència 2 i la figura 6 de l'experiència 4.
32. A l'experiència 5, compara la diagonal construïda entre les mesures de dos dels dinamòmetres i la mesura del tercer dinamòmetre.
Són en la mateixa línia?
Són igual de llargues?
33. A l'experiència 5, atès que l'anella del mig no es movia, es podria afirmar que la diagonal construïda entre les mesures de dos dels dinamòmetres neutralitza la força del tercer dinamòmetre?
34. A l'experiència 6, amb quina velocitat es movien les claus mentre eren a la ma del corredor?
En llençar-les, a quina velocitat es movien?
En llençar-les, quina línia dibuixaven mentre queien?
Queien les claus sobre la línia de guix dibuixada al terra?
Què se'n pot dir del moviment de les claus?
35. A l'experiència 6, per què el cilindre de metall col·locat damunt el carret es quedava enrera i no seguia al carret en el seu moviment?
36. Féu un resum de totes les propietats de les forces que heu pogut observar durant totes aquestes experiències.
37. Indiqueu el resultat d'aquesta suma de forces. Us adverteixo que totes les parelles d'una mateixa columna donen resultats iguals, i que cada columna dona resultats diferents:

$$\begin{array}{lll} 2N + 2N = \dots\dots & 2N + 2N = \dots\dots & 2N + 2N = \dots\dots \\ 3N + 4N = \dots\dots & 3N + 4N = \dots\dots & 3N + 4N = \dots\dots \\ 3N + 5N = \dots\dots & 3N + 5N = \dots\dots & 3N + 5N = \dots\dots \end{array}$$

38. Penses que un fantasma o un esperit pot fer força? Estaries d'acord en assegurar que només els cossos físics són capaços d'exercir una força?
Proposa diversos exemples de les teves afirmacions.

39. Quin efecte produeix aplicar una força sobre un cos?
40. Què li passa a un cos sobre el qual no s'exerceix cap força?
41. Indiqueu l'efecte del pes sobre els cossos.
És possible que hagi dit que fer-los caure a terra. Correcte.
Ara seus damunt una cadira. Tens pes?
Llavors, per què no caus a terra?
42. Indica les forces que intervenen en el fet d'avançar un pas.
43. Indica què o qui fa avançar un cotxe.
44. Aplica la teva resposta anterior per explicar la causa que un cotxe no pugui sortir d'un terreny fangós i que hi rellisqui.
45. Indica què o qui fa girar un cotxe en una corba.
Aplica la teva resposta anterior per explicar la causa que un cotxe surti de la carretera en una corba amb gel o oli.
46. En girar un autobús que va ràpid en una corba tancada, els passatgers de dins es mouen en una direcció. Indica quina és mitjançant un dibuix.
47. Indica la causa d'aquest moviment.
48. Què o qui els empenya per fer allò que fan?
49. Dibuixa un passatger i allò que el fa moure's a la corba.
50. En picar damunt una taula amb el palmell de la ma amb totes les teves forces, sents mal. Indica què o qui t'ho ha fet.
51. Dibuixa la teva ma i allò que li fa mal.

Mapa conceptual

Aquesta activitat servirà perquè t'adonis de com es troben els teus conceptes lligats al teu cap després d'haver realitzat totes les activitats anteriors amb les quals potser hagi canviat algunes de les idees prèvies que tenies en començar aquesta Unitat Didàctica.

Recorda que:

- primerament, cal elaborar una llista de totes les paraules que es refereixen a conceptes que has tractat en aquest temps de treball,
- seguidament, cal ordenar totes aquestes paraules, col·locant en primer lloc les que siguin més inclusives, és a dir, aquelles que creguis que es relacionen amb un nombre més gran de les altres paraules de la llista,
- per últim, cal confeccionar el mapa conceptual, indicant les relacions, els connectors entre cada dues d'aquestes paraules.

Autoavaluació dels conceptes

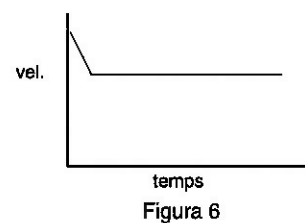
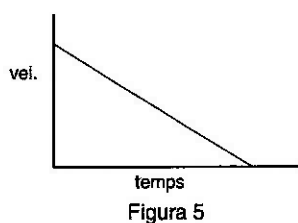
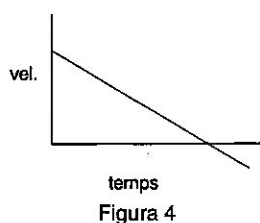
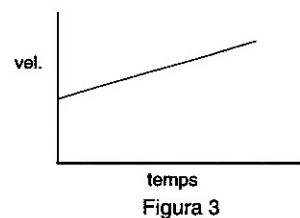
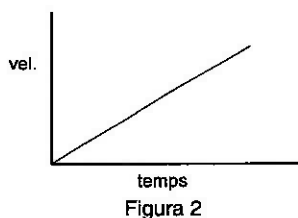
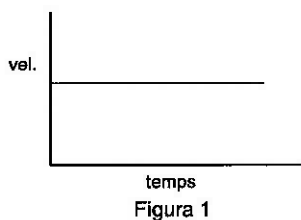
Aquesta activitat individual et servirà, d'una banda, per consolidar els teus coneixements, i per l'altra per diagnosticar el teu domini i comprensió d'aquests coneixements.

1. Sobre un cos s'exerceix una única força constant, per la qual cosa es podria dir, si la representació gràfica del seu moviment fos la de la figura:

- A) *número 1*: que aquesta força és nul·la,
- B) *número 1*: que aquesta força manté el cos a velocitat constant, com era d'esperar,
- C) *número 3*: que aquesta força va accelerant el cos, que inicialment es trobava en repòs,
- D) *número 3*: que aquesta força va accelerant el cos, que inicialment no es trobava en repòs, sinó que ja portava una velocitat constant.

2. Sobre un cos s'exerceix una única força constant, per la qual cosa es podria dir, si la representació gràfica del seu moviment fos la de la figura:

- A) *número 5*: que aquesta força va frenant el cos fins aturar-lo, i que aquest cos no es trobava inicialment en repòs, sinó que portava una velocitat constant,
- B) *número 5*: que aquesta força va frenant el cos fins aturar-lo i fer-lo anar en sentit oposat,
- C) *número 6*: que aquesta força va frenant el cos fins aturar-lo, i que inicialment aquest cos no es trobava en repòs, sinó que ja portava una velocitat constant,
- D) *número 6*: que aquesta força va frenant el cos fins aturar-lo i fer-lo anar en sentit oposat.



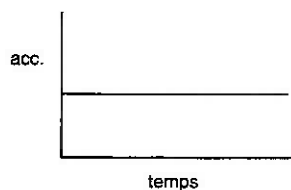


Figura 7

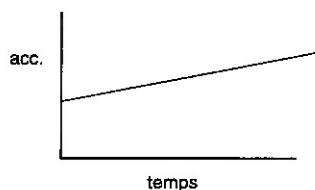


Figura 8

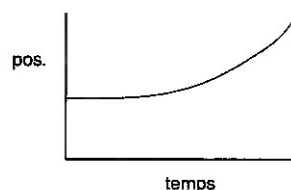


Figura 9

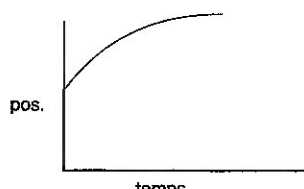


Figura 10

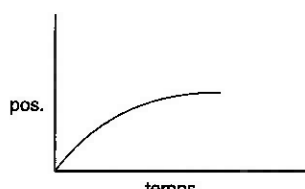


Figura 11

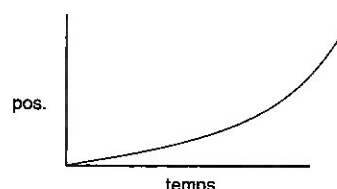


Figura 12

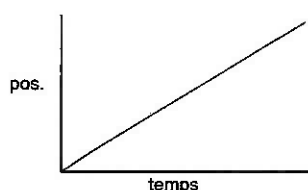


Figura 13

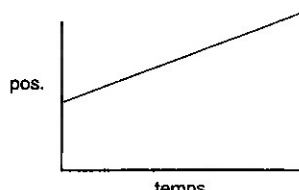


Figura 14

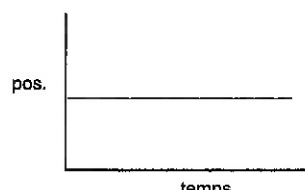


Figura 15

3. Sobre un cos s'exerceix una única força constant, per la qual cosa es podria dir, si la representació gràfica del seu moviment fos la de la figura (indica l'afirmació falsa):

- A) número 6: que aquesta força va frenant el cos, que inicialment es trobava en moviment amb una velocitat constant, fins a una altra velocitat inferior, en la qual es manté a causa que la força s'anul·la a partir d'aquest moment,
- B) número 7: que una única força constant accelera el cos comunicant-li un moviment uniformement accelerat,
- C) número 8: que una única força constant va accelerant el cos cada cop més, fent que cada vegada vagi més ràpid,
- D) número 8: que és impossible aquesta gràfica, ja que si la força és constant, l'acceleració produïda també ha de ser-ho.

4. Sobre un cos s'exerceix una única força constant, per la qual cosa es podria dir, si la representació gràfica del seu moviment fos la de la figura:

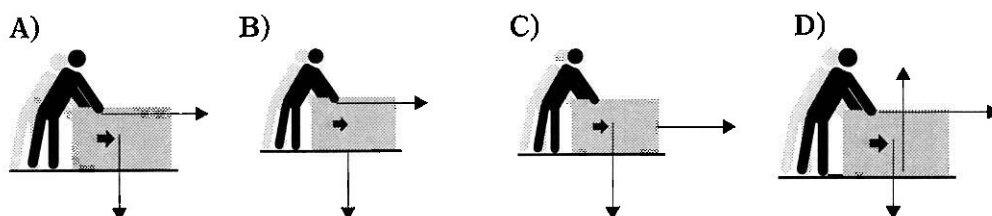
- A) número 8: que seria un moviment absurd, atès que la seva velocitat seria constant, cosa que hom només podria explicar suposant que la força igualés el fregament,
- B) número 15: que aquest moviment és impossible, ja que malgrat que s'exerceix una força sobre el cos, aquest posseeix una velocitat constant,
- C) número 15: que aquest moviment és impossible, atès que malgrat que s'exerceix una força sobre el cos, aquest roman aturat,

D) *número 15*: que aquesta única força constant no és suficient per vèncer el fregament, per la qual cosa el cos no es mou.

5. A la figura 16 següent s'observa com s'arrossega cap a la dreta una caixa. La representació esquemàtica, per mitjà d'un diagrama, de totes les forces que actuen sobre la caixa seria la de la figura (vigila amb les longituds de les fletxes que representen el mòdul de cadascuna de les forces):



Figura 16



6. A una llauna de tonyina hom llegeix «pes net: 400 grams». D'això podem dir que (assenyala l'afirmació falsa):

- A) no està bé, atès que s'hi empren unitats de massa en lloc de les de força,
- B) és incorrecte, i el correcte seria «pes net: 4 newtons»,
- C) és incorrecte, i el correcte seria «pes net: 400 newtons»,
- D) és un vulgarisme incorrecte, on es confon el pes amb la massa.

7. Si un carretó té una massa de 200 grams i és arrossegat per una força resultant de 20 newtons, el temps que trigarà a recórrer 200 metres és:

- A) 2 segons
- B) 0,66 segons
- C) 2.000 segons
- D) 200 segons

8. Les dues persones de la figura 17 tiben d'una corda intentant arrossegar-se l'una a l'altra. La persona de la dreta és més forta que la de l'esquerra, per la qual cosa és segur que arrossegarà a la de l'esquerra. Per aquesta causa es podria:



Figura 17

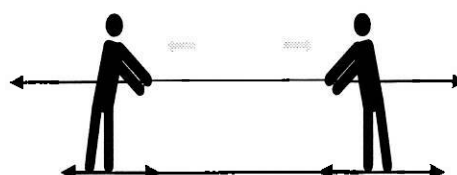


Figura 18

- A) Representar tot el sistema de forces que hi intervenen i que fan possible el joc, pel diagrama de forces de la figura 18. (Vigileu amb la longitud de les fletxes que representen a cadascuna de les forces.)

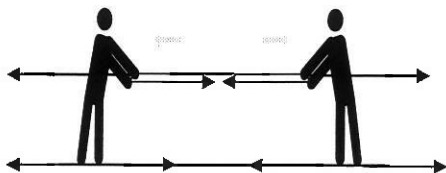


Figura 19

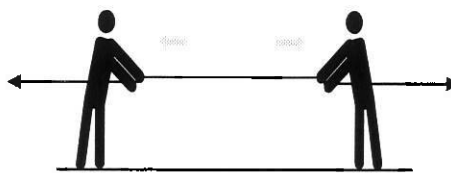


Figura 20

- B) Dir que allò que realment arrossega són les forces de fregament que són més grans a l'extrem on es troba la persona més forta.
- C) Representar tot el sistema de forces que hi intervenen i que fan possible el joc, pel diagrama de forces de la figura 19. (Vigileu amb la longitud de les fletxes que representen a cadascuna de les forces.)
- D) Representar tot el sistema de forces que hi intervenen i que fan possible el joc, pel diagrama de forces de la figura 20. (Vigileu amb la longitud de les fletxes que representen a cadascuna de les forces.)

9. La diferència entre massa i pes consisteix en:

- A) L'enunciat és fals: no hi ha diferències entre les dues magnituds. Només són dues maneres de dir el mateix.
- B) A una la mesurem amb la balança i a l'altre amb el dinamòmetre.
- C) El pes és 9,8 vegades més gran que la massa en qualsevol punt del sistema solar.
- D) No tenen res en comú, malgrat que estan relacionades entre sí, de la mateixa manera que ho estan el preu d'un objecte i l'objecte mateix, malgrat les monedes no tinguin res a veure amb l'objecte.

10. Sigui l'experiment de la figura 21, on el contrapès arrossega un tac. Si vulguéssim que el tac s'accelerés el doble, hauríem de:

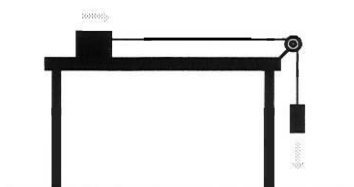


Figura 21

- A) Penjar de l'extrem A de la corda un pes que fos el doble del pes del tac.
- B) Tibar de la corda amb una força doble de la total o resultant realitzada en aquest moment.
- C) Anul·lar el fregament posant alguna substància molt lliscant.
- D) Tibar de la corda en direcció contrària a la del moviment del tac.

11. A les figures 22 i 23 es mostren dues situacions on dues persones o dos arbres aguanten a una altra persona. D'elles podem dir que (assenyala l'afirmació falsa):



Figura 22

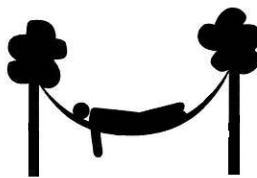


Figura 23

- A) A la figura 23 cada arbre exerceix la meitat de la força necessària, però no cada persona, que exerceix una força més gran que la meitat de la necessària.
- B) No s'assemblen en res, atès que a la figura 22 les forces no són concurrents, mentre que a la 23 sí ho són.
- C) La suma de les forces de les persones o la suma de les forces dels dos arbres que aguanten l'hamaca és igual al pes total a aguantar en cada cas.
- D) A la figura 22 es presenta un cas nou, no resolt a classe encara, de suma de forces, atès que no són concurrents ni en la mateixa direcció, sinó en direccions paral·leles.

12. Siguin les forces de la figura 24. Si volem que el cos sobre el qual s'exerceixen es mogui amb una velocitat uniforme, hauríem d'exercir una altra força de 7 newtons en el sentit i direcció:

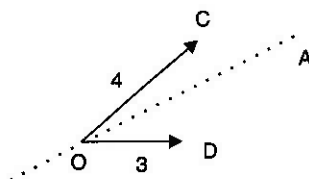


Figura 24

- A) OC
- B) CO
- C) AO
- D) OA

13. Si es deixen caure simultàniament dues anelles, una a plom i l'altra amb una certa velocitat inicial horitzontal i lateral, hom pot afirmar que:

- A) Totes dues caurien a la mateixa velocitat, si estiguessin en el buit o on l'aire no pogués influir.
- B) Elles i tots els altres cossos pateixen per part de la Terra la mateixa força d'atracció, atès que cauen amb la mateixa acceleració i les accele-

racions són una mesura indirecta de les forces que s'exerceixen sobre els cossos.

- C) Elles i tots els cossos tenen masses iguals, atès que tenen velocitats de caiguda diferents, al dividir F/a ens dona el mateix quocient.
- D) Elles i tots els cossos tenen una acceleració de caiguda en el buit iguals, o bé en aquelles situacions on l'aire no influeixi.

14) La persona de l'hamaca de la figura 23 té una massa de 70 kg i l'hamaca una de 3 kg. La força que ha de realitzar cadascun dels dos arbres per subjectar a tots dos serà igual a:

A)

$$\frac{(70 + 3) \text{ kg} \times 9,8 \text{ N/kg}}{2} = 357,7 \text{ N}$$

B)

$$\frac{(70 + 3) \text{ K}}{2} = 357,7 \text{ N}$$

C) Més gran que:

$$\frac{(70 + 3) \text{ kg} \times 9,8 \text{ N/kg}}{2}$$

D) Cap de les anteriors.

15. La figura 25 mostra una petita vagoneta plena de sorra o totxanes. Per això resulta molt pesant. En canvi, està proveïda de rodes amb un fregament petit, de tal manera que pot ser arrossegada fàcilment per mitjà d'una corda. Partint del repòs en A, arriba a aconseguir en B una velocitat que hauràs de mantenir constant en la resta del camí (entre B i G), i inclusivament més enllà. AB, BC, DE, FG són superfícies planes horitzontals. CD representa una superfície de terra sorrenca. EF és un tram pla de pujada. El diagrama de la figura 26 mostra com la força necessària per tirar de la vagoneta canvia conforme passa des de A fins a G. Assenyala de les següents afirmacions la correcta: la força necessària en el tram AB és més gran que la necessària en el BC atès que hem de:

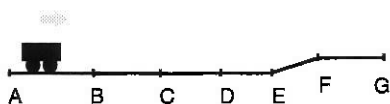


Figura 25

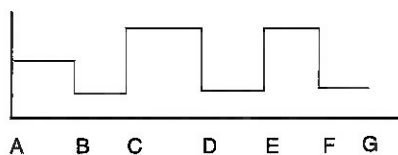
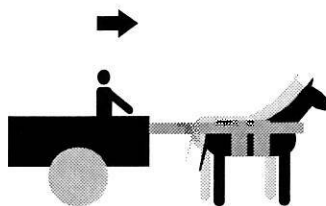


Figura 26

- A) Vèncer el fregament estàtic, que després disminueix fins al dinàmic, que és més petit.
- B) Vèncer el fregament estàtic, que és més gran que el dinàmic i que és l'únic que es manté després, i a més a més, hem d'accelerar la vagoneta.

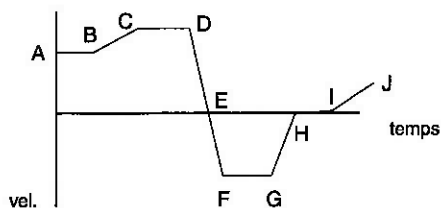
- C) Accelerar la vagoneta fins al punt B i en el BC només hem de vèncer el fregament dinàmic.
 D) Cap de les anteriors.

16. *Sigui la figura següent, on veiem dos cavalls arrossegant un carro. La massa del carro carregat, amb el senyor inclòs, és igual a 600 kg. El fregament és igual a 1/10 del pes total del cos. Podem suposar el terreny completament llis i horitzontal. La força que ha de realitzar cada cavall (suposant que els dos efectuin la mateixa força) per poder posar en marxa el carro amb una acceleració igual a 1 m/s és igual a:*



- A) 3.234 N.
 B) 3.534 N.
 C) 594 N.
 D) Cap de les anteriors.

17. *Al gràfic de la figura següent hom representa el moviment d'un cos de 50 kg de massa sobre el qual, com a màxim, s'exerceix una sola força. El valor de la força exercida al tram (assenyala l'afirmació falsa):*



- A) AB, CD, FG, HI és zero i no hi ha cap altre tram on la força adopti aquest valor.
 B) DF sencer és negativa.
 C) GH és positiva.
 D) Cap de les anteriors.

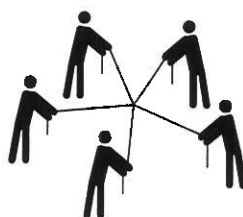
18. *Suposem que la força que exerceixen cadascun dels dos homes que porten la llitera de la figura 27 és exactament la mateixa, i que la massa del malalt que porten, juntament amb la de la llitera sigui 75 kg. La força que ha de fer només amb els seus braços cadascun dels dos homes per transportar el malalt és igual a:*

- A) 37,5 kg en qualsevol cas.
- B) 37,5 kg si el malalt es troba equidistant dels extrems de la llitera.
- C) Més de 37,5 kg si el malalt es troba equidistant dels extrems de la llitera.
- D) Cap de les anteriors.

19. A la figura del dibuix s'observen cinc persones tibant de l'extrem de sengles cordes lligades entre si amb un nus. Tots intenten endur-se la corda, però cap ho aconsegueix. Això es deu a que:



Figura 27



- A) Totes realitzen la mateixa força sobre el nus.
- B) La força de qualsevol persona anul·la la de totes les altres juntes.
- C) El fregament contra el terra no és el suficient per fer-los avançar.
- D) Cap de les anteriors.

20. A les figures 28 i 29 s'observa com un genet travessa un barranc a cavall caminant sobre un tronc d'arbre. La força que el tronc exerceix sobre l'extrem del barranc situat a l'esquerra varia a mesura que el cavall avança pel tronc. El gràfic força/distància a l'extrem esquerra del barranc del moviment d'anada i tornada del genet i el seu cavall seria el següent:

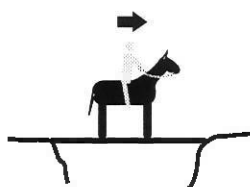
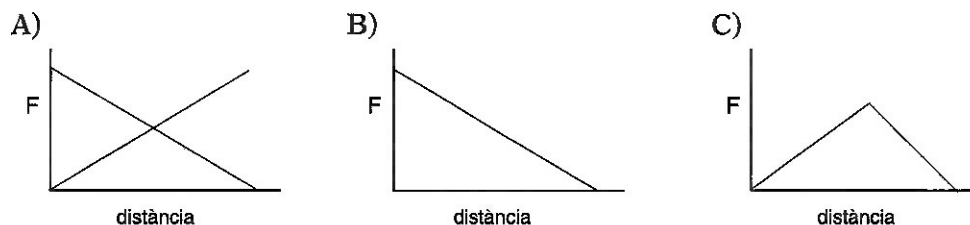


Figura 28

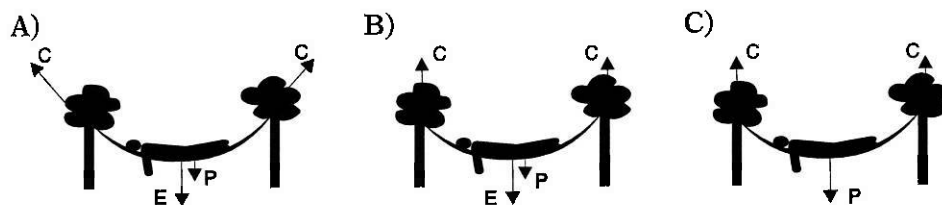


Figura 29



- D) Cap de les anteriors.

21. Fixant-nos en la figura 23, assenyala d'entre els següents el diagrama de forces que correspongui a les forces realitzades sobre l'hamaca. Els símbols són els mateixos que els de l'ítem 23.



D) Cap de les anteriors.

22. A la figura 30, qui realitza més força sobre la corda, la nena o el gos? Se suposa que la nena arrossega el gos, el qual es resisteix.



Figura 30



Figura 31

- A) La nena és qui realitza més força, atès que és ella qui arrossega el gos. Si no fos així, no ho podria aconseguir.
- B) En realitat, tots dos exerceixen la mateixa força sobre la corda, que està uniformement tensa, però com que al principi en va fer la nena, i ja es mouen cap a la dreta, segueixen igual per inèrcia.
- C) En qualsevol moment tots dos realitzen i han realitzat la mateixa força sobre la corda. Són dues forces diferents de les que ells exerceixen les que mouen a tots dos.
- D) Cap de les anteriors.

23. Fixant-te en la figura 23, assenyala d'entre els següents, el diagrama de forces corresponent a les forces realitzades per l'hamaca:

T = tensió de les cordes.

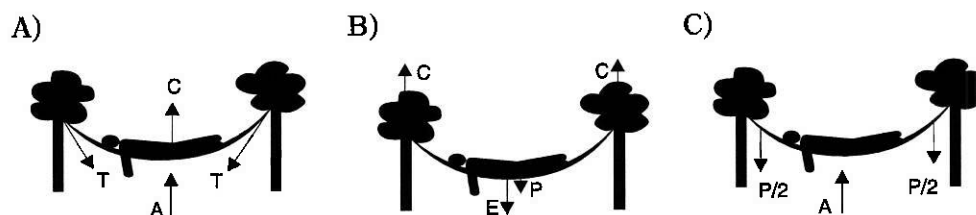
R = fregament.

P = pes de l'hamaca.

A = atracció de l'hamaca sobre la Terra.

E = empenyiment realitzat per l'home estirat a l'hamaca.

C = reacció de l'hamaca o dels arbres contra la força realitzada sobre ells.



D) Cap de les anteriors.

24. Fixant-te en la figura 31, assenyalas d'entre els següents el diagrama de forces que correspongui a les forces realitzades pel cotxet de nens que empeny el senyor.

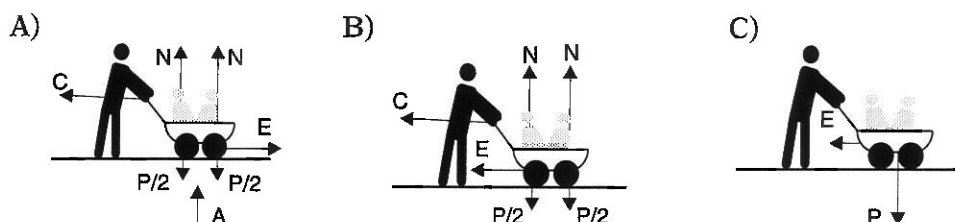
E = empenyiment de les rodes del cotxet.

R = fregament.

C = reacció del cotxet contra l'home que l'empeny.

A = atracció del cotxet sobre la Terra.

N = reacció del cotxet contra els nens per subjectar-los.



D) Cap de les anteriors.

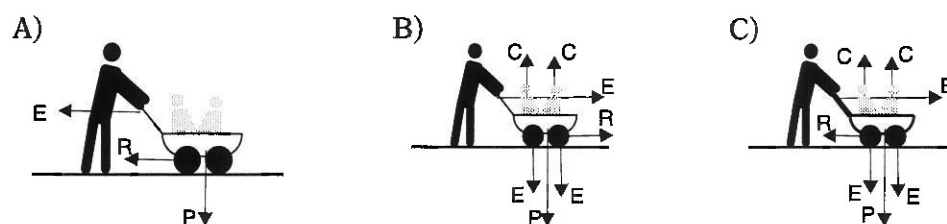
25. Fixant-te en la figura 31, assenyalas d'entre els següents el diagrama de forces corresponent a les realitzades sobre el cotxet.

E = empenyiment de l'home o dels nens sobre el cotxet.

P = pes del cotxet.

R = fregament.

C = reacció del terra sobre les rodes del cotxet.



D) Cap de les anteriors.

26. Fixa't en la figura 32, en ella hom representa la caiguda d'una bomba des d'un avió que passa volant. Com molt bé sabràs, el dibuix és incorrecte i hauria de ser com el de la figura:

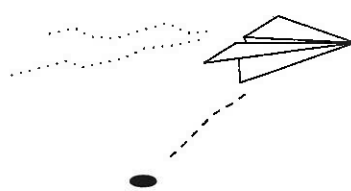
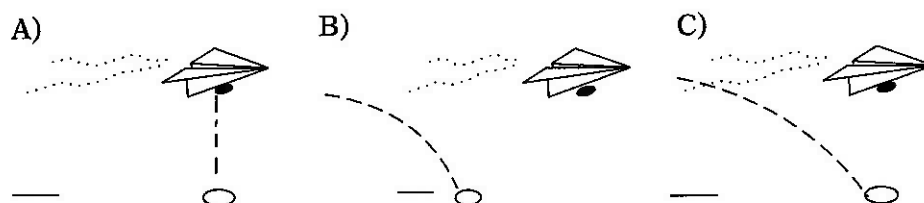


Figura 32



D) És fals l'enunciat de la pregunta. El dibuix és correcte.

27. A les figures 33, 34 i 35, s'observa com un genet de circ dóna una tombarella en l'aire mentre el seu cavall segueix avançant. Creus que allò plasmat pel dibuixant és coherent amb la realitat? En cas negatiu, és a dir, que no estiguis d'acord amb els seus dibuixos, assenyala, dels següents, el correcte.



Figura 33



Figura 34

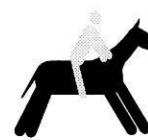


Figura 35

A) Ja és correcte el dibuix de l'artista.

B)



C)



D) Cap dels anteriors.

Solucions de l'autoavaluació

1: A	2: A	3: C	4: C	5: D
6: C	7: A	8: B	9: D	10: B
11: A	12: B	13: D	14: C	15: C
16: C	17: D	18: D	19: B	20: B
21: A	22: C	23: A	24: A	25: C
26: B	27: A			

Documents d'avaluació del crèdit

Seguidament, s'inclouen uns documents per a l'avaluació del crèdit que han estat publicats a *La práctica de la evaluación en la enseñanza secundaria obligatoria* de Manuel Belmonte Nieto en la editorial Mensajero.

I. FULL D'AVALUACIÓ D'UNA UNITAT DIDÀCTICA

U.D. número:	Títol U.D.:										
Àrea:	Curs:										
ALUMNE:											
RENDIMENT DE L'ESFORÇ:											
OBJECTIU	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
ASSOLIT											
MIG ASSOLIT											
NO ASSOLIT											
PER A REVISIÓ											
INÚTIL											
ALTRES OBJECTIUS POSSIBLES:											
ALTRES OBSERVACIONS:											

II. CRÍTICA A LA PLANIFICACIÓ

Tenint en compte la informació prèvia sobre els objectius a assolir amb aquesta unitat didàctica, indica quines activitats de les desenvolupades a classe durant aquesta unitat didàctica creus que t'han estat més útils per assolir cadascun dels objectius proposats. Pot ser que en la consecució d'un mateix objectiu t'hagi ajudat més d'una activitat; i a l'inrevés, pot ser que una mateixa activitat t'hagi ajudat a assolir més d'un objectiu. Tot això ho reflectiràs en el quadre següent, posant, per exemple:

	Objectius		
Activitat 1	A	B	F
Activitat 2	A	E	
Activitat 3	A		

Perfil de la unitat didàctica

Activitat	Objectiu assolit										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
3											
4											
5											
6											

Altres observacions

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

III. MODIFICACIONS OBSERVADES ALS TEUS PRE-CONCEPTES

Indica quines han estat, si n'hi ha hagut, i quina activitat o activitats creus que han contribuït més a l'esmentat canvi:

Canvi	Actividad									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

IV. PERFIL DE LA UNITAT DIDÀCTICA

Seguidament t'indicarem un seguit d'adjectius o situacions oposades. Si estàs completament d'acord amb la frase de l'esquerra, assenyala amb un cercle el 10. Si, contràriament, estàs d'acord completament amb la frase de la dreta, assenyala amb un cercle el zero. Si la teva opinió es troba entre ambdós extrems, marca un nombre més o menys a prop d'un dels dos extrems, segons estiguis més d'acord amb un o l'altre. Una opinió en equilibri implica encerclar un 5. El tema sobre el qual es sol·licita la teva opinió és la unitat didàctica que has acabat ara mateix i sobre la manera de dur-la a terme a classe.

A) Em serà útil	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	No em servirà per a res
B) És clara	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	És un embolic
C) Nivell molt alt	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	Nivell molt baix
D) Ha estat interessant	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	Ha estat ensopida
E) Moltes experiències	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	Massa teoria
F) Fàcil	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	Difícil
G) Programada	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	Improvisada
H) M'ha donat noves idees	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	Segueixo com abans
I) Temps adient	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	Temps curt
J) Les seves idees són practicables	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	Les seves idees no poden dur-se a la pràctica
K) M'ha ensenyat a treballar millor	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	Segueixo com abans
L) El mètode és adient	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	El mètode no és adient al tema
M) El material emprat és adient	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	El material emprat no és adient
N) El material emprat està ben preparat	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	El material emprat no està ben preparat
O) La unitat en conjunt és bona	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	La unitat en conjunt no és bona
P) L'actuació del professor ha estat bona	10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	L'actuació del professor ha estat dolenta

V. CLAU DE CORRECCIÓ. PERFIL DE LA UNITAT DIDÀCTICA

Metodologia	B, E, G, I, L
Recursos	M, N
Utilitat	A, D, H, J, K
Dificultat	C, F
Apreciació global	O
Actuació professor	P

VI. ÍNDEXS GENERALS DE L'AVALUACIÓ DE LA UNITAT DIDÀCTICA

I. Rendiment de l'esforç	$RE = \text{Objectius assolits/objectius totals}$
II. Planificació	$P = (II + III)/2$
III. Metodologia	$M = (B + E + G + I + L) / 5$
IV. Recursos	$R = (M + N) / 2$
V. Utilitat	$U = (A + D + H + J + K) / 5$
VI. Dificultat	$D = (C + F) / 2$
VII. Apreciació global	$O = O$
VIII. Actuació professor	$PR = P$

Índex

Guia de treball	4
Objectius: per a què cal treballar?	5
Habilitats	5
Actituds	6
Coneixements	6
Aplicació d'aquests coneixements a l'assignatura de Matemàtiques . . .	6
Activitats per assolir els continguts	7
Presentació	8
Experiència 1	15
Material	15
Metodologia	15
Informe	18
Finalitat de l'experiència	18
Resultats	18
Suggeriments per a les conclusions	19
Aplicació del que heu après	24
Situacions per resoldre	25
Solució a les situacions problemàtiques plantejades	29
Debat sobre les forces	42
Mapa conceptual	47
Autoavaluació dels conceptes	48
Solucions de l'autoavaluació	58
Documents d'avaluació del crèdit	59