

# Moviment, forces i energia en un salt de puenting



Publicacions CRECIM  
Col·lecció REVIR 2016



“Moviment, forces i energia en un salt de puenting”, seqüència didàctica per a l’estudi del moviment. Creada per Lluïsa Herrera, Anna Garrido i Víctor López.

Maquetació i revisió: Maria Navarro i Maria Dalmasas.

Es distribueix sota una llicència Creative Commons Atribució-NoComercial-SenseDerivar 4.0 Internacional

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

totes les imatges utilitzades són pròpies o d’ús lliure

Citar com:

Herrera, Ll., Garrido, A. i López, V. (2016). *Moviment, forces i energia en un salt de puenting, seqüència didàctica per a l’estudi del moviment*. Barcelona: Publicacions CRECIM

El projecte REVIR és un projecte del CRECIM, amb el suport de l’Obra Social “La Caixa” i la Universitat Autònoma de Barcelona.

## Indicacions per al professorat

---

### Objectius didàctics de la seqüència

---

La seqüència pretén que l'alumnat de 1r de Batxillerat assoleixi una millor comprensió del concepte elasticitat d'una corda, identifiqui la força elàstica com a exemple de força no constant i sigui capaç d'analitzar i interpretar les magnituds cinemàtiques i les transferències d'energia d'un moviment. El context escollit és la realització d'un salt de puenting. Aquest ha de ser emocionant, que el saltador arribi quasi al terra i segur, de manera que la seva salut no es vegi afectada com a conseqüència de patir una acceleració massa elevada.

En primer lloc i, partir de l'observació d'un vídeo d'un salt de puenting real, els alumnes fan un estudi del fenomen. Analitzen les forces que actuen sobre un saltador en els diferents trams que es poden considerar en un salt de puenting i fan una predicció dels gràfics de les magnituds cinemàtiques d'aquest moviment (velocitat i acceleració).

En una segona part, utilitzant un model analògic d'un saltador i amb ajut d'un sensor, l'alumnat pren mesures de la posició del saltador durant la caiguda. A continuació, s'analitzen les gràfiques obtingudes i els diferents trams i punts més significatius del moviment, interpretant diverses magnituds cinemàtiques, dinàmiques i energètiques, per poder donar una resposta a si el salt del model és o no segur i emocionant.

Per últim, es proposa un exercici numèric d'aplicació per una situació real del context.

### Material, muntatge experimental i eines digitals que es fan servir

---

El material necessari per a la realització d'aquesta seqüència és el següent: un pot petit per simular al saltador que pesi aproximadament 50 grams, una goma elàstica de 60 centímetres, i un sensor de posició que pot ser adquirit per alguns dels principals proveïdors de sensors del mercat, com ara Vernier (<http://www.vernier.com/>), Fourier (<http://einsteinworld.com>), Pasco (<https://www.pasco.com>) o Globisens (<http://www.globisens.net>). La configuració recomanada per la presa de dades d'aquesta sessió és de 20 mostres per segon durant 3 segons.

L'experiència consisteix en deixar caure el pot enganxat a la goma elàstica sobre el sensor (col·locat a terra) des d'una alçada aproximada de 1,5 metres assegurant-nos que el pot cau completament recte damunt del sensor.



## Estructura de la seqüència

---

La sessió es divideix en 3 parts principals: la primera i la segona tenen una durada d'una hora i mitja i la tercera d' una hora.

**Primera part:** Exploració del moviment en un salt de puenting, anàlisi de la velocitat, l'acceleració i les forces que intervenen en el moviment, predicció del gràfics de posició i velocitat i acceleració en funció del temps.

1. Introducció
2. Anàlisi del fenomen
3. Anàlisi de la forces que intervenen
4. Predicció dels gràfics del moviment

**Segona part:** Presa de dades d'un salt de puenting a escala de laboratori i anàlisi del moviment en funció de les variacions d'energia.

5. Presa i anàlisi de dades
6. Estructurem les idees

**Tercera Part:** Aplicació de les dades preses per fer segur i emocionant el salt al laboratori, prediccions i càlculs per a un salt real.

7. Com fer un salt segur i emocionant?
8. Un salt real

## 1. Introducció

---

Amb la crisi que ens afecta, un grup d'amics hem decidit crear una empresa d'esports d'aventura i com que el pare d'un de nosaltres té una grua que ja no fa servir hem pensat utilitzar-la per fer salts de puenting o bungee jumping.

Al llarg d'aquesta pràctica, intentarem resoldre com oferir un salt emocionant i alhora segur als nostres clients.

## 2. Anàlisi del fenomen

---

Observa el següent vídeo des del minut 1:15 fins 1:30 (obre l'enllaç prement control i clicant damunt la imatge)



Completa al teu dossier:



**2.a.** Havent vist aquest vídeo, explica què li va passant a la corda i al saltador durant la caiguda.

**2.b.** Per què diries que el saltador no para de cop?

**2.c.** Tenint en compte que el saltador no es mou tota l'estona igual, pensa quines etapes podries fer servir per estudiar el seu moviment des de que comença a saltar fins que arriba per primer cop al punt més baix. Fes una llista amb el nom de les etapes.

## 3. Anàlisi de les forces que hi intervenen


Per ajudar-te a estudiar aquest salt de puenting, et proposem que analitzis les forces que intervenen durant el salt.


Durant la caiguda sobre el saltador actuen forces que poden anar variant al llarg del moviment.


Completa al teu dossier:



**3.a.** Dibuixa el saltador en les diferents etapes que has proposat anteriorment (entre el moment en que es deixa caure i el moment en que arriba al punt més baix per primera vegada). Després afegeix els diagrames de les forces que actuen sobre el saltador.

Longitud natural de la corda 

Elongació en equilibri amb el pes de la persona 

<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	
<input type="checkbox"/>	

## 4. Predicció dels gràfics de moviment

En el punt anterior has analitzat quines són les forces que actuen sobre un saltador de puenting en diferents moments del salt.

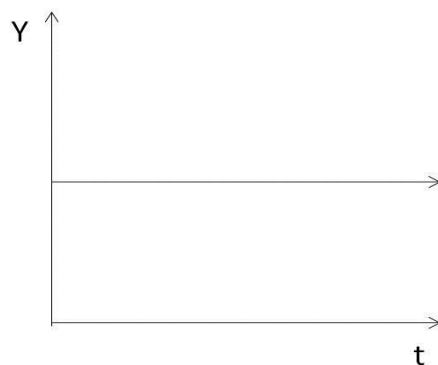
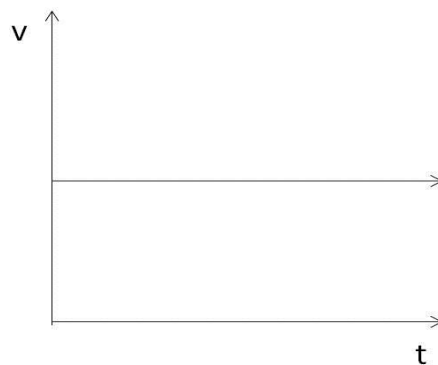
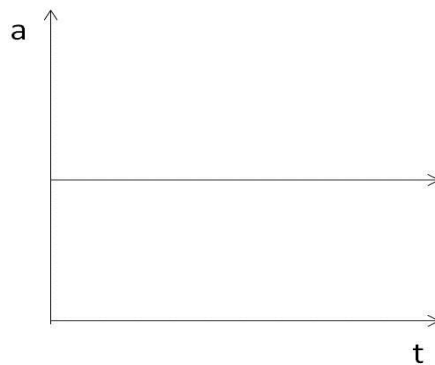
Abans de fer l'experiment és interessant fer una predicció de com serà el moviment.

Completa al teu dossier:



**4.a.** Indica sobre els diagrames anteriors els canvis que hi ha en la velocitat, en l'acceleració i en les forces sobre el saltador (si augmenta, si disminueix o si és zero)

**4.b.** Fes una predicció qualitativa de com creus que seran els gràfics posició-temps, velocitat-temps i acceleració-temps del moviment del saltador. Pots començar pel gràfic que et sembli.



## 5. Presa i anàlisi de dades

Ara és el moment de que el saltador salti! Com que no podem mesurar un salt de puenting real, utilitzarem un model analògic on el saltador el representarem amb un pot que estarà lligat a una corda elàstica. El saltador (pot) es troba a un alçada d'uns 150 cm per sobre del sensor de posició que situarem al terra. Amb aquest sensor obtindreu la posició del saltador en diferents moments durant la caiguda de manera automàtica.

**Important:** Cal que t'asseguris que el saltador inicia el moviment en un punt situat just damunt la vertical del sensor de posició.

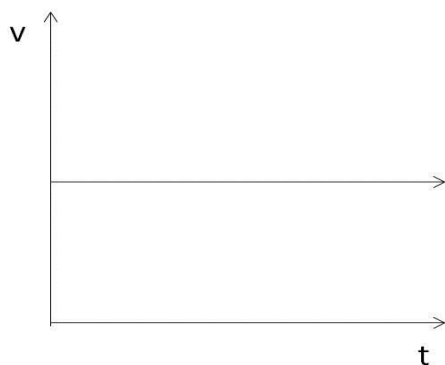
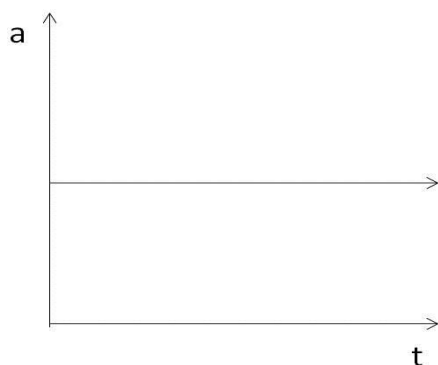
**Abans de deixar caure el saltador cal:** que configuris el sistema de captació de dades per a que prengui 20 mostres per segon durant 3 segons.

**Observació:** Dels gràfics que s'obtenen, només les dades del gràfic posició - temps, són dades que s'han mesurat. Les dades dels altres dos gràfics s'han obtingut a partir dels càlculs que realitza sistema de captació de dades.

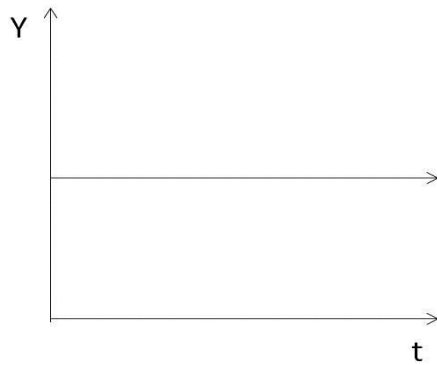
Completa al teu dossier:



5.a. Dibuixa les gràfiques posició-temps, velocitat-temps i acceleració-temps que has obtingut del moviment del saltador. Fixa't només en el primer bot, fins que arriba al punt més baix del salt.







**5.b.** Quants trams es poden diferenciar en el salt? Assenjala'ls damunt de cada gràfic i justifica perquè heu escollit aquests trams.

**5.c.** En quin moment s'assoleix la màxima acceleració en el salt de puenting que estàs estudiant?

**5.d.** En quin moment del salt s'assoleix la velocitat màxima?

**5.e.** Compara els gràfics que has obtingut amb els de les prediccions que havíeu fet. Quines semblances i diferències observes?

Semblances	Diferències

A què creus que són degudes les diferències que has trobat?

## 6. Estructurem les idees

Completa al teu dossier:



6.a. En la següent taula fes un resum de com són o com van variant la velocitat, l'acceleració i les forces en els diferents punts i trams de la caiguda. A més, per acabar de fer l'anàlisi del salt de puenting, identifica com són les energies en cada punt i tram.

Punt o tram	Velocitat*	Acceleració*	Forces**	Energia cinètica***	Energia potencial gravitatòria***	Energia potencial elàstica***
 A						
 A-B						
 B						
 B-C						
 C						
 C-D						
 D						

\*Augmenta/Disminueix/Constant?(trams) Zero/Màxima/Mínima? (punts) Cap amunt/ Cap avall?

\*\*Compara les intensitats de les forces que hi actuen (usant  $<$ ,  $>$   $0 =$ )

\*\*\* Augmenta/disminueix? Zero/Màxima/Mínima?

## 7. Com fer un salt segur i emocionant?

Completa al teu dossier:



7.a. Enumera quines característiques hauria de tenir el salt per ser alhora emocionant i segur.

### Tingues en compte que...

Una persona és capaç de suportar una acceleració de fins a 3,5 vegades la gravetat (3,5G). A partir d'aquest valor pot perdre el coneixement, trencar-se algun lligament i patir altres problemes de salut. L'acceleració límit que suporta com a màxim una persona que va a una atracció com a l'Hurakan Condor és de 3G, encara que els conductors de Fórmula 1 arriben a acceleracions superiors. Per aquest motiu cal tenir en compte, segons la legislació vigent (màxim 3G), unes mesures de seguretat.

Completa al teu dossier:



7.b. Justifica si el nostre salt de puenting compleix les mesures de seguretat segons la legislació vigent.

7.c. Perquè el saltador del nostre muntatge quedi a 30 cm per sobre del terra, des de quina alçada hauria de caure?

La constant elàstica de la nostra corda és ..... (\*)

(\*) El valor variarà, en cada cas, segons la goma elàstica utilitzada. Per tant, o el professorat coneix prèviament el valor i l'especifica o es demana al mateix alumnat que el trobi prenent mesures de força i elongació (mitjançant un dinamòmetre i un regle).

## 8. Un salt real

---

Aplica el que has investigat al següent cas:

Suposa que disposes d'una corda de 48 metres de longitud i vols saltar des d'un pont de 98 metres d'altura. La persona que saltarà, que té una massa de 70 kg, es penja de la corda i comprova que s'allarga en l'equilibri 12 metres.

Completa al teu dossier:



**8.a.** Si el saltador es deixa caure sense velocitat inicial, és prudent utilitzar aquesta corda per saltar des del pont indicat? Per respondre la pregunta fes una estimació de la longitud màxima que tindrà la corda quan es deixi caure el saltador i recorda no tenir en compte la resistència amb l'aire.

**8.b.** On s'assoleix la màxima velocitat? Calcula-la i expressa el resultat en Km/h.

**8.c.** A quina acceleració màxima arribarà el saltador? Es veurà afectada la seva salut?

**8.d.** Quina és la màxima força que ha de suportar l'enganxament de la corda amb el pont?

Per seguretat es decideix utilitzar dues cordes iguals en paral·lel.

**8.e.** Quina longitud màxima arribaran a tenir les dues cordes?

**8.f.** Quina serà l'acceleració màxima del saltador en aquestes condicions?

**8.g.** Serà convenient utilitzar una corda doble per realitzar un salt més segur?

**Revir** 