



Recursos per a l'aula (batx.)

## TIR PARABÒLIC

Aracel·li Cabrero

*En el curs de primer de batxillerat, dins la unitat de cinemàtica, s'estudia el tir parabòlic. Aquest moviment costa bastant que l'alumnat l'entengui perquè requereix un grau d'abstracció força gran i sovint a bona part dels alumnes no els queden ben consolidades les idees: veuen un conjunt de fórmules que no saben com han d'aplicar. Aquesta ha estat la raó per la qual em vaig plantejar realitzar una activitat amb ordinador d'aquest moviment.*

## Introducció

En el curs de primer de batxillerat, dins la unitat de cinemàtica, s'estudia el tir parabòlic. Aquest moviment costa bastant que l'alumnat l'entengui perquè requereix un grau d'abstracció força gran i sovint a bona part dels alumnes no els queden ben consolidades les idees: veuen un conjunt de fórmules que no saben com han d'aplicar. Aquesta ha estat la raó per la qual em vaig plantejar realitzar una activitat amb ordinador d'aquest moviment ja que obtenia dos avantatges:

1. Els conceptes analitzats són força complicats de treballar al laboratori.
2. La relació entre el temps invertit en l'activitat i els resultats és força satisfactòria.

L'activitat està pensada per realitzar un cop l'alumne ha vist la teoria del moviment. Consisteix en:

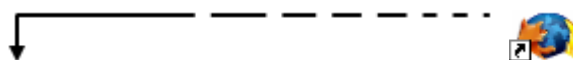
- Un conjunt de qüestions prèvies al simulacre per fer que l'alumne reflexioni sobre els conceptes explicats a classe (primera part de l'activitat)
- Una simulació realitzada amb ordinador en què l'alumne controla totes les variables de què depèn el tir parabòlic i comprova si les idees que tenia inicialment en el qüestionari inicial eren correctes o no i per què. Això ho fa seguint un guió de pràctiques que ha d'anar emplenant (segona part de l'activitat).
- Una discussió a l'aula per repetir l'experiència en grup, en què els alumnes expliquen la seva experiència i el professor aclareix els conceptes que van sorgint (tercera part de l'activitat).

El material didàctic utilitzat és que es presentat a continuació:

## Qüestionari previ a l'activitat:

L'objectiu d'aquest qüestionari és:

- a. Fer reflexionar l'alumnat sobre els continguts apresos a classe (que s'adoni si els té o no els té ben consolidats).
- b. Fer raonar l'alumne sobre com esdevindria el moviment en les situacions que se simularan.
- c. Que, si pot ser, relacioni aquests moviments amb la teoria (que intenti explicar-ho amb les eines matemàtiques).



Alumne:

Data:

## OBJETIU DE LA PRÀCTICA:

Estudiar el moviment parabòlic en diferents situacions plantejades, observant quina és la influència d'alguns paràmetres sobre el moviment de l'objecte.

### PART 1: Qüestions prèvies

**1.** En un tir parabòlic, a què anomenem abast màxim? Fes els càlculs necessaris per obtenir-ne la fórmula. De quines variables depèn l'abast màxim?

**Definició:**

**Càlculs:**

**Variables de què depèn l'abast màxim:**

**2.** Per un cert angle inicial, com variarà l'abast màxim si variem la velocitat inicial?

**3.** Per una certa velocitat inicial, com varia l'abast màxim per als angles de  $20^\circ$  i  $70^\circ$ ? Justifica el resultat mitjançant un gràfic de les trajectòries seguides en els dos casos. Fes els càlculs que consideris pertinents per demostr-ho.

**Gràfic:**

**4.** Donades les mateixes condicions inicials, com creus que variarà la trajectòria d'un tir parabòlic realitzada a la Terra i a la Lluna? (la gravetat a la Lluna és menor)



Aquesta primera part està pensada perquè l'alumne arribi a l'aula d'ordinadors més motivat. Si es realitza el simulacre sense haver fet abans les qüestions, pot ser que l'alumne vegi la pràctica com una "curiositat" del moviment en estudi. Amb aquestes preguntes pretenc que l'alumne s'involucri més en l'activitat.

La correcció o no de les respostes dels alumnes en aquesta primera part no és gaire important. En canvi sí que ho és que l'alumne hagi reflexionat i hagi contestat de manera raonada. Aquesta part la realitzen els alumnes a casa.

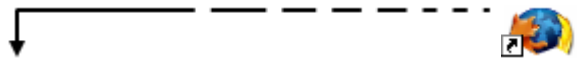
En la sessió següent es fa el simulacre amb l'ordinador. És un simulacre de tir parabòlic on ells poden modificar tres paràmetre. Els alumnes tenen un guió que indica quins paràmetres han d'anar modificant i quines activitats han de realitzar.

Per fer aquesta activitat he escollit un simulacre de tir parabòlic que es troba a la pàgina web <http://www.xtec.cat/rrfisica/fislets/g0fj002/g0fj002.htm>.

A la xarxa trobem força miniaplicacions (*applets*) relacionades amb el moviment parabòlic i la majoria estant força bé. L'elecció d'aquesta en concret va ser degut a fet que no s'hi estudiaven altres variables que no m'interessaven i sobretot al fet que podia mantenir els resultats anteriors i superposar resultats (necessari per al punt tres de l'activitat).

Aquesta part la realitzo a l'aula d'informàtica de l'institut però es pot fer fora de l'Institut. La activitat està molt dirigida i l'alumne la fa autònomament. De tota manera, la realització de l'activitat a l'institut té l'avantatge de poder fer treballar els alumnes en parelles i fomentar així la discussió dels resultats que extreuen.

A continuació presento el material elaborat per a la realització de l'activitat:



## PART 2: Simulació

Obre el [fislet](#).

Quan entris al programa veuràs l'àrea de treball dividida en tres parts

- A l'esquerra de la pantalla apareixerà un gràfic de color blau on es visualitzarà el moviment del projectil
- A la dreta uns eixos de coordenades. Els eixos (gràfic) són per representar les components  $X$  i  $Y$  de la velocitat del projectil durant el moviment.
- A la part inferior, els comandaments:
  - a. Els tres paràmetres a modificar
  - b. "Play", "Stop" i "Start".
  - c. "Traça" (clicant sobre aquest botó queden marcades les diferents posicions per on passa el projectil). Utilitza aquesta opció
  - d. "Velocitats" (desapareix/apareix la gràfica de les velocitats)

Hi ha tres paràmetres que s'han de modificar: la velocitat inicial, l'angle de tir i la gravetat. Els pots modificar clicant sobre el valor que hi ha o mitjançant el cursor que hi ha a la dreta de cada

paràmetre. Durant la pràctica aniràs modificant successivament els tres paràmetres per estudiar les diferents situacions que es poden representar i que ajudaran a entendre aquest tipus de moviment.

## INICI DE L'ACTIVITAT

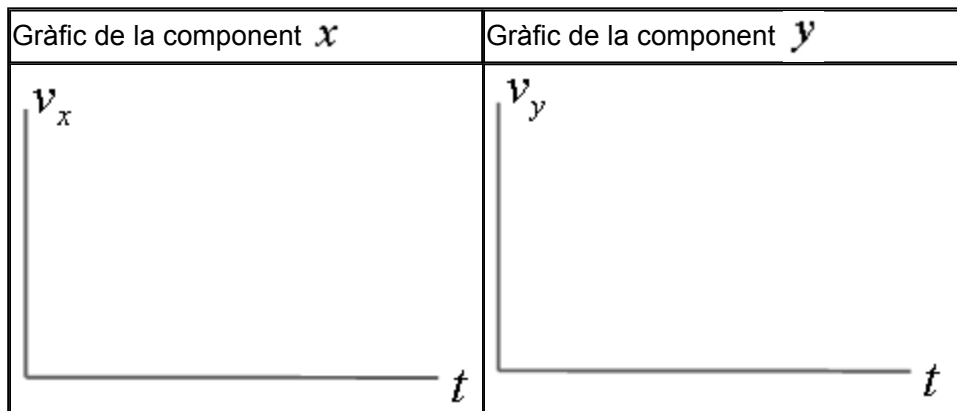
1. Comença l'activitat amb els valors següents:

$$v_0 = 150 \text{ m/s}$$

$$\alpha = 40^\circ$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

Observa què succeeix. Fixa't en l'evolució dels gràfics de la velocitat:

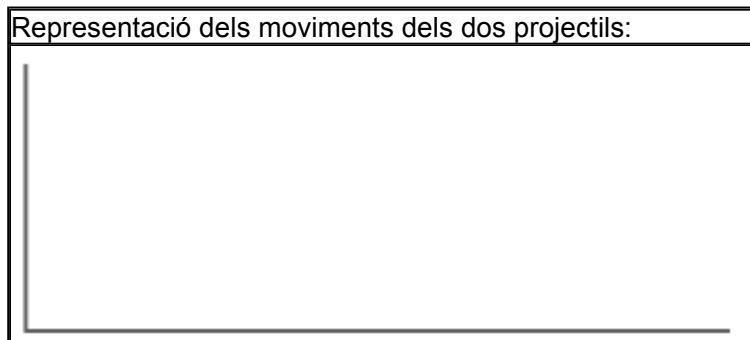


Comenta la forma dels dos gràfics (fixa't en els valors inicials i finals de les components de les dues velocitats).

2. Variem la velocitat inicial. Amb el mateix angle que en l'apartat 1 prova els valors següents:

$$v_0 = 200 \text{ m/s}$$

$$v_0 = 150 \text{ m/s}$$



**Conclusió:** "Quan tirem dos objectes amb el mateix angle inicial, si augmentem la velocitat inicial del projectil ....."

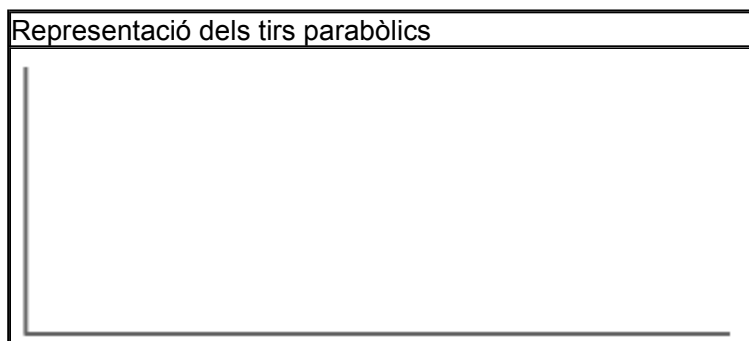
**3.** Torna a les condicions inicials de l'apartat 1. Ara modificarem el valor de l'angle de llançament del projectil. Fes el dibuix del tir parabòlic en el mateix gràfic per als següents parells de valor d'angle inicial. Pinta amb el mateix color la trajectòria del tir parabòlic dels dos angles complementaris:

a)  $\alpha=60^\circ$  i  $\alpha=30^\circ$

b)  $\alpha=50^\circ$  i  $\alpha=40^\circ$

c)  $\alpha=20^\circ$  i  $\alpha=70^\circ$

d)  $\alpha=45^\circ$



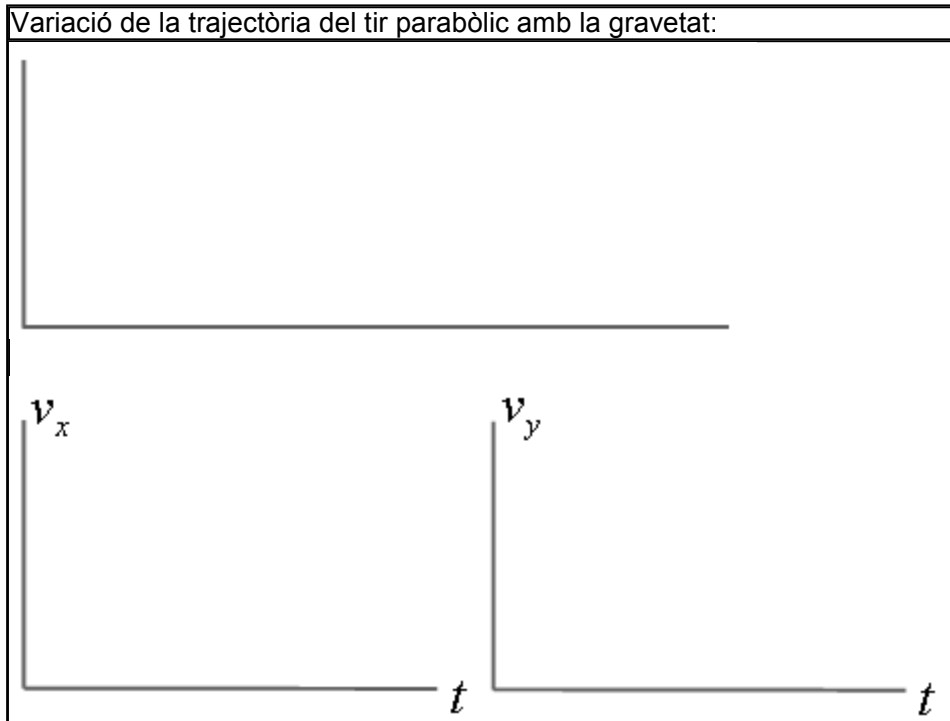
Comenta els gràfics obtinguts:

Per què succeeix això? Per què per a l'angle de  $45^\circ$  l'abast és màxim (mantenint la mateixa velocitat inicial)? Compara les conclusions a què has arribat amb la teoria que has estudiat a classe.

Prova ara per un angle de  $90^\circ$ . Quin moviment obtens?

**4.** Suposa ara que fas el mateix experiment en dos planetes diferents, un que té una gravetat de  $6 \text{ m/s}^2$  i l'altre  $14 \text{ m/s}^2$ . Pren una velocitat inicial de  $150 \text{ m/s}$  i  $40^\circ$  d'inclinació. Dibuixa el moviment dels tres objectes en el mateix gràfic (indica quin moviment és en cada

planeta) i dibuixa també els gràfics de les velocitats que obtens a l'esquerra de la pantalla.



Comenta els resultats obtinguts:

**Conclusió.** Explica la conclusió a què has arribat mitjançant la teoria vista a classe.

**5. Opinió personal.** Comenta aquí què t'ha semblat la pràctica (incidències en els ordinadors, si t'ha ajudat o no a entendre una mica més la teoria, propostes per l'any que ve...). Comenta també quines diferències hi havia entre les idees prèvies que tenies i els resultats obtinguts en la pràctica.



**La tercera part** és una discussió a classe dels resultats obtinguts en la pràctica i l'explicació teòrica dels resultats (la majoria els dedueixen ells). Per acabar l'activitat es torna a contestar el qüestionari inicial a classe per veure les modificacions que han tingut les idees inicials dels alumnes. Per a aquesta tercera part va bé la utilització del canó a la classe per tal de poder anar visualitzant les parts de l'activitat que s'estant comentant. Per poder realitzar correctament aquesta part fa falta tenir un canó de projecció a l'aula.

## Conclusions

En acabar la unitat i fer l'avaluació, he observat durant aquests últims anys que he utilitzat aquest

recurs, uns resultats molt més satisfactoris. Els conceptes queden molt més clars ja que els alumnes relacionen molt millor la teoria (fins llavors molts només veien un conjunt de fórmules complexes) amb el moviment que estudien.

Una de les millores que he observat en l'aprenentatge del moviment és el fet que els alumnes s'atreveixin a manipular amb més "naturalitat" les fórmules que regeixen dit moviment. El punt 3 del simulacre els sorprèn i els alumnes tenen força ganes de poder interpretar matemàticament els resultats observats en el simulacre. En la sessió teòrica posterior a l'activitat amb l'ordinador comencen a treballar amb les equacions del moviment. Aquest canvi d'actitud envers el moviment és el que facilita l'aprenentatge correcte del tir parabòlic.

---

**Araceli Cabrero**

Professora de Física al IES Alba del Vallés, Sant Fost de Campsentelles.

Llicenciada en Física per la Universitat de Barcelona.

Adreça electrònica: [acabrero@xtec.cat](mailto:acabrero@xtec.cat)