

Treball de recerca



Quina física hi ha al

darrera de les joguines?



Marc Carreres

Dirigit per: Pilar Ricol

IES Montserrat

Batxillerat 2.3

3/11/11

AGRAÏMENTS

En aquest apartat vull agrair l'esforç que han realitzat totes aquelles persones que directament o indirectament han contribuït en el procés d'elaboració d'aquest treball de recerca.

En primer lloc, agraeixo molt especialment la col·laboració de la meva tutora Pilar Ricol (professora de física de l'Institut Montserrat de Barcelona), que en tot moment m'ha orientat, aconsellat i animat a desenvolupar-lo. També agrair la seva aportació material en quant a joguines, programes i altres informacions.

De manera molt particular, vull donar les gràcies a la meva mare i a la meva germana per l'ajuda material i moral que m'han dedicat durant aquest temps. Principalment per la recerca de les joguines i per l'ajuda a l'hora de realitzar les gravacions.

Un agraïment molt profund a les mestres dels cursos on vam passar les enquestes i als alumnes de segon, tercer i quart de primària que, molt amablement, van respondre a les qüestions que els vam plantejar.

Un reconeixement especial a l'escola Turó del Cargol per cedir-me les seves instal·lacions per a poder realitzar les gravacions quan necessitava un espai ampli.

Gràcies a tothom!

ÍNDIX DE CONTINGUTS

1.- Introducció	5
2.- Marc teòric	7
2.1.- El joc.....	7
2.2.- La juguina	10
2.3.- Història de les joguines	14
2.4.- Tipus de joguines i jocs	17
2.4.1.- Classificació segons l'àrea de desenvolupament dels infants	18
2.4.2.- Classificació amb relació al currículum educatiu	20
2.5.- Ensenyament de la física mitjançant l'ús de joguines	21
2.6.- Conceptes físics que es poden treballar.....	24
3.- Metodologia de la recerca	25
3.1.- Objectius.....	25
3.2.- Preguntes que ha de respondre la recerca.....	25
3.3.- Tipus d'investigació.....	26
3.4.- Mostra de l'estudi i joguines investigades	26
3.5.- Tècniques i instruments utilitzats per recollir les dades	27
3.6.- Criteris per categoritzar les dades	28
3.7.- Dades recollides	29
3.7.1.- Joguines que han dit de cada categoria.....	30
4.- Anàlisi de les dades	33
4.1.- Anàlisi de les dades de les enquestes	33
4.2.- Anàlisi de les joguines	41
4.2.1.- El drac que baixa per la rampa.....	41
4.2.2.- El pica soques o ocell vibrador	49
4.2.3.- Ninot que baixa l'escala	54
4.2.4.- Ninot equilibrista.....	57
4.2.5.- Io-io.....	62

4.2.6.- Diàbolo.....	65
4.2.7.- Plat volador	68
4.2.8.- Baldufes.....	71
4.2.9.- Bozo-bozo	72
4.2.10.- Molinet de vent	74
4.2.11.- Acròbata	76
4.2.12.- Juguines de corda.....	77
4.2.13.- La roda imantada	78
4.2.14.- Vaixell de vapor.....	83
4.2.15.- Slinky i molles de colors.....	84
4.2.16.- Pilota de bàsquet	85
4.2.17.- Pilota de futbol.....	93
4.2.18.- Circuit de boles.....	100
4.2.19.- Pilota de goma.....	101
4.2.20.- Dues pilotes iguals de diferent massa.....	103
4.2.21.- Cotxe amb globus	106
4.2.22.- Cotxes amb engranatges.....	109
4.2.23.- Cotxe solar	111
4.2.24.- Cotxe amb piles.....	113
4.2.25.- Cotxe amb hèlix i energia de les piles	115
4.2.26.- Avions impulsats per gomes elàstiques	117
4.2.27.- Avions propulsats per un motor elàstic.....	119
4.2.28.- Aviò looping	123
4.2.29.- Aviò de retorn	127
4.2.30.- Helicòpter amb globus	128
4.2.31.- Helicòpter solar	131
4.2.32.- Coets propulsats per aire.....	133

4.2.33.- Miratge 3D.....	136
4.2.34.- Calidoscopi.....	138
4.2.35.- Teleidoscopi.....	139
4.2.36.- Caixes de música.....	140
4.2.37.- Tubs sonors	141
5. Conclusions finals extretes de l'anàlisi de les dades.....	143
5.1- Amb quines joguines juguen més els infants d'avui en dia?	143
5.2.- Quina energia utilitzen les joguines amb que juguen més els infants?	144
5.3.- Els nens i les nenes, mentre juguen, es fan preguntes dels conceptes físics que utilitzen les seves joguines?	144
5.4.- Quins conceptes físics predominen en les joguines analitzades?	145
6.- Bibliografia	147

1.- Introducció

El treball de recerca que es presenta en aquesta memòria s'ha realitzat durant l'any 2011 entre l'últim trimestre del primer curs de Batxillerat i el primer trimestre del segon.

Les motivacions que em van portar a escollir el tema "**Quina física hi ha al darrera de les joguines?**" van sorgir després d'aprofundir els meus coneixements sobre la física durant el curs de primer de batxillerat, ja que em vaig preguntar, plantejar i adonar de que gairebé tots els objectes que ens envolten en la vida quotidiana desenvolupen algun concepte físic i utilitzen algun tipus d'energia per funcionar.

Em va cridar l'atenció, especialment, la física i les energies que desenvolupen les joguines, uns objectes que ens acompanyen durant els primers anys de la nostra vida i que després queden oblidades i mai més en tornem a fer cas.

El plantejament del treball ha consistit, en primer lloc, esbrinar quines joguines fascinen més als infants d'avui en dia, mitjançant una enquesta, per tal d'analitzar el funcionament d'alguna d'elles i veure si els nens i les nenes són conscients dels conceptes físics que hi ha al darrera. Pel fet de no ser molt significatives les que van mencionar, vam remenar, buscar i trobar diferents tipus de joguines, ja fossin algunes que encara guardava de quan era petit o bé adquirint-ne de noves per poder-les estudiar.

Una vegada seleccionades les joguines vam procedir a fer la gravació del seu funcionament i, a partir d'aquí, escollíem el mètode més adequat per estudiar-les. La majoria de joguines desenvolupaven moviment i, per tant, aquestes van ser analitzades amb el programa Tracker ja que ens ofería un ampli ventall de possibilitats per analitzar els diferents conceptes implicats en la cinemàtica; seleccionàvem els gràfics més destacats i significatius per a comentar-los. La resta de joguines ens vam limitar a explicar-ne el seu funcionament d'una manera bastant entenedora ja que, el seu estudi analític, era massa complex degut a la manca de material i/o coneixements.

D'algunes, a més a més, vam fer alguns càlculs científics per a calcular l'error de precisió del programa o bé les diferències que hi ha entre el món real i el món teòric on s'utilitzen marcs simplificats a l'hora de fer l'estudi matemàtic. En un altre cas també vam calcular la diferència de velocitat entre un cotxe solar i el mateix cotxe funcionant amb piles.

Aquest treball de recerca té dos formats diferents de presentació.

En aquest document de memòria comuniquem:

- El marc teòric del qual hem partit per fer la recerca.
- La metodologia utilitzada.
- L'anàlisi de l'enquesta realitzada als infants.
- Les fitxes de les diferents joguines.
- Les conclusions finals per respondre les preguntes de la recerca:
 - Amb quines joguines juguen més els infants d'avui en dia?
 - Quina energia utilitzen les joguines amb que juguen més els infants?
 - Els nens i les nenes, mentre juguen, es fan preguntes dels conceptes físics que utilitzen les seves joguines?
 - Quins conceptes físics predominen en les joguines analitzades?

En el bloc es presenten les joguines estudiades juntament amb:

- La fotografia.
- El vídeo del seu funcionament.
- Les gràfiques.
- El document PDF amb les explicacions científiques i/o els càlculs.

<http://fisicajoguines.blogspot.com/>

2.- Marc teòric

En aquest apartat presentem breument el marc teòric del qual hem partit per fer el treball de recerca.

2.1.- El joc

El joc és una de les manifestacions culturals històriques més antigues i així ens ho mostra Johan Huizinga en l' "Homo ludens" (1972).

"El joc és més vell que la cultura... pressuposa sempre una societat humana, i els animals no han esperat a que els homes els ensenyin a jugar."

Ens recorda que el joc animal és una manifestació pre-cultural al dir-nos que el joc és més vell que la cultura. En aquest sentit ens mostra que el joc és tan antic que el veiem present en totes les societats humanes, des de les més remotes fins a l'actualitat.

Convé, però, reconèixer que el joc animal no evoluciona culturalment parlant, cosa que sí que passa en el joc humà, és a dir, que els jocs humans si bé tenen l'origen en el joc animal com la nostra evolució ens indica, és necessari tenir en compte que el joc en els nadons, en principi, també correspon a característiques genètiques. Aquestes no desapareixen però es conjuguen amb els elements culturals que cada poble pugui tenir. Així sorgeixen particularitats en les joguines, en les formes del joc,... ja que depèn tant de la societat i la cultura com l'evolució de cada una d'aquestes.

Estudis recents sobre els jocs ens mostren com estan presents en la història de la humanitat i han estat determinats per les condicions socials i culturals dels pobles. Els pobles més antics han utilitzat la dansa i la festa com a element associat al joc i aquest als costums de cada poble per aconseguir mitjans de subsistència. En aquest sentit, Alfred Weber, a "Història de la Cultura" (1956), obra traduïda a l'espanyol per Luis Recasens Siches, ens diu:

"...els primitius tenien una divisió del temps marcada per dos moments, sense precisar un ordre d'importància: un primer moment obeïa al temps per a la supervivència i un segon moment dedicat per les comunitats a activitats

simbòliques. És per això que el joc i el lúdic es troben lligats pels primitius a la dansa i a la vida de la comunitat.”

D'una manera més àmplia, diríem que els pobles han construït, culturalment parlant, un sistema de vida i, en aquest, han elaborat un sistema lúdic compost pels jocs i les juguines, no només dels nens, sinó de tots els individus que conformen aquesta comunitat.

El joc, sens dubte, fa part de la cultura dels pobles i aquesta s'expressa a partir del mateix. Els jocs són definits com les accions dels individus per divertir-se, sense dir que són les úniques, doncs existeixen moltes accions que signifiquen diversió i que no es constitueixen en joc.

Moments posteriors en la història de la humanitat deixen veure les consideracions que es tenen sobre el joc com una pràctica dels grups. Ja Plató, en *“La República”* (edició del 2003), havia esmentat la importància del joc en la vida dels nens i en la seva educació i feia distincions importants entre el joc fals i el joc veritable. Per a Plató, el joc fals era el que es practicava amb finalitats específiques, com allò que avui anomenem esport; per això les Olimpíades no eren considerades com a jocs, sinó com una activitat esportiva lluny del joc veritable. Per aquest, s'entenia la pràctica d'una activitat lúdica que no tenia finalitats en si mateixa, però que podria aprofitar-se per a l'educació.

L'evolució històrica, com ho planteja César Vallejo, un dels poetes més importants del segle XX a l'Amèrica Llatina i considerat el màxim exponent de l'Avantguardisme literari de Perú, ha vingut influenciant la vida dels individus fins al punt d'apartar la vida quotidiana en dues esferes contraposades: una esfera, el món laboral i l'altra, el temps lliure. Se'ns presenta com a contraposició, separant la vida quotidiana dels homes com si aquesta dimensió lúdica que venim esmentant, no fos part de l'existència humana.

El mateix Plató dóna tanta importància al Joc que el passa per davant d'un fet tant significatiu com és la conversa i el que això comporta ja que, el fet de conversar, sempre ha estat símbol de connexió i bona entesa entre persones.

"Es coneix millor a una persona en una hora de joc... Que en tot un any de conversa."

Martine Mauriras-Bousquet, escriptora francesa que treballa al Sector d'Educació de la Unesco i autora de diversos articles sobre el joc i les tècniques d'ensenyament, ens comenta en l'article "El que incita a jugar i el que incita a aprendre" (1986) que el joc:

"...és una actitud existencial, una manera concreta d'abordar la vida que es pot aplicar a tot i que no correspon a res en particular."

Hi ha moltes persones, principalment les que es dediquen en l'educació dels infants, que afirmen i estan convençudes de que el joc ens impulsa a descobrir, manipular, observar i interpretar el món.

Perquè existeixi el joc cal que existeixi la possibilitat d'escollir i tractar els objectes i, fins i tot, les idees vinculades al joc, de manera no convencional.

El joc és present també en la nostra etapa de vida adulta, però les seves característiques ja no són les mateixes, perquè el joc adult i el joc infantil envolten situacions i sentiments molt diferenciats que ens evoquen també records totalment diversos.

Del joc, podem afirmar que és un fonament imprescindible per desenvolupar les aptituds personals o socials en els infants, amb què poden començar a assimilar normes i conductes, les quals facilitaran més tard que es vagin integrant en la societat. Poden aconseguir la satisfacció i els fomenta el naixement de la curiositat i l'oportunitat d'expressar desitjos i sentiments.

Per tant, és importantíssim que un infant pugui jugar, i si és amb la companyia d'altres nens i nenes molt millor, perquè es poden establir i compartir situacions riques i diverses.

El joc ens proporciona:

- Font inesgotable de plaer i satisfacció.
- Estimula l'afany de superació personal.
- Suposa l'oportunitat d'expressar sentiments.
- Afavoreix la interiorització de pautes i normes de comportament social.
- Motiva la curiositat, motor d'aprenentatges.

- Estimula el desenvolupament de les funcions físiques, psíquiques, actives i socials.

Veiem com el joc ens dota de grans beneficis i que, de petits, pot ser de gran ajuda pels nadons a l'hora de conèixer el món i experimentar amb ell, a més de proporcionar-los grans sensacions i preparar-los pels grans reptes que es trobaran al llarg de la vida.

El joc esdevé un mitjà de socialització extraordinari, però cal desenvolupar els següents factors:

- Espais.
- Temps.
- Companys.
- Jocs i joguines.

Hi ha diversos factors que poden afavorir al desenvolupament del joc i les joguines en són un d'ells. D'aquesta manera podem dir que la joguina forma part del joc i que n'ajuda el seu desenvolupament.

2.2.- La joguina

Per aproximar-nos al concepte de joguina, delimitar-ne l'abast i poder formular alguna definició, haurem de partir de l'estudi i anàlisi dels estris que, naturalment i espontàniament, fan servir els infants com a objectes de joc.

Una de les primeres conclusions derivades d'aquesta anàlisi és que la majoria d'infants quan juguen fan servir una infinitat d'objectes que, en principi, no han estat pensats per aquesta funció. Qualsevol objecte trobat a l'atzar es pot convertir en un tresor que cal amagar o trobar, un cavall amb què cavalcar, un perillós monstre que cal vèncer o una vareta màgica que et fa invencible i dota de poders,... També els fascinen els elements naturals com les fulles, la gespa i tots els animals que viuen en aquest ecosistema: les formigues, les marietes, els centpeus, etc. Un element qualsevol pot convertir-se en joguina degut més a la creativitat dels jugadors que a la pròpia joguina com a tal.

La connexió entre joc i joguina ha generat nombroses recerques mitjançant les quals es pretén determinar si el joc i la joguina estan tan intrínscament units que no poden existir l'un sense l'altre. En principi, podem afirmar que, segons els estudis efectuats a nens i nenes mentre jugaven, s'ha observat que poden passar hores sense cap mena de material de suport, és a dir, sense utilitzar cap joguina com a objecte de joc (n'és un exemple la tendència innata que té el nadó a jugar amb el seu cos; en aquest sentit, les mans i els peus són la base dels seus primers jocs). La joguina es defineix com l'element amb el qual es juga, és a dir, que la joguina no és el joc en sí mateix i, per altra part, perquè hi hagi joc, és necessari que existeixi la acció del jugador utilitzant un joguet, cosa que significa que no es fa possible que existeixin jocs sense la acció humana. En aquest sentit el joc es fonamentalment una acció de les persones. El joguet no decideix què pot ser ni per a què pot servir; aquesta tasca s'assigna a la imaginació del jugador. Les joguines són en essència l'element que s'utilitza en el joc, no són el joc en sí mateix. Des d'aquesta perspectiva, existeixen joguines amb la fi predeterminada de ser-ho i altres elements que acaben sent joguines més pel jugador i l'activitat mateixa, a la qual denominem joc, que a la seva utilitat real, doncs han estat dissenyats i fabricats per a altres finalitats.

La joguina va ser considerada durant molt de temps una cosa poc seriosa, un objecte amb què jugaven els infants, les característiques de la qual, a part de les estètiques, no despertaven gaire interès. A mitjans del segle XX s'inicien alguns estudis i recerques sobre la joguina, que augmenten considerablement en les darreres dècades del segle passat. Actualment, la psicologia, la pedagogia, la sociologia, la docència i la indústria es preocupen cada vegada més de l'estudi de la naturalesa de la joguina, de les seves característiques i de la seva adequació a les necessitats dels infants. Probablement, aquest canvi d'actitud ha anat acompanyat de la importància que té el joc i la joguina en la societat actual i de la gran expansió que viu la indústria.

Les joguines són elements quotidians de la nostra vida. Són imprescindibles quan som infants, perquè estimulen l'aprenentatge i el desenvolupament d'habilitats. Però també segueixen sent útils més endavant, en la maduresa, així com en la relació lúdica entre pares i fills. Doncs bé, les joguines tenen la seva raó de ser en la física, funcionen amb els principis físics més variats i solen produir resultats sorprenents.

Totes les joguines, fins i tot les més rudimentàries, necessiten energia per funcionar. En realitat és difícil definir-la, com expliquen els experts, i tan sols en mesurem les seves variacions. El veritablement interessant és poder descriure la llarga cadena de

transformacions energètiques que té lloc fins al moment en el qual es produeix el moviment d'una joguina.

Pel que fa a la definició de joguina, com passava amb la de joc, n'hi ha gairebé tantes com autors, tot i que en la majoria es detecten punts importants de coincidència.

El diccionari de la Real Acadèmia Espanyola de la Llengua, defineix a la joguina com a:

"Objecte atractiu amb el qual s'entretenen els nens."

Aquesta definició ens sembla simplista a l'hora de pensar en el vincle que els nens i nenes poden tenir amb les seves joguines. La interacció que es desenvolupa entre el nen i la joguina és més àmplia i no pot reduir-se a considerar-ho com un simple objecte per entretenir-se, doncs aquesta relació es troba marcada, entre altres valoracions, per l'afecte que l' infant pot oferir a la seva joguina.

Per tant, partirem de dues definicions de diferents persones ben habituades i assabentades en aquest àmbit per a extreure conclusions i punts comuns:

Segons Pertev Borotav, professor d'Universitat i especialista en folklore popular de Turquia:

"La joguina és l'accessori que constitueix per si mateix l'element suficient del joc i que només l'ús confereix a la joguina el seu caràcter definitiu. Un objecte concebut com a joguina i que serveixi per a una altra finalitat i no es faci servir per jugar, no és una joguina."

Amb aquesta definició l'autor posa l'èmfasi en el poder natural i intrínsec de la joguina. El fet que un infant tingui un objecte a les mans, sigui el que sigui, i que en un moment determinat li confereixi la característica "d'objecte per jugar" és suficient perquè l'infant organitzi al voltant d'aquest objecte el seu joc i que l'objecte es converteixi, per tant, en joguina.

La senyora Maria de Borja i Solé, catedràtica de la Universitat de Barcelona, pionera i impulsora de les ludoteques durant molts anys sent un referent nacional i internacional sobre la temàtica, defineix la joguina com:

"Un element especialment pensat, dissenyat i elaborat per estimular i diversificar el joc humà", i quan a la seva funció afirma que "realitzades per entretenir als infants,

n'estimulen l'activitat a partir de la qual incideixen en el desenvolupament del cos, la motricitat, l'afectivitat, la intel·ligència, la creativitat, la sociabilitat,..."

En aquesta definició es remarca el poder i el saber de l'adult. La joguina és vista com un objecte ideat i fabricat amb objectius i funcions predeterminades, amb la intenció d'ajudar d'una manera efectiva el desenvolupament infantil, ja que ha estat dissenyada amb aquesta finalitat.

Basant-nos en aquestes definicions poden assenyalar una sèrie de premisses:

- La joguina ha de ser vista com un objecte de joc, ja sigui fabricat per adults o elaborat o obtingut naturalment pel mateix infant, que afavoreixi la llibertat d'elecció del joc, que desenvolupi les capacitats, que inciti sempre la creativitat i la imaginació, i que enriqueixi el joc.
- La joguina no ha de ser mai un objecte per observar que predetermini l'activitat lúdica dels infants. S'ha d'evitar que la joguina constrenyi el joc fins al punt que impedeixi l'infant expressar-se lliurement, o que li coarti la imaginació.

Per l'evidència dels estudis esmentats es pot arribar a les següents conclusions:

- La joguina és qualsevol objecte que, en mans de l'infant, l'incita al joc.
- Les joguines són un suport per al joc. Una joguina que no sigui per jugar, estimuladora o motivadora del joc, no mereix anomenar-se com a tal.
- Que el joc arriba primer i la joguina el segueix, de la qual cosa es dedueix que la joguina no és imprescindible en el joc infantil.
- Que qualsevol objecte pot canviar de finalitat i utilitzar-se com a joguina.
- Que, malgrat que les joguines o altres objectes lúdics no són imprescindibles, la major part de les vegades els infants els utilitzen en els jocs.
- Es considera que no hi ha una joguina que sigui la millor per a l'infant, perquè depèn de les necessitats que satisfaci i del valor que cada u li atribueixi.
- El que de veritat és important no és la joguina en si, sinó el valor que cada infant li doni.

2.3.- Història de les joguines

Les joguines, com els jocs, es troben presents al llarg de la història de la humanitat i es troben marcades per les condicions socials, econòmiques, polítiques i culturals dels pobles que determinen les joguines amb les quals els individus juguen. Per això no és estrany que en èpoques antigues, o cultures denominades antigues, les nines es fabriquessin amb fang. Encara avui algunes comunitats indígenes construeixen joguines per els jocs infantils amb materials del seu medi, i a mida que anem recorrent la història, les nines especialment, denominades com la reina de les joguines, ha anat evolucionant en materials, disseny, presentació, resistència,... Al llarg de la història les joguines han evolucionat considerablement: des de les elaborades amb materials naturals i expressament per o per a l'infant a qui anava dirigida, fins a les més sofisticades produïdes per la potent indústria dedicada a fomentar el consum mitjançant la fabricació, distribució, publicitat i venda dels seus productes.

Les joguines, encara ara, es troben poc documentades bibliogràficament ja que cal tenir en compte que un dels principals problemes que ha tingut l'etnologia i altres disciplines a l'hora d'estudiar la joguina és que la immensa majoria de les èpoques llunyanes han desaparegut, la qual cosa ha obligat a deduir o imaginar les pròpies de cada època mitjançant estudis socioculturals i la interpretació de textos escrits, pintures o relleus. Amb el pas del temps s'han anat convertint en una mena d'objectes de culte per una bona part de nosaltres. A Catalunya trobem dos museus on podem trobar joguines de diferents èpoques i veure com han evolucionat: el Museu de la joguina de Figueres i el Museu de la joguina de Verdú.

Les joguines, com els jocs i també les cançons, tenen la seva pròpia història ja que neixen algun dia de la imaginació d'algú o de les mans d'un artesà i es van transformant segons l'ús que en facin les diferents generacions: transmetent-se entre elles i arribant fins a nosaltres o, per contra, perdent-se en l'oblit. Són, a priori, elements innocents però constitueixen un reflex clar de la pròpia societat i dels diversos i diferents moments històrics, sent així una manifestació cultural i artística i, també, creacions culturals representatives de la història col·lectiva.

Diferents joguets i jocs han estat desenterrats dels jaciments arqueològics de les civilitzacions més antigues. Han aparegut mencionades des dels primers escrits literaris. Els joguets trobats en excavacions de la civilització de la vall de l'Indus (3000-

1500 a.C) inclouen petits carretons, xiulets amb forma d'ocell, i micos de joguina que podrien lliscar per una corda.

Els joguets més antics van ser fabricats a partir de materials que es troben a la natura, com pedres, pals i argila. Fa milers d'anys, els infants egipcis jugaven amb ninots que tenien ales i potes mòbils que estaven fets de pedra, ceràmica i fusta. A l'Antiga Grècia i a l'Antiga Roma, els nens jugaven amb nines de cera o terracota, pals, arcs i fletxes, i io-ios. Quan els infants grecs, sobretot les noies, es feien grans, era costum sacrificar les joguines de la seva infància als déus. En la vigília del seu casament, les joves al voltant dels catorze anys oferirien les seves nines en un temple com a ritus d'iniciació a l'edat adulta.

A mesura que la tecnologia canviava i la civilització progressava, els joguets també canviaven. Mentre que les joguines antigues estaven fetes de materials de la natura com la pedra, la fusta i l'herba, les joguines modernes sovint es fabriquen amb plàstic, roba i materials sintètics. Les joguines antigues solien estar fabricades pels pares, família, coneguts dels infants o pels infants mateixos. En canvi, les joguines modernes solen produir-se en massa i vendre's en botigues.

Aquest canvi en la naturalesa dels joguets s'exemplifica pels canvis que han tingut lloc en un dels joguets més antics i universals que ha fet l'ésser humà: els ninots i les nines. Els primers ninots primitius eren simples peces de fusta amb blocs d'herba. Els ninots egipcis a vegades eren articulats i així les seves potes es podien moure de manera realista. A principis del segle XIX ja hi havia nines que podien dir formular paraules. Avui en dia hi ha nines que poden reconèixer i identificar objectes, la veu del seu propietari, i escollir entre centenars de frases pre-programades amb les quals respondre. Els materials amb que es fan els joguets han canviat, el que poden fer també ha canviat, però el fet que els nens segueixen jugant-hi no ha canviat.

Es podria afirmar, doncs, que les joguines i els éssers humans han tingut vides paral·leles i que l'existència d'unes (les joguines) ha anat estretament lligada a la dels altres (els éssers humans). S'han observat molts mamífers joves jugant amb qualsevol cosa que troben, fent que coses com pinyes, roques i menjar es convertissin en joguets. Això simplement indica que els joguets tenen una història tan llarga com la de la civilització humana mateixa. Tanmateix, com ja hem dit, de les èpoques més remotes com la prehistòria, els testimoniatges són molt escassos a causa de la precarietat de les matèries primeres que s'utilitzaven. De l'època antiga han arribat fins a nosaltres pràctiques tan significatives com les que es portaven a terme a l'antic Egipte, on els infants eren enterrats amb pilotes de cuir o talles de fusta que

reproduïen escenes de la vida quotidiana dels adults. En altres civilitzacions, com ara la Grècia clàssica, la joguina estava lligada a la vida del nen des del seu naixement perquè rebia el primer regal en el mateix moment que el seu pare li posava el nom. A partir d'aquell moment, regalar joguines es convertia en un fet normal en els seus aniversaris i en totes les festes. De les joguines utilitzades pels infants grecs, en tenim un valuós testimoni gràcies a la ceràmica que ha arribat fins a nosaltres.

Els romans van heretar, de la mateixa manera que moltíssimes altres costums i pràctiques, totes les joguines gregues, encara que en van afegir algunes més, com ara les armes de guerra. Va ser a partir d'aquest moment, quan van entrar les armes al món de les joguines. Aquesta incorporació ha estat una realitat que ha arribat fins als nostres dies. Les armes en la civilització romana i la seva irrupció en el món infantil denoten un fet molt característic, prioritari i peculiar d'aquesta civilització: estendre i consolidar l'imperi romà al voltant del mar Mediterrani o Mare Nostrum, de la qual el nostre país formava una part important. És d'aquesta època, del segle IV, que data una nina articulada de 23 centímetres que va ser trobada en una necròpolis romanocristiana de Tarragona. Però amb la caiguda de l'imperi romà d'Occident ens endinsem en un nou període històric: el de l'edat mitjana.

Aquesta etapa va estar marcada per un empobriment general de la població europea i els nens i les nenes es van haver d'incorporar, abans de fer-se grans, a les tasques domèstiques i laborals per poder ajudar la família. Aquesta circumstància va afectar inevitablement el desenvolupament de les joguines, encara que els nens i les nenes de la noblesa van ser l'excepció del moment i ells sí que van poder gaudir de nines luxoses o de cavallets de fusta. Així doncs, les joguines més populars d'aquesta època eren les nines i els seus aixovars, els cotxets, els xiulets i les joguines de fang i de fusta.

Amb l'entrada de l'època moderna, la joguina va tornar a revifar i va prendre la consideració d'objecte artístic. Aquest va ser el cas del pas de la nina de fusta a la nina de paper i cera, encara que van ser, novament, els privilegiats socialment i econòmicament, els qui van poder gaudir d'aquestes joguines. Del fet de considerar la joguina un bell element artístic se'n va derivar la pràctica de col·leccionar-les. Moltes vegades no van ser només els infants els qui volien aquestes joguines tan ben fetes, perquè ha arribat informació fins a nosaltres que certifica que els autèntics col·leccionistes dels primers autòmats van ser els sobirans.

La Revolució Francesa i l'entrada a l'època contemporània també van significar un punt d'inflexió important en el món de la joguina, ja que per primera vegada es van

començar a abaratir els costos de producció, fet que va anar directament relacionat a una accessibilitat més fàcil i a la popularització de les joguines. Però el fet més significatiu del període va ser l'arribada de la Revolució Industrial, la qual va representar per a les joguines el moment del seu gran desenvolupament i renovació. L'evolució de les nines explica molt bé tots aquests canvis perquè van passar de ser fabricades amb materials molt cars i delicats a ser-ho amb altres de més econòmics com el paper maixé, que va ser substituït pel cautxú i, finalment aquest últim, ho fou pel cel·luloide -un plàstic inventat l'any 1869-.

Ja en el segle XX, observem com la joguina experimenta canvis grans i ràpids, que fan que aquest segle també sigui considerat com el segle de la joguina. A Espanya, l'inici de la primera guerra mundial va afavorir la indústria de la joguina i durant la guerra civil el seu alentiment, ja que moltes fàbriques es van transformar per produir material bèl·lic. Una de les claus de la gran transformació del segle XX va ser la incorporació de l'electricitat al món de les joguines i l'aparició, per primera vegada a la història, de les grans companyies. Tots aquests aspectes van generar un augment molt important de la producció i un abaratiment dels preus. També van sorgir joguines impensables fins a aquell moment, que eren resultats directes de la industrialització: els cotxes, els avions o els trens. Per fer-nos una idea, aquests mitjans eren per als infants d'aleshores el que avui representen les consoles per als infants d'avui en dia. Aquesta joguina, que ha evolucionat amb tanta rapidesa i que desperta grans passions, va aparèixer l'any 1983 gràcies a la companyia Nintendo.

Per tant, el que sí que ha canviat de manera absoluta i espectacular són les diferents tecnologies aplicades a les joguines, ja que s'ha passat de la fusta primitiva, al cartró-pedra, passant per la llauna, fins arribar a l'ús del plàstic, que va revolucionar definitivament el món de la joguina.

2.4.- Tipus de joguines i jocs

Així com no és gens fàcil trobar definicions consensuades de joc i joguina, tampoc ho és que els especialistes es posin d'acord en una classificació única de joguines. Un dels problemes amb què es troben les diferents disciplines a l'hora de definir una tipologia de joguines és la gran quantitat de factors i variables que s'han de tenir en compte.

El que si que hi ha és un acord absolut en dues premisses bàsiques:

- Que la necessitat de l'infant ha de ser un factor determinant a l'hora de triar una joguina.
- Que malgrat que l'edat no és l'única variable, és imprescindible tenir-la en compte en qualsevol classificació de joguines. En principi totes les empreses fabricants estan obligades a col·locar, de manera visible en caixes o etiquetes, l'edat a què va destinat el producte.

Una de les classificacions més acceptades actualment és la classificació ESAR, que consisteix en organitzar i classificar les joguines segons el nivell de desenvolupament dels infants basat en els estadis evolutius de Jean Piaget.

Des de la perspectiva evolutiva i a partir dels estadis de desenvolupament infantil que va establir Piaget, aquesta classificació ha estat realitzada per professionals implicats en el món de l'activitat i el producte lúdics, i és el resultat de més de deu anys de recerca internacional.

El mètode d'anàlisi i classificació consisteix en una divisió de les joguines agrupades en grans famílies o etapes de joc:

- Joc d'exercici.
- Joc simbòlic.
- Joc d'"armar" (de construccions).
- Joc de regles.

Aquest sistema ha estat àmpliament acceptat i s'ha convertit en un referent per a qualsevol tipus de classificació i també en eina d'organització i catalogació de joguines a ludoteques.

2.4.1.- Classificació segons l'àrea de desenvolupament dels infants

L'Institut Tecnològic de la Joguina (AIJU) edita cada any una "Guia de les joguines", on les classifica segons el mètode ESAR.

Aquesta guia és gratuïta i es distribueix a escoles, ajuntaments, comerços, revistes especialitzades i es pot consultar a la xarxa. La guia afegeix a la classificació ESAR

una sèrie de categories definides com a aspectes psicopedagògics que fomenten la joguina.

L'anagrama ESAR sorgeix de la classificació dels jocs:

E – JOCS D'EXERCICI

E.1- Jocs sensorial sonors.

E.2- Jocs sensorials visuals.

E.3- Jocs sensorials tàctils.

E.4- Jocs sensorials olfactius.

E.5- Jocs sensorials gustatius.

E.6- Jocs sensorials motors.

E.7- Jocs manipuladors.

S – JOC SIMBÓLIC

S.1- Jocs d'imitació.

S.2- Jocs de rols.

S.3- Jocs de representació.

A – JOC PER “ARMAR”

A.1- Jocs de construcció.

A.2- Jocs de disposició.

A.3- Jocs de muntatge mecànic.

A.4- Jocs de muntatge electromecànic.

A.5- Jocs de muntatge electrònic.

A.6- Jocs científics.

A.7- Jocs artístics.

R – JOCS DE REGLES SIMPLES

R.1- Joc de loteria.

- R.2- Joc de domino.
- R.3- Joc de seqüències.
- R.4- Joc de circuits.
- R.5- Joc d'habilitats.
- R.6- Joc esportiu elemental.
- R.7- Joc d'estratègia elemental.
- R.8- Joc d'atzar.
- R.9- Joc de preguntes i respostes elementals.
- R.10- Joc de vocabulari.
- R.11- Joc matemàtic.
- R.12- Joc de teatre.

R – JOC DE REGLES COMPLEXES

- R.13- Joc de reflexió.
- R.14- Joc esportiu complex.
- R.15- Joc d'estratègia complexa.
- R.16- Joc d'atzar.
- R.17- Joc de preguntes i respostes complexes.
- R.18- Joc de vocabulari complex.
- R.19- Joc d'anàlisi matemàtic.
- R.20- Joc per "armar" complex.
- R.21- Joc de representació complexa.
- R.22- Joc d'escena.

2.4.2.- Classificació amb relació al currículum educatiu

Durant els darrers anys s'ha treballat per donar una perspectiva educativa al mètode ESAR, de manera que a l'hora d'analitzar i classificar les joguines han tingut gran rellevància variables com aspectes d'aprenentatge que poden desenvolupar els infants. Per això l'AIJU ha editat la publicació electrònica "Cercador de joguines".

<http://www.guiadeljuguete.com/2009/buscador-de-juguetes.php>

El cercador, a més de les variables ESAR, n'incorpora d'altres com ara: àrees d'educació infantil, àrees d'educació primària, eixos transversals. També incorpora variables vinculades a necessitats educatives especials: adequades per a hospitals, discapacitat motora, discapacitat auditiva o discapacitat visual.

2.5.- Ensenyament de la física mitjançant l'ús de joguines

Hi ha molts professionals de l'educació que últimament s'han interessat per utilitzar les joguines amb la finalitat d'ensenyar física, principalment en els instituts i universitats, per motivar als estudiants en dita matèria. Però recentment també s'han fet recerques a primària i s'ha comprovat que si, es treballa de forma experimental, els infants d'aquestes edats són capaços d'entendre i assimilar els conceptes implicats en la física.

Com que hi molts professionals que tenen aquesta creença només farà referència a alguns d'ells i elles.

El professor de física y divulgador científic Vicente López García en una de les seves conferències al Parc de les Ciències de Granada (2004) comenta:

"Crec que m'he sentit atret per les joguines al llarg de tota la meva vida per dues raons principals: perquè segueixo mantenint la curiositat i perquè sóc professor de Física. Les joguines estan plenes de Física. Funcionen d'acord amb els principis físics més variats i, a més, de vegades ho fan produint sorpresa en el resultat el qual, al meu judici, pot ser una bona base sobre la qual començar un tema a l'aula."

El professor Antxon Anta, un apassionat de les joguines i llicenciat en Ciències Químiques que treballa com a professor i cap de departament de Ciències del

Deutsche Schule San Alberto Magno de Bilbao, també assegura en un article del diari basc (2008) que:

"Les joguines estan plenes de física i funcionen amb els principis físics més variats i, a més, solen produir sorpreses i perplexitats en els seus resultats."

"Les classes de Física són avorrides. Jo recorro a les joguines. Les fa més atractives."

L'article "Jugant a divulgar la física amb joguines" (2005) de M^a Paloma Varela Nieto i José Luis Martínez Montalbán, professors de l'IES Ramiro de Maeztu de Madrid, ens confirma tot el que hem comentat anteriorment:

"La clau de la proposta de divulgació, que descriurem en aquest article, és el convenciment que utilitzar les joguines, sinònim de diversió per a petits i grans, en activitats de divulgació científica i, per descomptat, en l'ensenyament a les aules de la Física, pot ser una excel·lent estratègia a l'hora d'apropar el coneixement científic als ciutadans en general i als estudiants en particular. L'objectiu bàsic ha estat aconseguir que els estudiants compreguin els principis fonamentals de la Física, mitjançant la utilització de joguines com a element central, amb la finalitat de capacitar-los com a "professors" de la matèria."

En l'article "Joguines a classe i demostracions de física" (2010) de J.Güémez, professor del departament de física de la Universitat de Cantabria, ens comenta:

"Les joguines s'han utilitzat habitualment en Física com a materials pedagògics. Les joguines són útils, tant en el desenvolupament de les classes i de les conferències sobre Física, com per motivar l'interès dels alumnes sobre aquesta matèria. Són també dispositius molt interessants des d'un punt de vista científic i poden utilitzar-se per desenvolupar projectes d'investigació amb els alumnes. No obstant això, en algunes joguines, la física subjacent pot arribar a ser tan complexa per a certes audiències que es desaconsella el seu ús en tals situacions".

A Catalunya també hi ha mestres que a les seves classes utilitzen les joguines per explicar i fer descobrir conceptes físics al seu alumnat. A més, des de les Universitats es potencia aquesta forma d'ensenyar als futurs docents. Un exemple el tenim amb la professora de l'UAB Digna Couso que, també des del CDEC de Ciències, assessora al grup de formadores i formadors d'aquesta entitat.

En la llicència d'estudis "Projectes per ajudar a evolucionar les idees científiques i les competències dels infants" realitzada per Neus Garriga, concedida pel departament d'ensenyament el curs escolar 07/08, es pot comprovar com la utilització de les joguines i màquines permet treballar diferents conceptes físics amb els infants d'infantil i cicle inicial de primària.

He comprovat que no només a Catalunya i a Espanya s'utilitzen les joguines per aprendre física, si no que a tot el món hi ha molts professors que les utilitzen per a poder transmetre els coneixements de física als estudiants.

Per tant hem volgut anar una mica més lluny i no ens hem limitat a buscar informació exclusivament d'opinions de professors a nivell nacional i, tenint en compte els últims estudis sobre els resultats obtinguts per els estudiants espanyols, he volgut anar més enllà i buscar opinions de professors de caràcter internacional i mundial on l'educació està més valorada i els alumnes rendeixen més.

En un article d'una revista boliviana de física publicada l'any 2007 per l'autora Ximena Canedo ens comenta:

"La utilització de les joguines motiva als estudiants per l'aprenentatge dels principis físics...Una altra avantatge per utilitzar-les és el desig dels estudiants per seguir investigant..."

Jeannie Tischler, professora de Tulip Grove School, Nashville, Tennessee, ens comenta:

"És increïble quantes joguines es basen en els principis de la física i la química. Aprendre els conceptes de ciència amb joguines és una aventura emocionant per als nens. El seu interès natural i curiositat per la ciència, combinada amb el desig de jugar amb elles, ofereix una gran motivació per aprendre."

La professora de primer grau i escriptora de varis llibres sobre joguines Ann Veith, creu que la gran motivació que proporcionen les joguines fa que els seus estudiants aprenguin més.

"M'emociono quan ensenyo i veig que els meus alumnes es diverteixen mentre aprenen."

Beverly Taylor, James Poth i Portman Dwight, autors dels llibres "Ensenyament de la física amb joguines" (1995) ens diuen:

“Ensenyar amb les joguines permet potenciar en els estudiants el pensament i la manipulació en l’aprenentatge i milloren les seves habilitats per resoldre els problemes que els sorgeixen i, alhora, milloren el seu coneixement sobre el contingut científic.”

Els punts en comú de tots aquests educadors i físics és:

- Aconseguir que l’alumnat aprenguin física escolar mitjançant la utilització de joguines, ja que creuen que d’aquesta manera estan més motivats per aprendre i en millor disposició per resoldre els problemes que els sorgeixen.
- Capacitar als alumnes perquè siguin capaços de descobrir la física que hi ha darrera de cada una de les joguines utilitzant metodologies d’ensenyament d’aprenentatge més actives i que sàpiguen explicar a tercers la física que han descobert.
- Difondre, a través de publicacions científiques-didàctiques, la possibilitat d'utilitzar joguines per ensenyar i divulgar la Física perquè els educadors tinguin el material necessari i la informació necessària per utilitzar-les en l’ensenyament.

2.6.- Conceptes físics que es poden treballar

La recerca de la física de les joguines que intentarem fer, anirà pràcticament basada en la física treballada al llarg d’aquest darrer curs escolar i, els aspectes que es treballaran i estudiaran, estaran catalogats amb un nivell de complexitat i dificultat similar al darrer curs cursat. S'intentaran reconstruir i resoldre experimentalment alguns problemes resolts durant l'any de forma teòrica, per tal d'aprofundir els nostres coneixements i comprovar i descobrir alguns conceptes físics que poden contenir les joguines.

Vam començar el darrer curs fent un repàs de cinemàtica repassant els conceptes de posició, trajectòria, distància, velocitat,... i estudiant els diferents tipus de moviments: moviment rectilini uniforme, moviment rectilini uniformement accelerat, moviments parabòlics i circulars,... Aquests aspectes seran, segurament, el que més tocarem a l'hora d'estudiar la física de les joguines ja que, la majoria d'elles, desenvolupen algun moviment que serà estudiat.

A més intentarem analitzar, en alguns casos, les diferents forces que intervenen en el seu funcionament i els diferents aspectes relacionats amb la mecànica newtoniana

juntament amb els tipus d'energies utilitzades i les transformacions energètiques produïdes. Durant l'any vam treballar les energies cinètica i potencial, i les intentarem analitzar. També tindrem en compte les lleis de Newton a l'hora de fer l'estudi.

De les joguines sonores, de les òptiques i d'altres una mica complexes, intentarem analitzar simplement el seu funcionament perquè el nivell actual de coneixements no ens permet realitzar càlculs científics tan complexos.

3.- Metodologia de la recerca

Dins d'aquest apartat comentem molt breument el que s'ha pretès amb la investigació i com s'ha portat a terme.

3.1.- Objectius

- Analitzar els conceptes físics d'algunes de les joguines que utilitzen els infants.
- Estudiar les diferents formes d'energia que utilitzen les joguines en els diferents moments del seu funcionament.
- Realitzar una fitxa científica de cada una de les joguines analitzades.
- Sintetitzar quins conceptes físics predominen més.
- Obtenir dades per saber quines joguines utilitzen més els infants avui en dia i conèixer si són conscients de la física que hi ha al darrera de cada una d'elles.
- Comparar la velocitat d'un cotxe solar de joguina amb un d'igual que funcioni amb piles.
- Elaborar un bloc per mostrar les joguines i el seu funcionament.

3.2.- Preguntes que ha de respondre la recerca

- Amb quines joguines juguen més els infants d'avui en dia?
- Quina energia utilitzen les joguines amb que juguen més els infants?

- Els nens i les nenes, mentre juguen, es fan preguntes dels conceptes físics que utilitzen les seves joguines?
- Quins conceptes físics predominen en les joguines analitzades?

3.3.- Tipus d'investigació

El nostre treball és una recerca bàsica, orientada a cercar nous coneixements sobre la física de les joguines.

A més és una recerca **exploràtoria explicativa**, ja que perseguim explicar el funcionament de cada una de les joguines investigables. També la considerem una investigació **experimental** perquè en alguns moments mesurem i controlem algunes variables que incideixen en el funcionament d'alguna de les joguines.

Les dades recollides bé les analitzem **quantitativament** o **qualitativament**.

3.4.- Mostra de l'estudi i joguines investigades

La mostra o grups de persones a les quals s'han recollit les dades són grups naturals, concretament grups classe.

Les dades s'han recollit durant la última setmana del curs escolar 2010/2011 en els cursos de segon, tercer i quart de primària d'una escola de Barcelona.

La mostra total és de 67 alumnes de 7 a 10 anys.

La mostra de joguines que s'han escollit per analitzar els conceptes físics implicats, són les que juguen més els infants, descartant els videojocs, i altres joguines que hem trobat interessant per fer l'estudi.

La mostra total de joguines és de 37.

3.5.- Tècniques i instruments utilitzats per recollir les dades

Dades dels infants

A l'hora de recollir l'opinió dels infants, utilitzem la següent enquesta:

Curs:	Sexe:	Data:
ENQUESTA SOBRE LES JOGUINES		
1. Escribe per ordre de preferència les tres joguines que t'agraden o t'han agradat més utilitzar per jugar.		
1 ^a		
2 ^a		
3 ^a		
2. Subratlla quina energia necessita per funcionar cada una de les joguines que has nomenat.		
1^a joguina: Energia dels teus músculs, energia elèctrica piles, energia gomes elàstiques, energia dels imans, energia solar, energia mecànica de corda, energia elèctrica de bateria, energia química o altres.		
2^a joguina: Energia dels teus músculs, energia elèctrica piles, energia gomes elàstiques, energia dels imans, energia solar, energia mecànica de corda, energia elèctrica de bateria, energia química o altres.		
3^a joguina: Energia dels teus músculs, energia elèctrica piles, energia gomes elàstiques, energia dels imans, energia solar, energia mecànica de corda, energia elèctrica de bateria, energia química o altres.		
3. Subratlla quins conceptes físics creus que utilitzen per funcionar.		
1^a joguina: moviments, forces, desplaçament, canvis de posició, força de la gravetat, conceptes elèctrics, conceptes mecànics, conceptes de llum, sons, conceptes magnètics,.....		
2^a joguina: moviments, forces, desplaçament, canvis de posició, força de la gravetat, conceptes elèctrics, conceptes mecànics, conceptes de llum, sons, conceptes magnètics,.....		
3^ajoguina: moviments, forces, desplaçament, canvis de posició, força de la gravetat, conceptes elèctrics, conceptes mecànics, conceptes de llum, sons, conceptes magnètics,.....		
4. Quan jugues amb les joguines et fas preguntes sobre el seu funcionament? Si la resposta és positiva, pots escriure alguna de les preguntes que et planteges.		

Dades de les joguines

Per recollir les mostres per a poder analitzar els conceptes de cinemàtica de les joguines que impliquen moviment, hem utilitzat una càmera fotogràfica adjuntada a un trípod per tal de que la imatge ens quedés fixa.

Una vegada obtingudes les gravacions per poder-les analitzar, utilitzem un programa d'edició de vídeo anomenat Tracker. En aquest programa li inserim el vídeo que volem analitzar i ens permet anar marcant la trajectòria del mòbil en fraccions molt petites de temps per tal de tenir el màxim de precisió. També hem de calibrar el vídeo per tal de tenir un sistema de referència i poder obtenir totes les distàncies desitjades. Aquestes distàncies no ens les donen en la unitat del sistema internacional que seria el metre, si no que ens les dóna en centímetres. Hem d'establir uns eixos de coordenades i per això és necessari que la imatge resti immòbil i sense inclinació. Un cop tenim la trajectòria marcada i els eixos de coordenades establerts, podem obtenir tots els gràfics que vulguem. L'únic inconvenient que té el vídeo és que només es poden analitzar imatges en dues dimensions i, en ocasions, els errors comesos que es van acumulant poden arribar a ser bastant notables.

De la resta de joguines hem realitzat la seva gravació per tal de poder observar el seu funcionament. D'algunes simplement hem fet la fotografia ja que no desenvolupaven cap acció destacable.

3.6.- Criteris per categoritzar les dades

Dades de l'enquesta

Analitzem una per una les enquestes i anotem les joguines que han expressat els infants. Posteriorment les diferents joguines anomenades les agrupem per característiques comuns i creem diferents categories. També classifiquem les joguines en funció del sexe de l'infant que les ha anomenat.

Les categories establertes son:

Vehicles amb energia muscular, jocs de taula sense física, jocs de taula amb conceptes físics, ninots i peluixos, ninots amb piles, joguines tradicionals, joguines no reconegudes o activitats, vehicles amb energia elèctrica, pilota, vehicles per desplaçar-se, videojocs, construccions i altres.

Dades de les joguines

De cada una de les joguines hem analitzat l'explicació científica del seu funcionament i, en algunes d'elles, hem realitzat alguns càlculs científics a partir de les gravacions i amb l'ajuda del programa Tracker.

3.7.- Dades recollides

	CURS ESCOLAR												Total (67)	
	2n Primària		3r Primària				4t Primària							
JOGUINES	NEN(13)		NENA(11)		NEN(11)		NENA(12)		NEN(10)		NENA(10)			
Vehicles amb energia muscular	1		3						1					5
Jocs de taula sense física	3		6		3		2		2		6			22
Jocs de taula amb conceptes físics	3		3				1							7
Ninots i peluixos	5		9		6		5		3		6			34
Ninots amb piles	1		4				1				2			8
Joguines tradicionals	4		3		3		4		2		1			17
Joguines no reconegudes o activitats	4						2				1			7
Vehicles amb energia elèctrica	6		3		3				3		2			17
Pilota	3				3				7		3			16
Vehicles per desplaçar-se	4				1		1		4		2			12
Videojocs	1				12		15		4		4			36
Construccions	4		2		2				3		2			13
Altres joguines							5		1		1			7
ES FAN PREGUNTES MENTRE JUGUEN?	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
	4	9	4	7	1	10	0	12	2	8	2	8	13	48

3.7.1.- Joguines que han dit de cada categoria

A l'hora d'anotar les joguines dites pels infants les escrivim tal com ho han expressat a l'enquesta:

SEGON CURS DE PRIMÀRIA	
CATEGORIA	JOGUINES DITES PELS INFANTS
Vehicles joguina amb energia muscular	<i>Vaixell, vaixell, tren amb imants, camió.</i>
Jocs de taula sense conceptes físics	<i>Monopoli, escacs, cartes pokemon, puzzles, monopoli, monopoli, monopoli, dentadura, las pirañas.</i>
Jocs de taula amb conceptes físics	<i>Monos locos, real construction, futbolín, monos locos, Elefant que treu papallones, Elefun.</i>
Ninos	<i>Soldadet, gos peluix, gormitis, gos, titelles, clics, pin i pon, playmobil, ànec, playmobil, nino, ninot d'un metre, joc d'animals, os peluix.</i>
Ninos amb piles	<i>Zhu-zhu pets, gos que canta, tortuga musica, zhu-zhu pet, escola joguina que fa soroll.</i>
Joguines no reconegudes o activitats	<i>Pesca del pringado, tiraporcs, natació, futbol.</i>
Joguines tradicionals	<i>Balancí, baldufa, baldufa, rumicub, Formes de paper, avió de paper, Circuit de boles.</i>
Vehicles amb energia elèctrica	<i>Tren elèctric, scalextric, scalextric, cotxe cars, scalextric, tren, cotxe, cotxe amb volant, tren.</i>
Pilota	<i>Pilota, pilota futbol, pilota.</i>
Vehicles grans	<i>Monopatí, patinet, patinet, patinet.</i>
Videojocs	<i>Ferrari i un mando.</i>
Construccions	<i>lego, aeroport lego, una construcció, peces de fusta, lego, construcció cos humà.</i>

TERCER CURS DE PRIMÀRIA	
CATEGORIA	JOGUINES DITES PELS INFANTS
Vehicles joguina amb energia muscular	
Jocs de taula sense conceptes físics	<i>Monopoli, cartes, cartes madagascar, tic tac boom, cartes.</i>
Jocs de taula amb conceptes físics	<i>Super simon.</i>
Ninos	<i>Gormiti, gormiti, illa gormiti, gormiti, granja, ninos pressing, nines, nines, barriguitas, vestidor princeses, dinosaures.</i>
Ninos amb piles	<i>Nino teledirigit.</i>
Joguines no reconegudes o activitats	<i>Noms noms fora, mestres.</i>
Joguines tradicionals	<i>Baldufa, baldufa, baldufa, corda saltar, baldufa, corda, baldufa.</i>
Vehicles amb energia elèctrica	<i>Cotxe teledirigit de gormiti, scalextric, cotxe teledirigit.</i>
Pilota	<i>Pilota, pilota, pilota futbol.</i>
Vehicles grans	<i>Skate, bicicleta.</i>
Videojocs	<i>Wii, wii, nintendo, wii, nintendo, wii, wii, wii, playstation 3, nintendo ds, nintendo ds, jocs ordinador, wii, nintendo ds, nintendo, wii, ordinador, nintendo, nintendo, ordinador, wii, nintendo ds, ordinador, wii, wii, wii, ordinador.</i>
Construccions	<i>Lego, kaplas,</i>
Altres	<i>Disfresses, llibres, pissarra, pissarra, quadernets.</i>

QUART CURS DE PRIMÀRIA	
CATEGORIA	JOGUINES DITES PELS INFANTS
Vehicles joguina amb energia muscular	<i>Tren.</i>
Jocs de taula sense conceptes físics	<i>Parxís, memori, rumiclastic, monopolí, lince, cartes, cluedo simpsons, art tatoo.</i>
Jocs de taula amb conceptes físics	
Ninos	<i>Ninot, romans, ninos, nina, peluixos, nines, nino bobo, titelles, peluix timi.</i>
Ninos amb piles	<i>Joguina amb musica, gos que parla.</i>
Joguines no reconegudes o activitats	<i>La mano verde.</i>
Joguines tradicionals	<i>Rumicub, Circuit de boles, Circuit de boles.</i>
Vehicles amb energia elèctrica	<i>Fórmula 1, cotxe radiocontrol, cotxe teledirigit, cotxes, scalextric.</i>
Pilota	<i>Pilota, pilota futbol, pilota bàsquet, pilota, pilota, pilota, pilota bàsquet, pilota, canasta bàsquet i pilota,</i>
Vehicles grans	<i>Bicicleta, patinet, patinet, patinet, patins, bicicleta.</i>
Videojocs	<i>Wii, ordinador, xbox 360, ipod touch, wii, wii, ordinador, wii.</i>
Construccions	<i>Lego, aeroport, lego, clics, lego.</i>
Altres	<i>Teclat elèctric, puny boxe.</i>

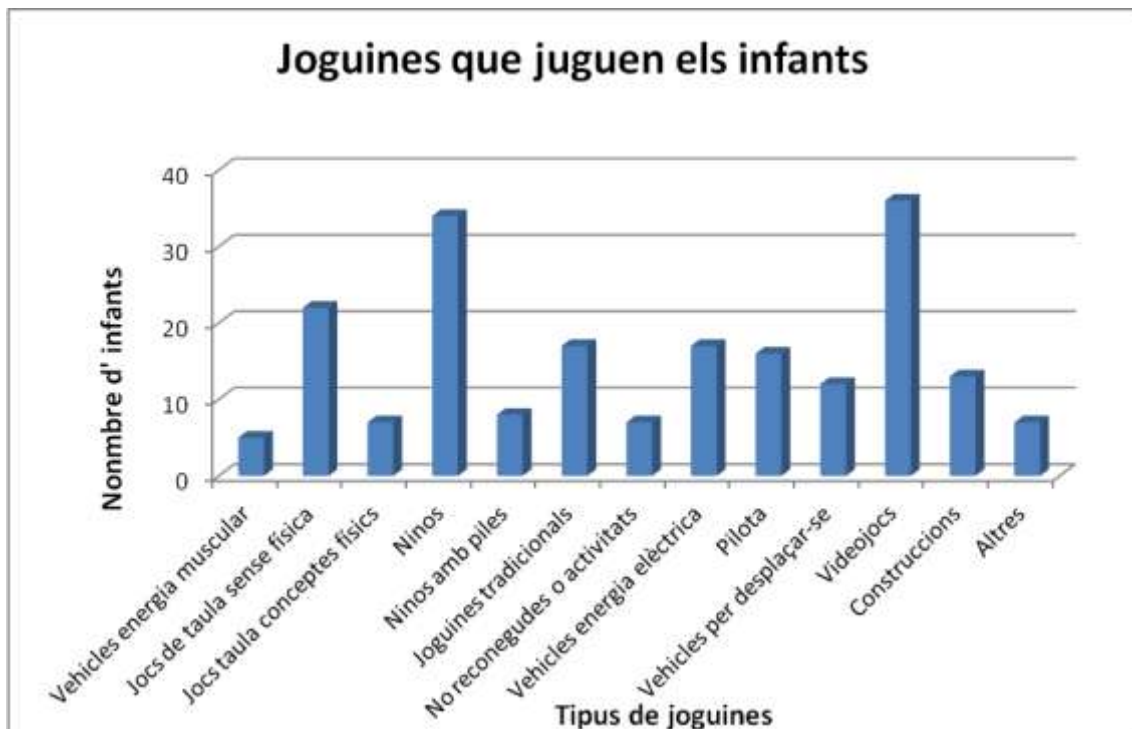
4.- Anàlisi de les dades

En aquest apartat analitzem les dades de l'enquesta i fem l'anàlisi científic de les diferents joguines.

4.1.- Anàlisi de les dades de les enquestes

Una vegada obtingudes i classificades les dades, hem realitzat diferents gràfiques amb l'objectiu de poder analitzar millor les respostes dels infants i poder començar a donar resposta a les preguntes:

- Amb quines joguines juguen més els infants d'avui en dia?
- Quina energia utilitzen les joguines amb que juguen més la mainada?



Gràfica 1: Joguines que juguen els infants

Analitzant la gràfica 1 "**Joguines que juguen els infants**" podem observar que les joguines més utilitzades pels nens i nenes de la nostra mostra son els videojocs,

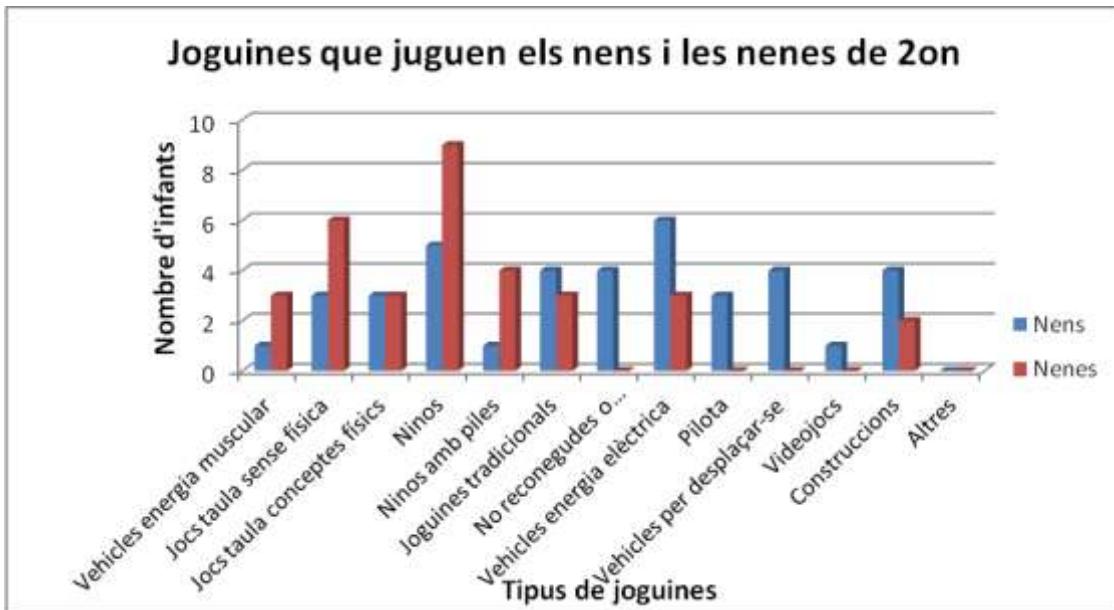
seguides per poc, dels ninots i peluixos. En tercer i quart lloc trobem els jocs de taula sense conceptes físics i les joguines tradicionals.

Analitzant curs per curs podem extreure la següent informació:



Gràfica 2: Joguines que juguen els infants de 2on de Primària

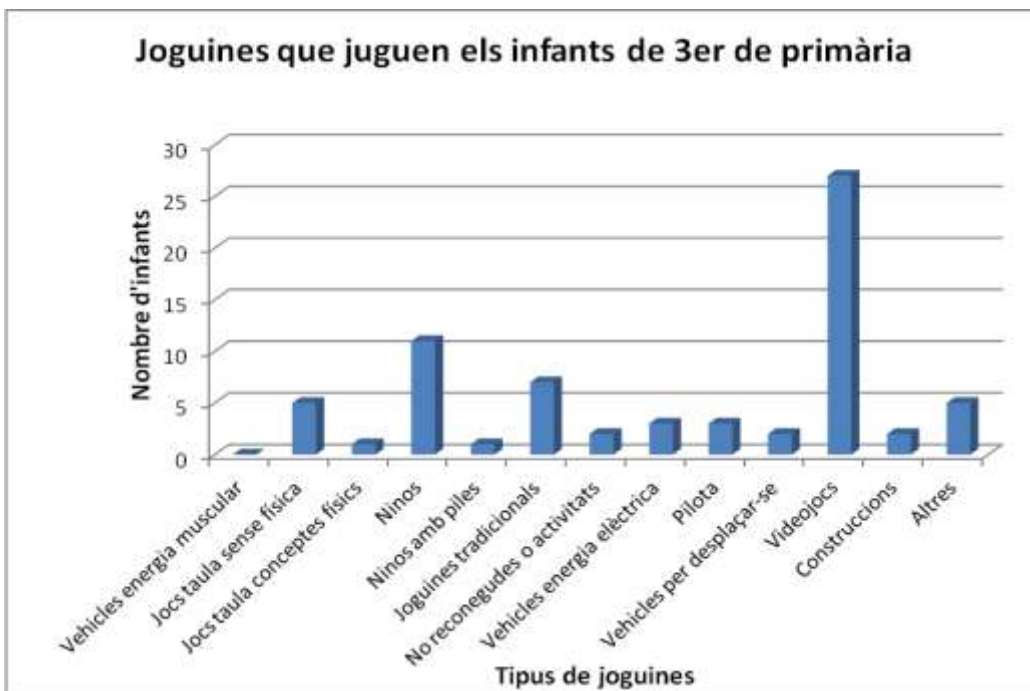
En la gràfica 2 "**Joguines que juguen els infants de 2on de Primària**" podem analitzar el nombre de vegades que els infants han anomenat una joguina inclosa dins de la seva categoria. Podem observar que la joguina que més han expressat que juguen són els ninots i peluixos, seguit dels jocs de taula sense conceptes físics i dels vehicles que funcionen amb l'energia elèctrica.



Gràfica 3: Joguines que juguen els nens i les nenes de 2on

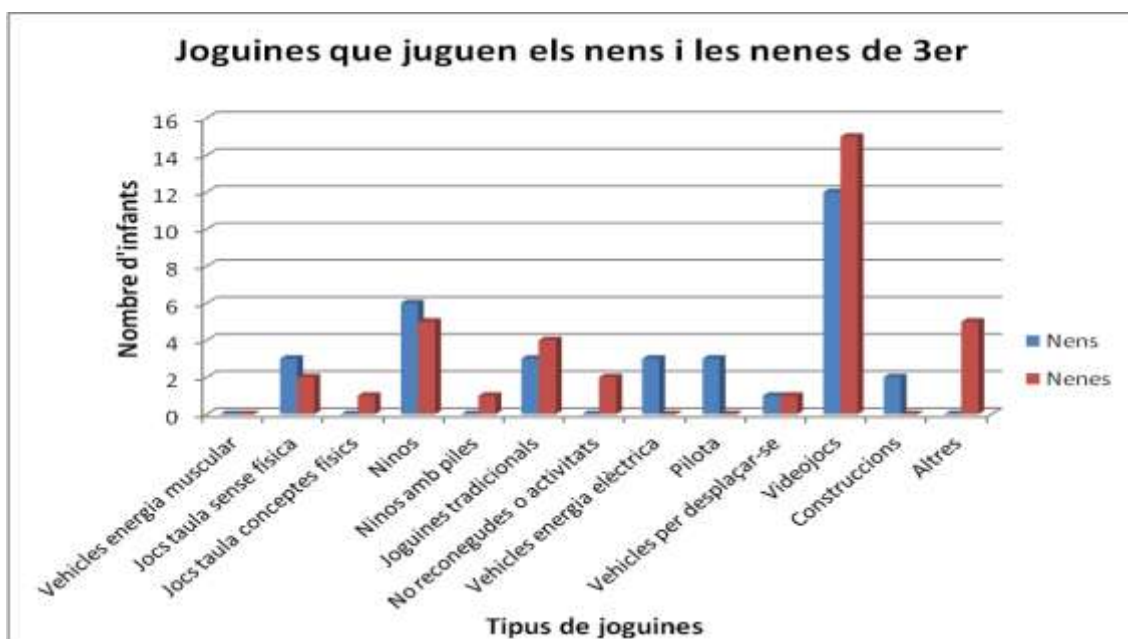
La gràfica 3 "**Joguines que juguen els nens i nenes de 2on**", tal com diu el nom, ens permet analitzar amb quines joguines juguen més els nens i les nenes separatament. Podem observar que les nenes juguen més amb ninots i peluixos, seguit dels jocs de taula sense física i dels ninots que funcionen amb piles.

Els nens juguen més amb vehicles que funcionen amb l'energia de les piles, seguit de ninots i peluixos, construccions i vehicles per desplaçar-se.



Gràfica 4: Joguines que juguen els infants de 3er de primària

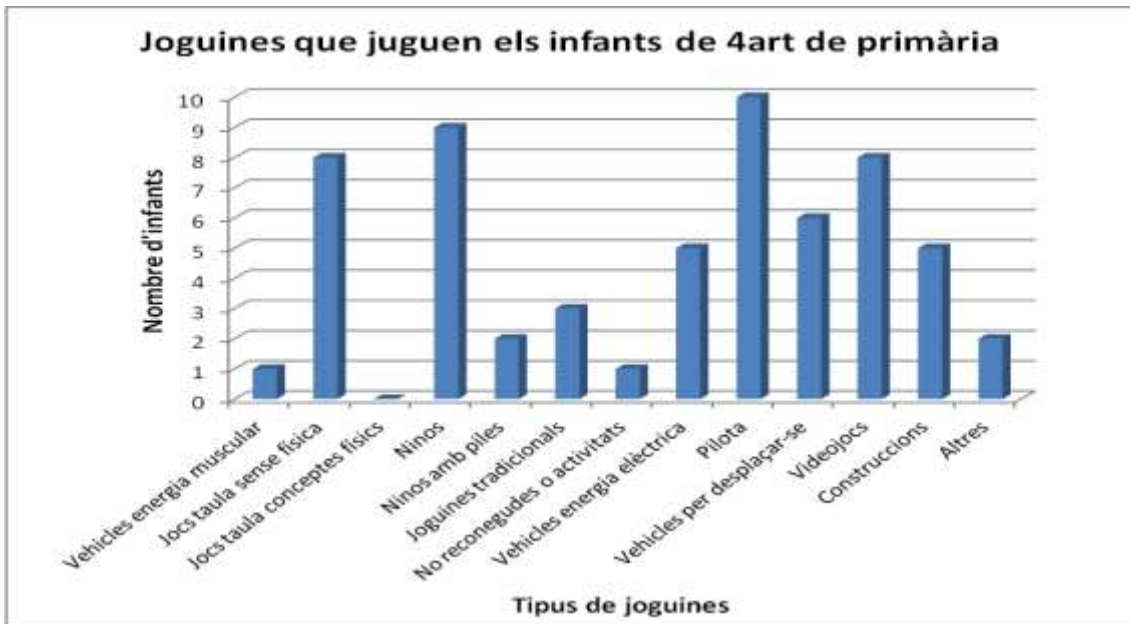
La juguina en que juguen més l'alumnat de tercer de primària tal com ens indica la gràfica 4 "**Joguines que juguen els infants de 3er de primària**" són els videojocs. Els infants han enunciat vint-i-sis vegades videojocs o ordenadors en una mostra de vint-i-tres. Això ens indica que hi ha infants que han anomenat més d'una vegada algun videojoc a l'hora de nombrar les tres juguines.



Gràfica 5: Juguines que juguen els nens i les nenes de 3er

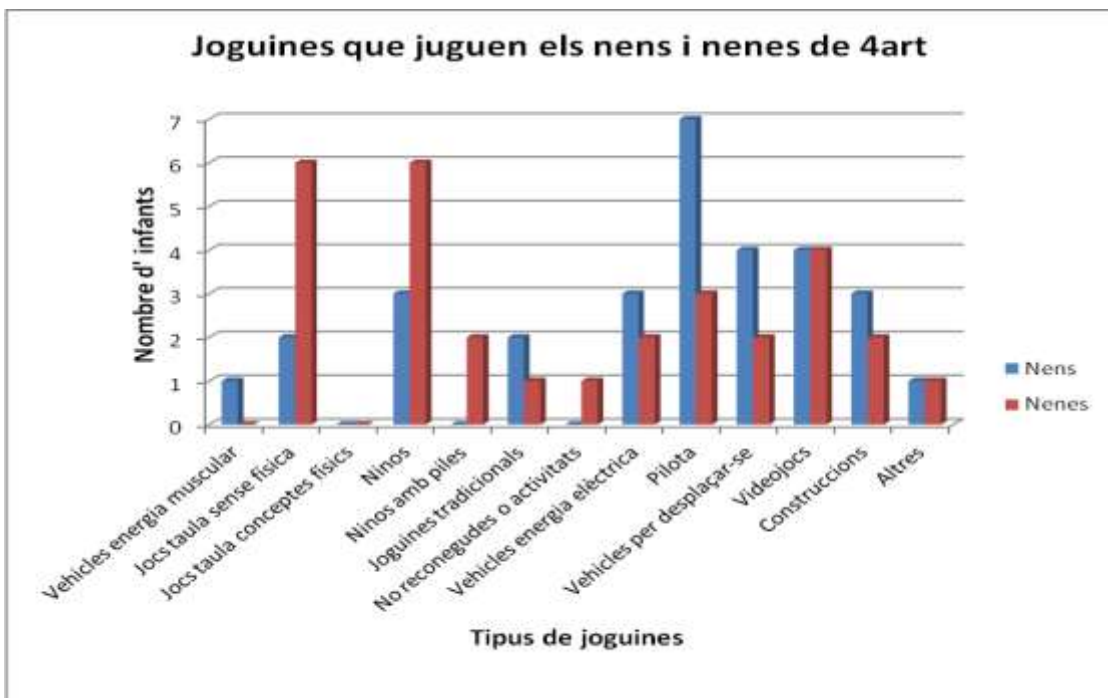
Observant la gràfica 5 "**Joguines que juguen els nens i les nenes de 3er**", veiem que tant uns com els altres, la juguina que més juguen són els videojocs. La gràfica ens indica que hi ha alguna nena que ha anomenat els videojocs més d'una vegada.

Cap nena anomena que jugui amb vehicles impulsats per energia elèctrica, amb pilota i amb construccions mentre que els nens sí que hi juguen. Cal destacar que les nenes han nombrat juguines no reconegudes i juguines no classificables en les categories esmentades.



Gràfica 6: Joguines que juguen els infants de 4art

Segons la gràfica 6 "**Joguines que juguen els infants de 4art de primària**", la joguina que més juguen és la pilota seguida de ninots i peluixos, jocs de taula sense conceptes físics i dels videojocs.

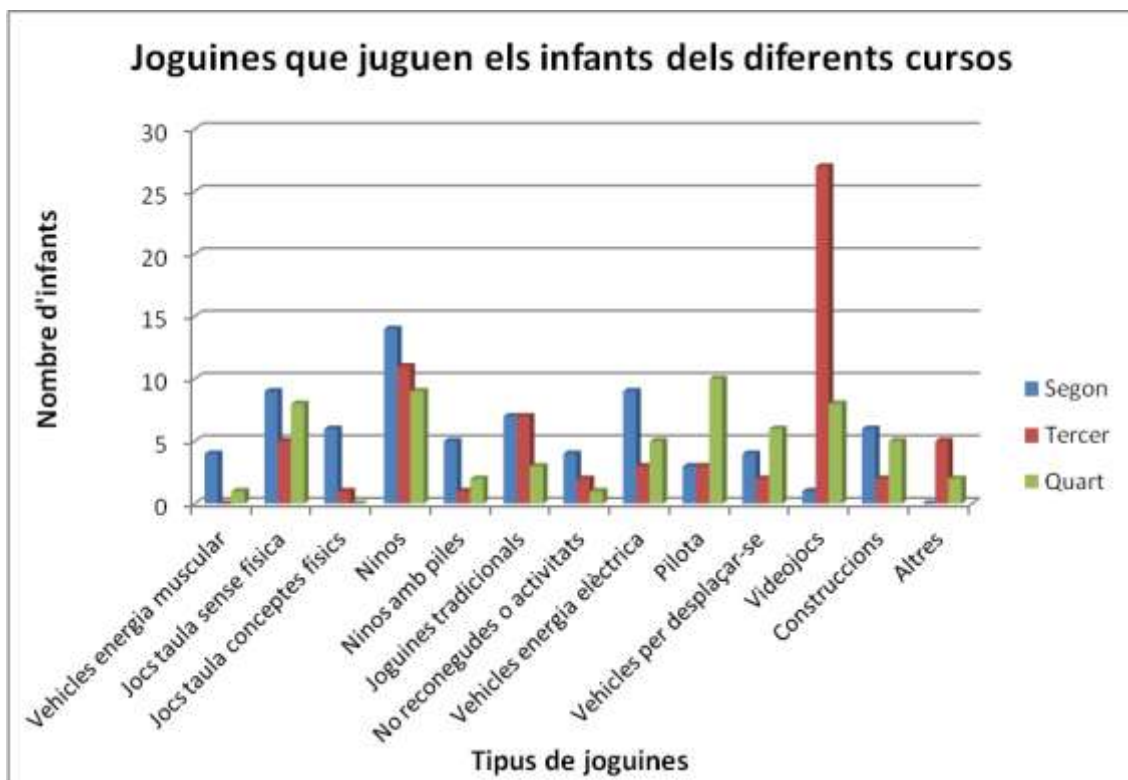


Gràfica 7: Joguines que juguen els nens i les nenes de 4art

La gràfica 7 "**Joguines que juguen els nens i les nenes de 4art**", ens permet observar que els nens juguen més amb la pilota, seguit dels vehicles per desplaçar-se i els videojocs.

Les nenes juguem més amb ninots i jocs de taula sense conceptes físics, seguit dels videojocs.

La següent gràfica ens permet comparar els tres cursos enquestats.



Gràfica 8: Joguines que juguen els infants dels diferents cursos

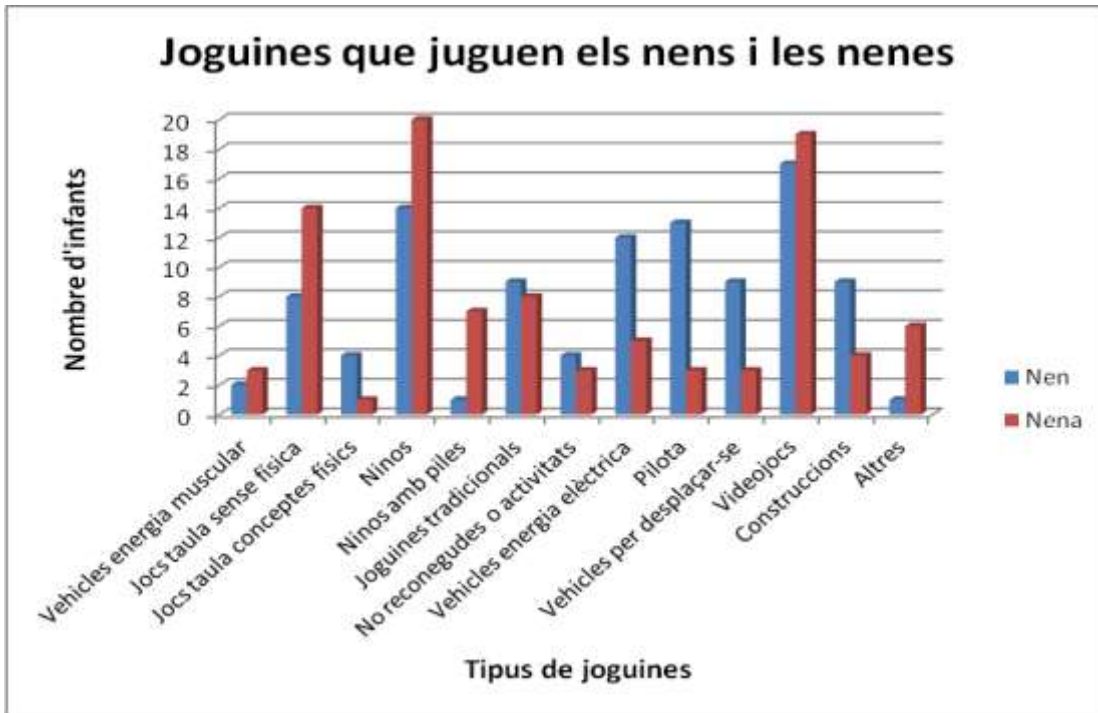
La gràfica 8 "**Joguines que juguen els infants dels diferents cursos**" ens permet comparar el tipus de joguines que juguen els infants en funció de la seva edat.

Els alumnes de segon (7-8 anys) juguen principalment en ninots i peluixos, seguit amb mateix nombre pels jocs de taula i vehicles que funcionen amb l'energia elèctrica. Mentre que els videojocs, en aquesta edat, és la joguina que juguen menys.

En canvi, els alumnes de tercer (8-9 anys), la joguina amb que juguen més són els videojocs i amb molta diferència respecte a la segona que són els ninots i peluixos. Amb les que juguen menys són els vehicles que els fan funcionar amb la seva energia muscular.

Observant la gràfica veiem que els alumnes de quart juguen amb més diversitat de joguines i de manera més equilibrada. Destaquen la pilota en primer lloc, seguida dels ninots i peluixos, els jocs de taula sense conceptes físics i els videojocs.

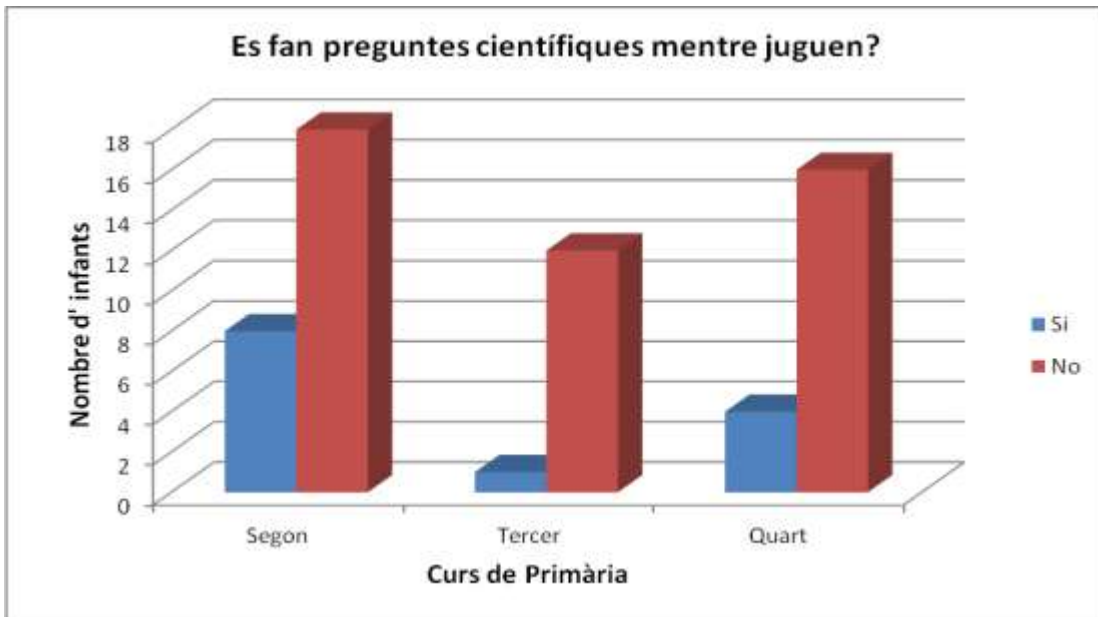
La gràfica 9 "Joguines que juguen els nens i les nenes" ens permet analitzar la joguina que juguen més els nens i les nenes de tota la mostra. Podem observar que les nenes juguen més a ninots i peluixos seguit de molt poc pels videojocs i els nens primer juguen amb els videojocs seguit dels ninots i peluixos i en tercer lloc la pilota.



Gràfica 9: Joguines que juguen els nens i les nenes de la mostra

Per donar resposta a la pregunta següent, analitzem les respostes que van donar els infants a l'enquesta.

- Els nens i les nenes, mentre juguen, es fan preguntes dels conceptes físics que utilitzen les seves joguines?

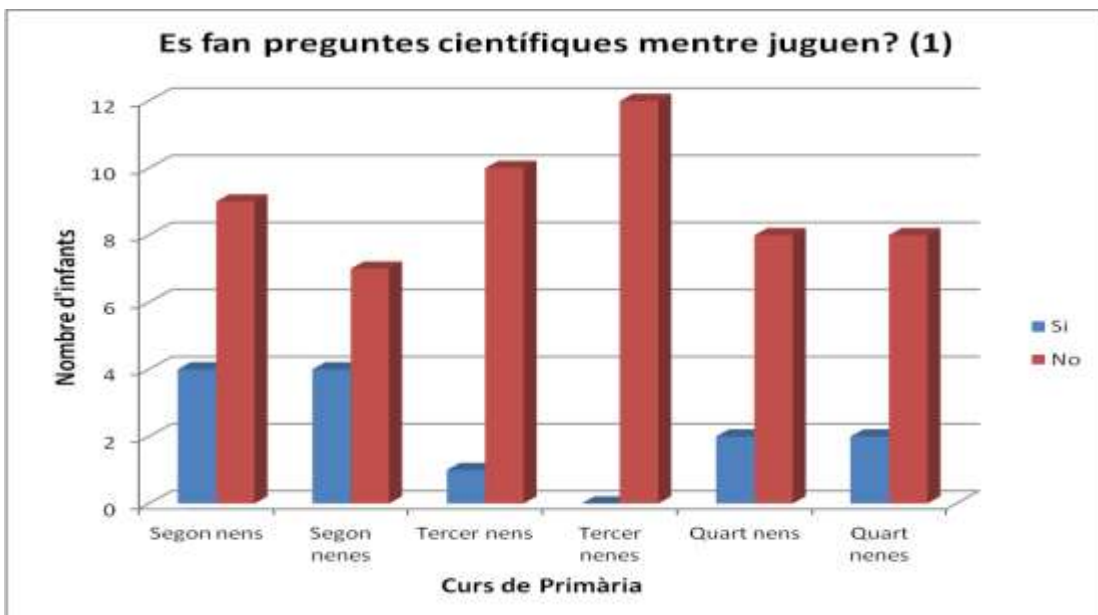


Gràfica 10: Infants que es fan preguntes científiques mentre juguen

Observant la gràfica 10 "Infants que es fan preguntes científiques mentre juguen?", veiem clarament que la mainada quan juga, majoritàriament, no es fan preguntes.

Ens adonem en la gràfica 11 "Infants de cada curs que es fan preguntes" que els que se'n fan més són els del curs de segon de primària, seguit dels de quart.

També s'observa que tant a segon com a quart els nens i les nenes es fan preguntes amb més o menys la mateixa proporció.

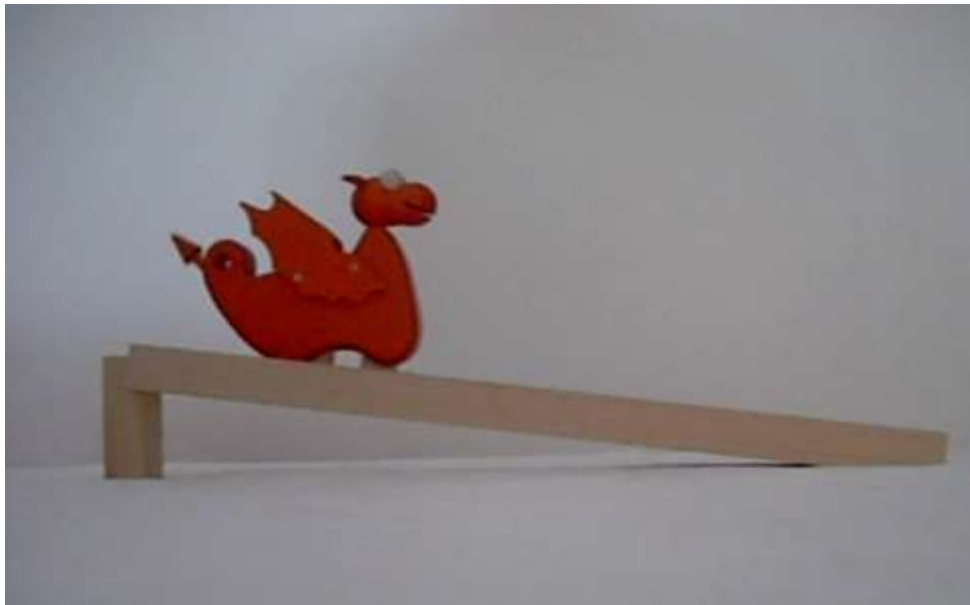


Gràfica 11: Infants de cada curs que es fan preguntes

4.2.- Anàlisi de les joguines

En aquest apartat farem l'anàlisi de les diferents joguines distingint l' explicació científica dels càlculs matemàtics. A sota de la fotografia de cada una de les joguines posarem l'enllaç del bloc per poder veure les diferents gravacions del seu funcionament i les gràfiques corresponents creades pel programa Tracker.

4.2.1.- El drac que baixa per la rampa



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/drac.html>

4.2.1.1.- Explicació científica

El drac baixa per un pla inclinat però, a diferència d'altres joguines, no ho fa amb rodes, si no per una oscil·lació contínua que es produeix de la pota del darrera a la pota del davant i viceversa. Les potes no són planes, si no que estan formades per una superfície lleugerament ondulada que li permet fer aquesta oscil·lació. Quan el pes del drac recau sobre una de les potes fa l'oscil·lació i permet l'avanç de l'altra pota. Aquest vaivé també aprofita la força de la gravetat. D'aquesta manera es minimitza el

fregament i impedeix que el drac romangui quiet sobre la superfície de la rampa. Per tant, podem concloure que és l'energia potencial gravitatòria la que el fa baixar.

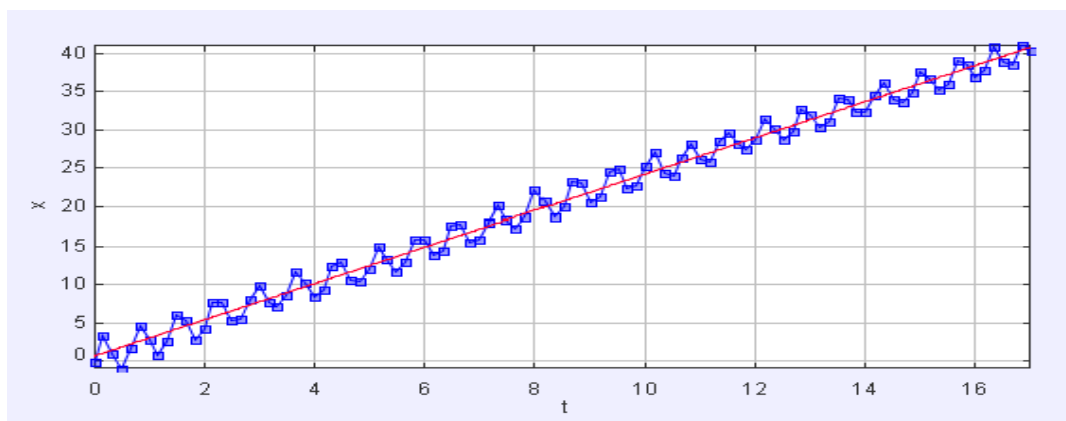
4.2.1.2.- Demostració i càlculs científics

Per demostrar la física d'aquesta joguina, hem fet baixar el drac varies vegades per la rampa variant el pendent. Hem comprovat que si es varia en més d'un centímetre l'altura de l'extrem més elevat de la rampa, el drac no descendeix amb normalitat: si es puja molt, descendeix relliscant i no realitzant el moviment de vaivé i, si es baixa molt, no es mou o es frena a mig camí.

Això és degut a la ondulació de les potes ja que, quan la rampa està massa alta, el pendent tan pronunciat no deixa que la corba de la pota dugui a terme tot el moviment i mantingui el contacte en tots els punts de la seva superfície amb la rampa i, per això, el fa relliscar. En canvi si el pendent és poc pronunciat, com que el drac adquireix una energia cinètica a partir de la potencial, l'efecte de l'energia gravitatòria és pràcticament nul·la i no transmet prou energia cinètica al drac per a poder desplaçar-se.

4.2.1.2.1.- Gràfica posició eix x - temps

Mitjançant la gràfica 12, posició en l'eix de les x a partir del temps, apreciem que tot i les múltiples ondulacions que realitza el drac per arribar al final de la rampa, el moviment resultant és un moviment rectilini uniforme ja que el pendent de la rampa sempre és el mateix, i el vaivé que realitza tarda sempre el mateix temps en efectuar-se i sempre és igual.



Gràfica 12: Posició eix x - temps

Com podem veure, la resultant és una recta que defineix perfectament la gràfica de posició temps i es tracta d'un moviment rectilini uniforme. Amb el programa Tracker hem obtingut la resultant amb la seva fórmula corresponent per tal d'obtenir la recta de regressió de la gràfica obtinguda. El programa també ens proporciona els valors dels paràmetres a i b de la fórmula de la posició x (variable dependent) a partir del temps t (variable independent).

Veiem que el paràmetre (b) és 0,6860 mentre que sabem que hauria de ser 0, ja que es tracta del punt de partida del moviment. Aquest error de menys d'un centímetre deu ser degut a que quan establim el punt 0,0 dels eixos de coordenades a partir dels quals el programa pren els valors, és impossible fer-los coincidir amb el punt d'inici del moviment que hem establert nosaltres perquè no tenim prou precisió.

Pel que fa al paràmetre (a) veiem que per cada unitat de segon, la posició x avança 2,358 cm aproximadament. Aquest valor segurament tampoc és del tot exacte, ja que amb aquest programa es poden cometre errors en el traçat de la trajectòria sobre el vídeo degut a la precisió que es requereix.

Fórmula de la posició en l'eix de les x:

$$x = a \cdot t + b$$

Variable dependent (x) → posició

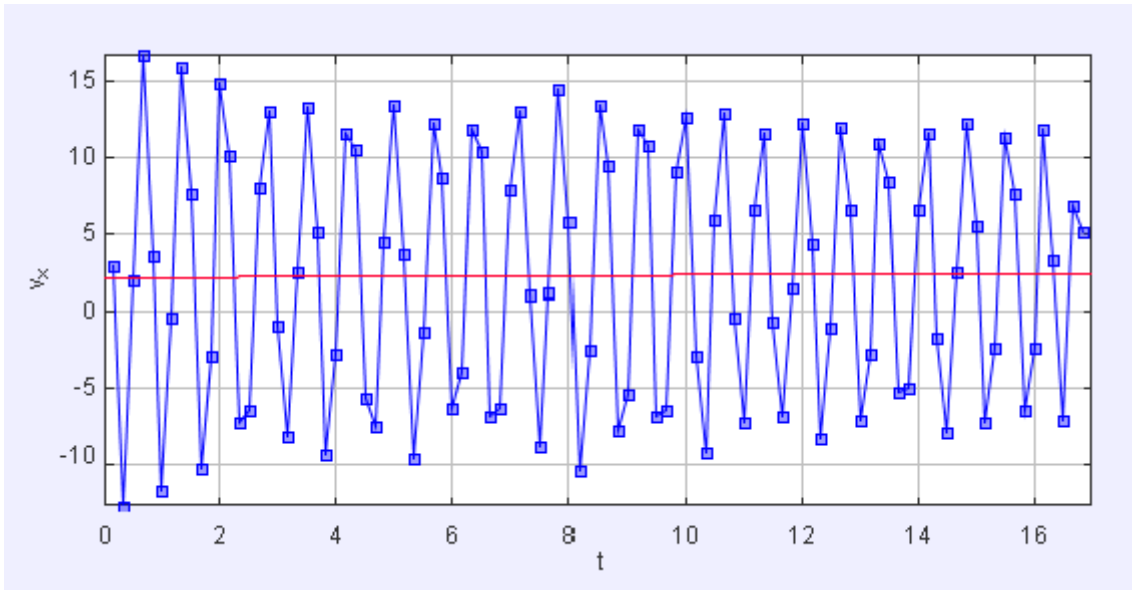
Paràmetre (a) → 2,358

Variable independent (t) → temps

Paràmetre (b) → 0,6860

4.2.1.2.2.- Gràfica velocitat eix x - temps

Com que es tracta d'un moviment rectilini uniformement no accelerat, tal com hem vist en la gràfica 12 de posició de l'eix de les x, la velocitat en aquest mateix eix hauria de ser sempre la mateixa.



Gràfica 13: Velocitat eix x - temps

Com podem observar en la gràfica 13, s'aprecien unes grans oscil·lacions en la velocitat en l'eix de les x. Això és degut al desplaçament que duu a terme el drac amb les seves respectives oscil·lacions, que són l'explicació d'aquesta gràfica tan variada. Per veure quina és la velocitat total del desplaçament també hem traçat la resultant amb el programa Tracker. Veiem que és una recta amb un pendent semblant a 0, que és com hauria de ser en un moviment rectilini uniformement no accelerat. Pel que fa als paràmetres obtinguts en el programa, veiem que el paràmetre (a), que hauria de ser 0 perquè fos perfecte, s'hi apropa bastant cometent un petit error. Pel que fa al paràmetre (b), que és de 2,168, ens marca la velocitat a la que es mou el drac i que, si el paràmetre (a) fos 0, seria igual i constant tota l'estona. Aquest paràmetre (b), perquè tot hagués anat perfecte, hauria de coincidir amb el paràmetre (a) del gràfic de posició en l'eix de les x ja que, aquell paràmetre, marca els centímetres que avança cada segon, és el pendent de la recta i, per tant, la velocitat.

Fórmula de la velocitat en l'eix de les x (vx):

$$v_x = a \cdot t + b$$

Variable dependent (vx) → velocitat

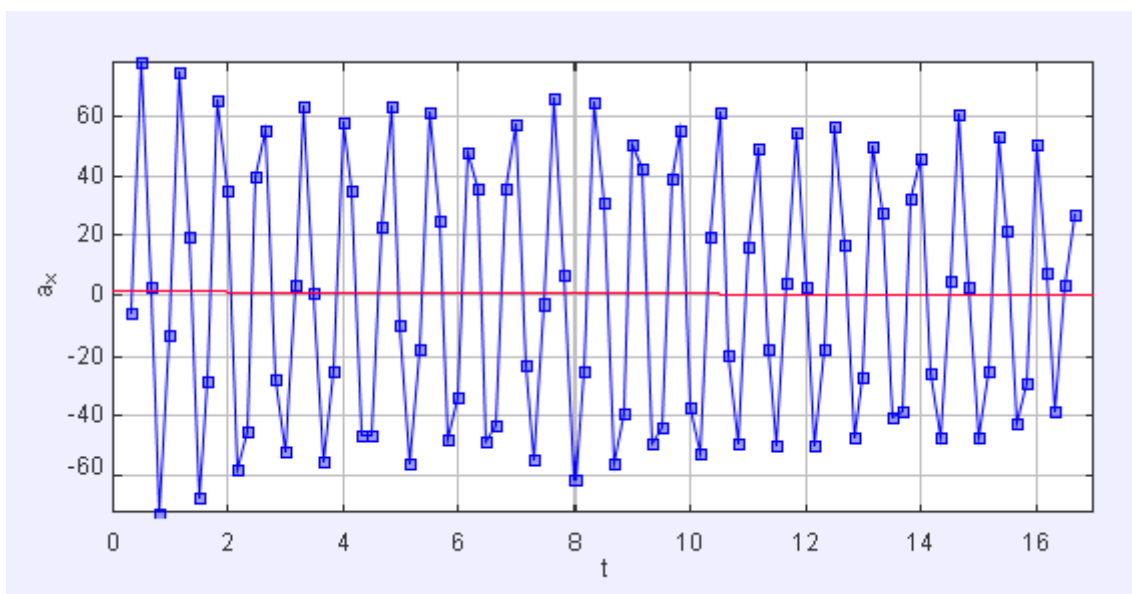
Paràmetre (a) → 0,01760

Variable independent (t) → temps

Paràmetre (b) → 2,168

4.2.1.2.3.- Gràfica acceleració eix x - temps

Si tot ens hagués sortit perfecte, l'acceleració del conjunt hauria de ser 0 i no variar mai, ja que la velocitat és sempre constant. Però com que estem arrossegant errors i ja hem vist que la velocitat no ens sortia perfectament constant, probablement l'acceleració no serà sempre 0.



Gràfica 14: Acceleració eix x - temps

En aquesta gràfica 14 també hem buscat la resultant perquè apreciàvem grans ondulacions degudes als moviments continus del vaivé del drac. Veiem que la resultant comença lleugerament per sobre del 0 tot i que, poc a poc, es va estabilitzant i apropant a aquest valor. Perquè fos perfecte tan el paràmetre (a) com el (b) haurien de ser 0 perquè l'acceleració fos sempre nul·la independentment del temps.

Fórmula de l'acceleració en l'eix de les x (Ax):

$$Ax = a \cdot t + b$$

Variable dependent (Ax) → acceleració

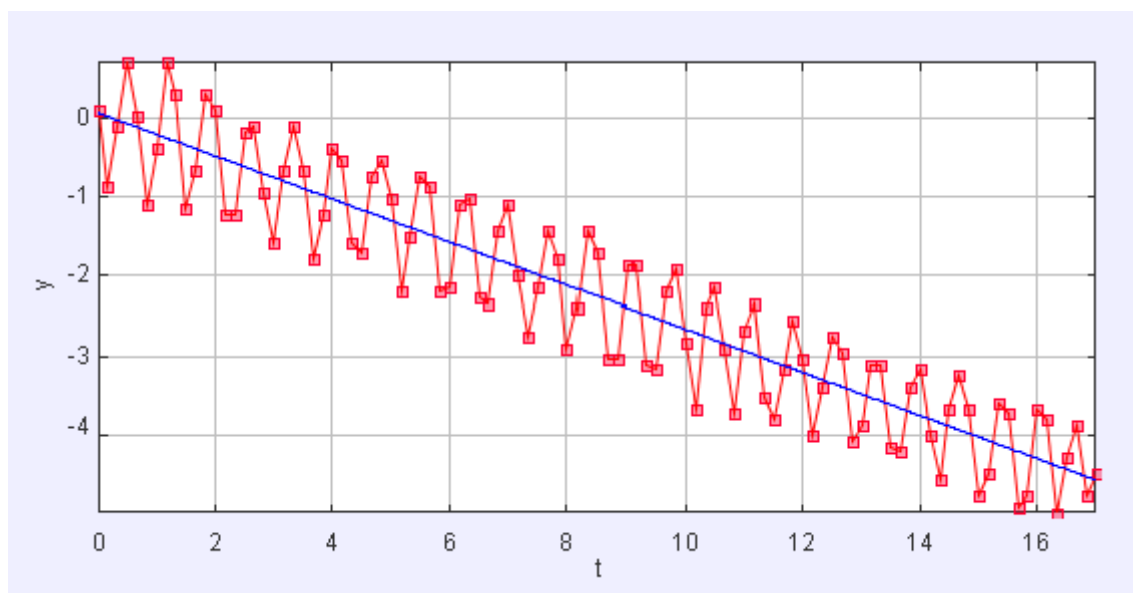
Paràmetre (a) → -0,07884

Variable independent (t) → temps

Paràmetre (b) → 1,166

4.2.1.2.4.- Gràfica posició eix y - temps

Com que la rampa per la qual descendeix el drac té un pendent constant, el descens de la joguina en l'eix de les y també serà constant i es tractarà d'un moviment rectilini uniformement no accelerat.



Gràfica 15: Posició eix y - temps

Apreciem també, en aquesta gràfica 15 de la posició en l'eix de les y, les oscil·lacions que duu a terme el nostre drac. Hem obtingut la resultant de la gràfica i, tot i la seva irregularitat, s'aprecia com es tracta d'un moviment rectilini sense acceleració, ja que va descendint per un pendent constant. Això si, com sempre, hem obtingut errors com el del paràmetre (b) que és el punt de partida del moviment. El valor d'aquest paràmetre hauria de ser 0 perquè l'hem fet coincidir amb el punt 0,0 de l'eix de coordenades a partir del qual el programa pren les dades i obté els resultats. Com que és impossible fer coincidir dos punts en el mateix lloc amb l'ull humà, hem obtingut aquests 0,055 centímetres d'error. Pel que fa al paràmetre (a) ens marca que per cada segon descendeix 0,2711 cm i, com tot, segur que també té errors. Aquest paràmetre marca el pendent de la recta i, així mateix, la velocitat.

Fórmula de la posició en l'eix de les y:

$$y = a \cdot t + b$$

Variable dependent (y) → posició

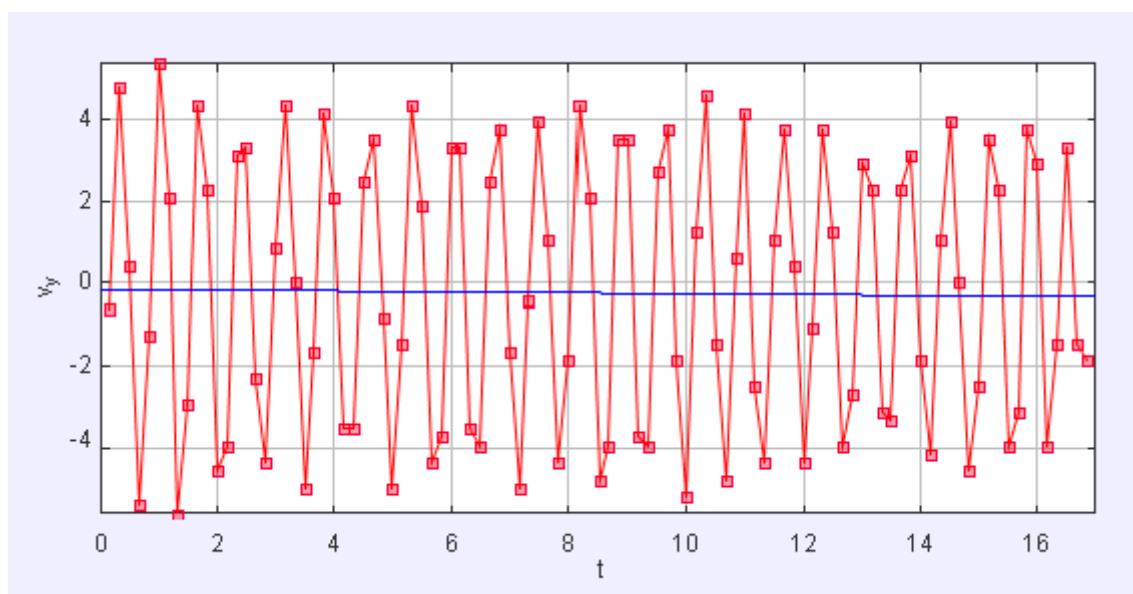
Paràmetre (a) → -0,2711

Variable independent (t) → temps

Paràmetre (b) → 0,05512

4.2.1.2.5.- Gràfica velocitat eix y - temps

Com podem veure, la línia resultant presenta un lleuger pendent negatiu i això vol dir que el drac rep una petita acceleració que no hauria de rebre, ja que es tracta d'un moviment rectilini uniformement no accelerat.



Gràfica 16: Velocitat eix y - temps

Veiem, com a tot arreu, les grans oscil·lacions que ha dut a terme el drac. Per veure la velocitat del conjunt en l'eix de les y hem tornat a buscar la resultant i, com hem dit, veiem que s'aprecia un petit pendent. Si ens fixem en els paràmetres veiem que el paràmetre (a), que és el que hauria de ser 0, tampoc s'allunya tant d'aquest valor, però segurament al estar tractant amb termes més reduïts que en l'eix de les x, l'error que cometem és més gran perquè no tenim tanta precisió. Pel que fa al paràmetre (b), que és la velocitat i que hauria de ser constant, també hauria de coincidir amb el paràmetre (a) del gràfic de posició i que és el pendent. Veiem que aquests dos valors són bastant diferents. Això ens fa pensar que, apart d'haver comès errors, en la gràfica de l'acceleració obtindrem una lleu acceleració negativa aconseguida a partir dels nostres errors.

Fórmula de la velocitat en l'eix de les y (vy):

$$v_y = a \cdot t + b$$

Variable dependent (vy) → velocitat

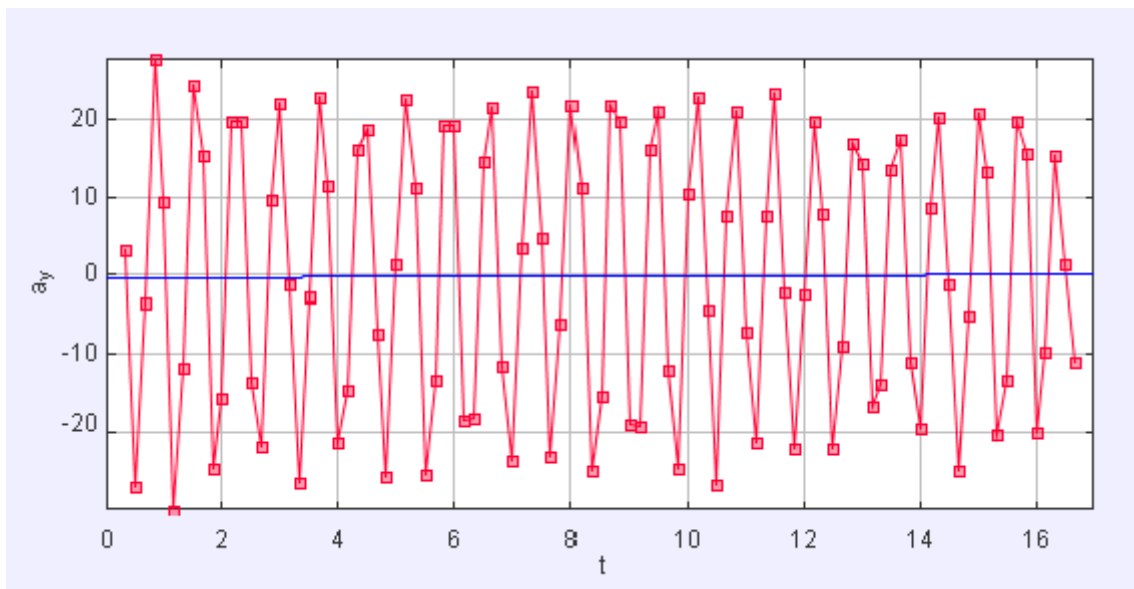
Paràmetre (a) → -0,01103

Variable independent (t) → temps

Paràmetre (b) → -0,1571

4.2.1.2.6.- Gràfica acceleració eix y - temps

Igual que en el desplaçament de les x, si tot ens hagués sortit perfectament bé i la velocitat hagués sortit constant, ara l'acceleració en l'eix de les y hauria de ser sempre 0, però com hem vist hi havia algun error en la velocitat.



Gràfica 17: Acceleració eix y - temps

Hem tornat a traçar la resultant per veure la recta derivada de la nostra presa de dades i, com ja esperàvem, apreciem una lleu acceleració negativa a l'inici i ens ho corrobora el paràmetre (b). Veiem que el valor s'allunya força de 0 en comparació a les dades que tenim de l'eix de les x i, com ja he dit, deu ser perquè al tractar magnituds més petites cometem més errors. Però tot i això, com ens ha passat amb l'acceleració de l'eix de les x, amb el pas del temps es va apropant a 0 que és el valor constant que hauria de tenir sempre.

Fórmula de la acceleració en l'eix de les y (Ay):

$$A_y = a \cdot t + b$$

Variable dependent (Ay) → acceleració

Paràmetre (a) → 0,02399

Variable independent (t) → temps

Paràmetre (b) → -0,3765

4.2.2.- El pica soques o ocell vibrador



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/drac.html>

4.2.2.1.- Explicació científica

L'ocell es desplaça mitjançant la peça de fusta que rodeja el pal de metall. Quan la part inferior de la peça està en contacte amb el pal metàl·lic es genera una força de fregament que evita que pugui lliscar i es produeixi una caiguda lliure. En aquest

moment l'ocell està immòbil, però quan la molla que uneix l'ocell amb el tub de fusta comença a oscil·lar, la peça també oscil·la al voltant de la posició vertical de l'agulla, donant copets alternativament amb la seva part superior i inferior. Cada vegada que pica, la força de fregament evita que l'ocell caigui, però entre cop i cop, la peça està alineada amb el pal i va descendant segons la seqüència amb que toca els extrems superior i inferior en el pal metàl·lic.

4.2.2.2.- Demostració i càlculs científics

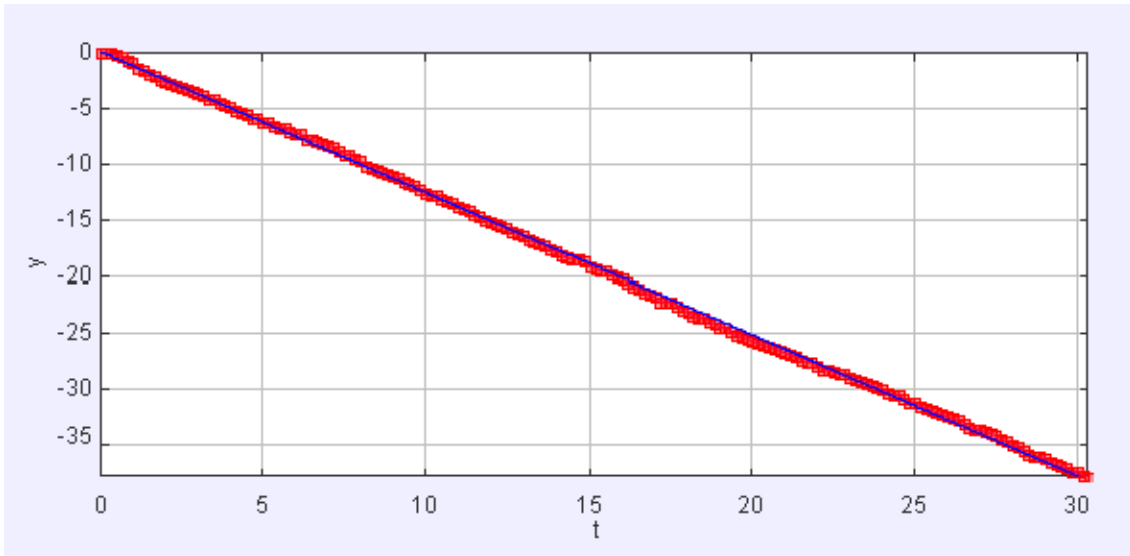
Per a realitzar aquesta investigació hem deixat anar varies vegades l'ocell per el pal de metall. Hem observat que per molt impuls que li donem al principi, sempre baixarà a una velocitat molt semblant. Això passa perquè l'espai entre el pal metàl·lic i la peça de fusta és molt petit i, per molta força que fem, la distància sempre serà la mateixa i tota l'energia es perdrà a la molla. Per tant, els rebots sempre seran els mateixos i aquests són els que determinen l'avanç de l'ocell.

Això ho veiem reflectit en les gràfiques de posició, velocitat i acceleració.

4.2.2.2.1.- Gràfica posició eix y - temps

En aquesta gràfica 18 apreciem la posició en l'eix de les y de l'ocell en funció del temps ja que el moviment en teoria és en aquesta direcció. Si analitzem el moviment en l'eix de les x segurament apreciarem un lleu avançament en el sentit positiu de les x ja que el pal metàl·lic està lleugerament tort. Tot i això, el moviment que ens interessa i volem analitzar és el de l'eix de les y.

Veiem que es tracta d'un moviment rectilini pràcticament uniforme descendent i, per tant, pendent negatiu.



Gràfica 18: Posició eix y - temps

Apreciem que la resultant no s'allunya gaire dels nostres valors presos. Això deu ser degut a que hem fet moltes marques a la trajectòria i, per tant, s'han pres un gran nombre de dades que minimitzen l'error. També pot ser perquè aquesta joguina és una joguina fàcil a l'hora de marcar la seva trajectòria, cosa que ens facilita molt la feina i redueix l'envergadura dels errors. Ho podem comprovar en l'error tan petit que hem fet al situar l'inici del moviment en el punt 0,0 dels eixos de coordenades, ja que només ens hem equivocat per 0,06 cm aproximadament, segons el que en diu el paràmetre (b). Pel que fa al paràmetre (a), ens diu que baixa 1,261 centímetres cada segon. Aquesta dada tampoc deu ser exacta del tot, però s'hi deu aproximar bastant. A més a més és el pendent de la recta i la velocitat de l'objecte.

Fórmula de la posició en l'eix de les y:

$$y = a \cdot t + b$$

Variable dependent (y) → posició

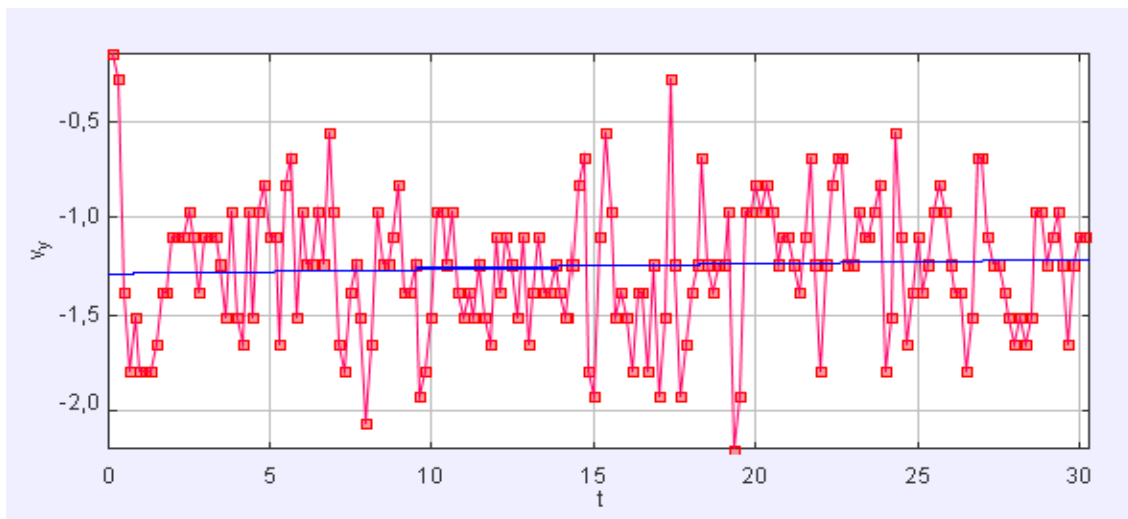
Paràmetre (a) → -1,261

Variable independent (t) → temps

Paràmetre (b) → 0,05991

4.2.2.2.- Gràfica velocitat eix y - temps

En aquesta gràfica 19 apreciem la varietat de la velocitat en l'eix de les y degut a les oscil·lacions de la molla, però com a resultat obtenim una velocitat bastant constant condicionada una mica segurament pels errors humans.



Gràfica 19: Velocitat eix y - temps

Com hem dit, la resultant obtinguda es manté bastant constant i, com en el cas de la gràfica de la posició, els errors comesos són molt petits per les mateixes raons esmentades anteriorment. Així ho veiem amb el paràmetre (a) que és el pendent de la recta i que, en el cas del moviment rectilini, hauria de ser 0. Com veiem que s'hi aproxima força. Per altra banda el paràmetre (b) ens marca la velocitat que seria constant si el pendent fos 0 exacte. Veiem que és bastant semblant a la velocitat que havíem obtingut en el gràfic de la posició: -1,261 cm/s, del pendent de l'altra gràfica, per -1,284 cm/s que tenim aquí. Així doncs, podem concloure que en aquest estudi hem comès un error molt petit i, per tant, l'acceleració també estarà situada molt a prop de 0 com hauria de ser.

Fórmula de la velocitat en l'eix de les y (vy):

$$v_y = a \cdot t + b$$

Variable dependent (vy) → velocitat

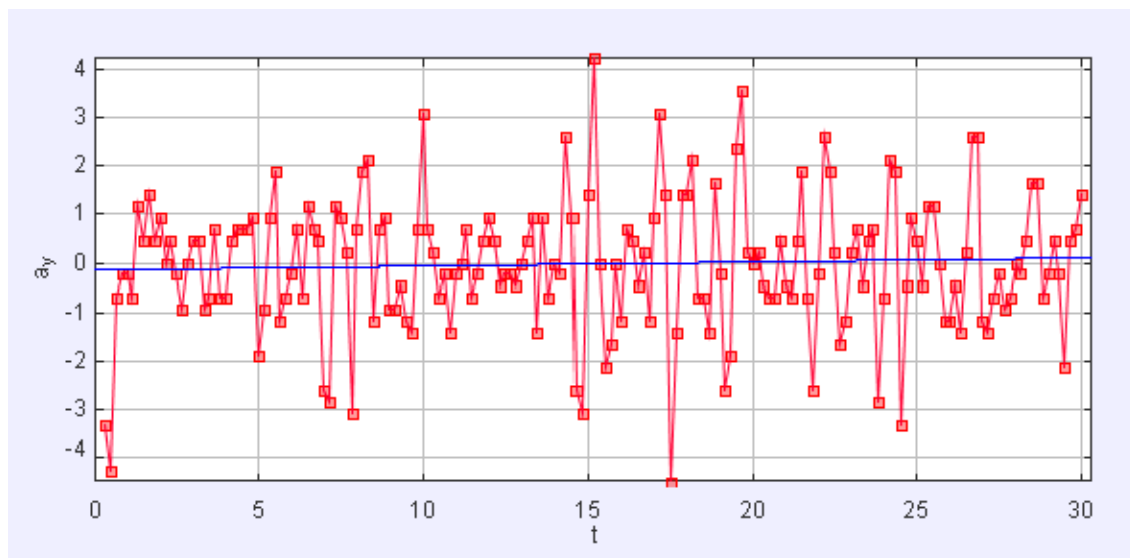
Paràmetre (a) → 0,002150

Variable independent (t) → temps

Paràmetre (b) → -1,284

4.2.2.2.3.- Gràfica acceleració eix y - temps

En aquesta gràfica 20 apreciem la varietat de l'acceleració segons el temps. Veiem que la resultant és molt propera a 0. Aquest ha de ser el valor que hauria de tenir, ja que es tracta d'un moviment rectilini uniformement no accelerat i, per tant, l'acceleració hauria de ser 0 en tot moment. Aquestes varietats deuen ser causades per l'error humà a l'hora de gravar el vídeo o a l'hora de fer les marques en el programa.



Gràfica 20: Acceleració eix y - temps

Veiem que al principi hi ha una petita acceleració negativa que també notem amb els paràmetres, ja que el paràmetre (b) és lleugerament negatiu. Potser aquesta petita acceleració negativa és deguda al petit impuls que li donem al principi i, l'acceleració positiva també molt petita del final, potser deu ser deguda a la força del fregament que va rebent.

Perquè ens hagués sortit perfecte, els dos paràmetres haurien de ser 0. Tot i això, el paràmetre (a) s'hi apropa molt.

Fórmula de l'acceleració en l'eix de les y (Ay):

$$Ay = a \cdot t + b$$

Variable dependent (Ay) → acceleració

Paràmetre (a) → 0,008215

Variable independent (t) → temps

Paràmetre (b) → -0,1496

4.2.3.- Ninot que baixa l'escala



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/drac.html>

4.2.3.1 Explicació científica

El ninot va baixant l'escala tot girant, passant pels diferents escalons. El gir que realitza la peça on està dibuixat el ninot, ve donat perquè el centre de gravetat es desplaça de l'eix de l'escala, creant un moment de gir que el fa girar. A cada escaló, la nova posició no estarà exactament en equilibri i, per tant, a cada escaló, la força de gravetat crearà un nou moviment de gir, i així successivament fins arribar a baix. A cada gir es produeix també un desplaçament vertical molt petit que serveix per a encaixar la peça amb l'esgló i que, per tant, estigui en contacte amb una superfície circular i no es pugui mantenir en equilibri i caigui cap un cantó.

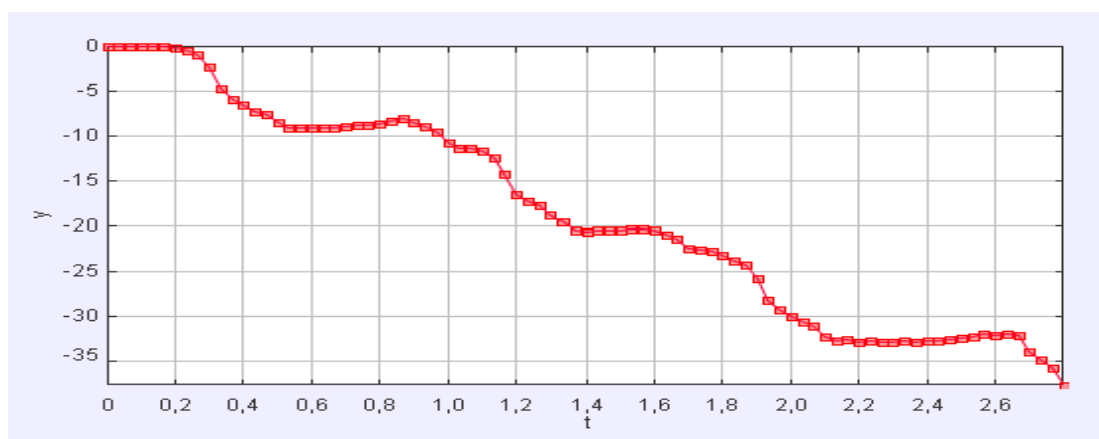
4.2.3.2.- Demostració i càlculs científics

Vam realitzar diversos descensos fins que vam aconseguir un moviment en que la peça descendia tota l'estona cap a la mateixa banda. Hi ha vegades que la peça gira

cap a l'altre costat i en alguns moments pot quedar quieta perquè es manté equilibrada i estabilitzada, tot i que aquesta última opció és molt poc freqüent. Això passa perquè la peça per atzar, doncs vam intentar trobar una explicació lògica i científica i no la vam trobar, es recolza indeterminadament en un punt o altre de la superfície circular. Això comportarà que el ninot giri cap un costat o altre o, fins i tot, quedi en equilibri si es recolza el centre de la gravetat de la peça en l'esglaó i queda estabilitzada. La força inicial que li donem a la peça creiem que no influeix en la velocitat de descens, ja que el factor que ho determina és el centre de gravetat perquè, com més estable estigui, més li costa al ninot anar descendint i, en canvi, si l'encaix està lluny del centre de gravetat es produeix molt més ràpidament el moviment.

4.2.3.2.1.- Gràfica posició eix y - temps

En aquesta gràfica 21 apreciem els descensos d'un punt en concret de la peça. En aquest cas no ha rebut un impuls inicial gaire fort perquè, com veiem, a l'inici està una estona quiet buscant el desequilibri per descendir cap a un costat. Quan descendeix, veiem com la línia de la gràfica baixa d'una forma bastant pronunciada i, quan encaixa, no té un pendent tant pronunciat. Després s'aprecia un instant que es manté en la mateixa posició. Això és degut a que el ninot està realitzant la volta per l'altre extrem i així ho repeteix successivament, però mai complint un patró estàndard, ja que hi ha molts factors que hi intervenen, a més a més dels nostres errors comesos.

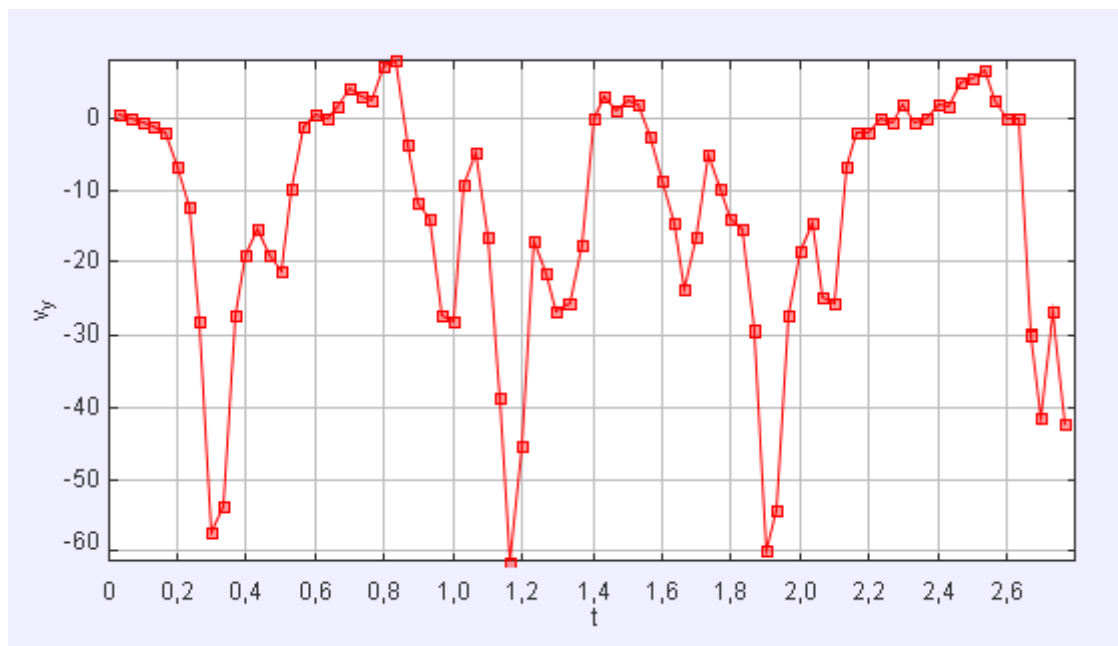


Gràfica 21: Posició eix y - temps

D'aquesta joguina no en podem treure fórmules ja que no es tracta ni d'un moviment uniforme, ni un moviment circular i, a més a més, depèn de molts factors. Establir una fórmula no seria correcte perquè, com hem dit, cada període i cada moviment serà diferent.

4.2.3.2.2.- Gràfica velocitat eix y - temps

En aquesta gràfica apreciem la velocitat que adquireix el ninot durant el seu moviment. Com és lògic, al principi que està buscant el desequilibri, la velocitat és molt propera a 0 i, poc a poc, es va accelerant per la força de la gravetat i la realització del moviment. Veiem com hi ha uns pics de velocitat negativa envoltada de dos pics més petits que són ocasionats per el petit descens vertical d'encaix que precedeixen i segueixen al moviment gran de descens.



Gràfica 22: Velocitat eix y - temps

Com veiem és una gràfica que conté diferents períodes que es van repetint tot i que, com hem dit, per la quantitat de factors que intervenen, segur que no són iguals. A més a més, tenim una precisió molt petita i cometem molts errors, cosa que fa augmentar les diferències.

4.2.4.- Ninot equilibrista



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/drac.html>

4.2.4.1.- Explicació científica

Quan posem la rodeta de la bicicleta del ninot sobre una corda observem que es recolza en un únic punt però, tot i això, manté un equilibri molt estable. Aquest fet és degut a que part del seu pes està allunyat del punt d'equilibri. Si la corda fa una mica de pendent el ninot equilibrista es desplaça a tota velocitat sense perdre l'equilibri. L'estabilitat del ninot es basa en el fet de que la massa del sistema està distribuïda de forma que el centre de massa està per sota del punt de suport. A l'inclinar la figura una mica en qualsevol direcció estem elevant el seu centre de massa i es produeix un moment de forces respecte al punt de suport i, aquest, tendeix a restituir l'objecte a la seva posició d'equilibri estable.

4.2.4.2.- Demostració i càlculs científics

Per a la realització d'aquest estudi vam realitzar tres gravacions del ninot equilibrista lliscant per la corda amb tres pendents diferents. En el primer cas la corda tenia un pendent significatiu i hi havia força diferència entre l'altura inicial i la final. En el segon

cas vam disminuir aquesta diferència 10 cm, i en l'últim cas vam disminuir uns altres 10 cm respecte de l'altura anterior i 20 cm respecte de la inicial. Vam comprovar a simple vista que com més pronunciat era el pendent, més velocitat adquiria el ninot per la força de la gravetat, ja que transforma més energia potencial en cinètica.

En el cas de que el fregament fos nul, ens trobaríem que l'energia mecànica total no variaria en cap moment perquè seria una energia conservativa. Fruit d'això variarien només l'energia cinètica i potencial i, quan una augmentés, l'altra disminuiria, però sempre la suma de les dos seria igual a la mecànica. Si això passés tindríem que:

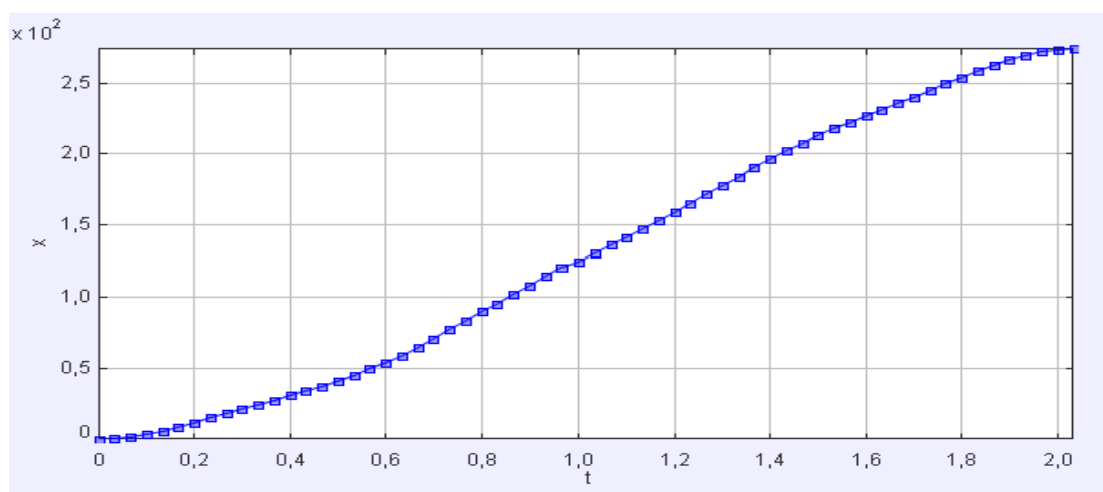
$$E_M = E_{\text{pot}} + E_{\text{cin}} = m \cdot g \cdot h + 1/2 \cdot m \cdot v^2$$

A la fórmula, la massa (m) i la gravetat (g) no varien mai. Llavors ens queda el 1/2, l'altura i la velocitat. Per tant si l'altura (h) augmenta per un costat, la velocitat (v) augmentarà també per l'altre. Amb això expliquem que com més altura tingui el ninot, més velocitat adquireixi.

PRIMER CAS

4.2.4.2.1.- Gràfica posició eix x - temps

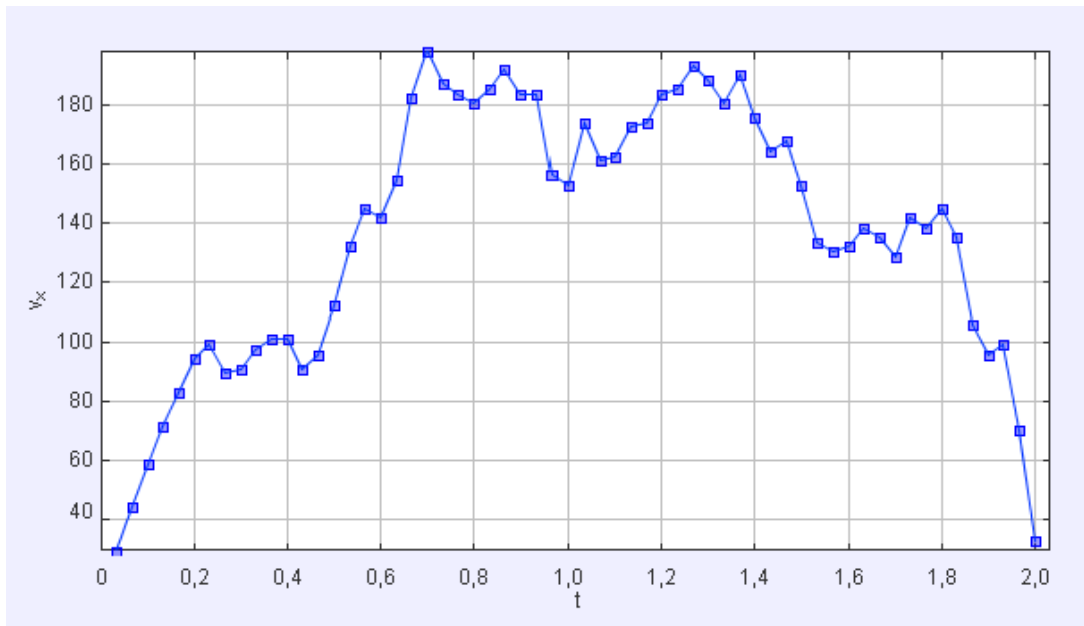
Amb aquesta gràfica 23 podem veure el desplaçament del ninot respecte l'eix de les x. Veiem com al principi el pendent no és gaire pronunciat, però que després s'accelera lleugerament, tot i que al final es torna a estabilitzar. Aquesta variació deu ser deguda a que la corda no està del tot tensa i, en ocasions, crea un pendent més pronunciat i, en altres, fins i tot fa pujada.



Gràfica 23: Posició eix x - temps

4.2.4.2.2.- Gràfica velocitat eix x - temps

En aquesta gràfica 24 podem veure la velocitat que adquireix el ninot equilibrista. Veiem com al principi la velocitat va augmentant per l'efecte de la gravetat i el desnivell que té la corda. L'energia potencial que ha adquirit el ninot es converteix en energia cinètica. Com ja hem dit, aquests alts i baixos deuen ser causats per la poca tensió de la corda.

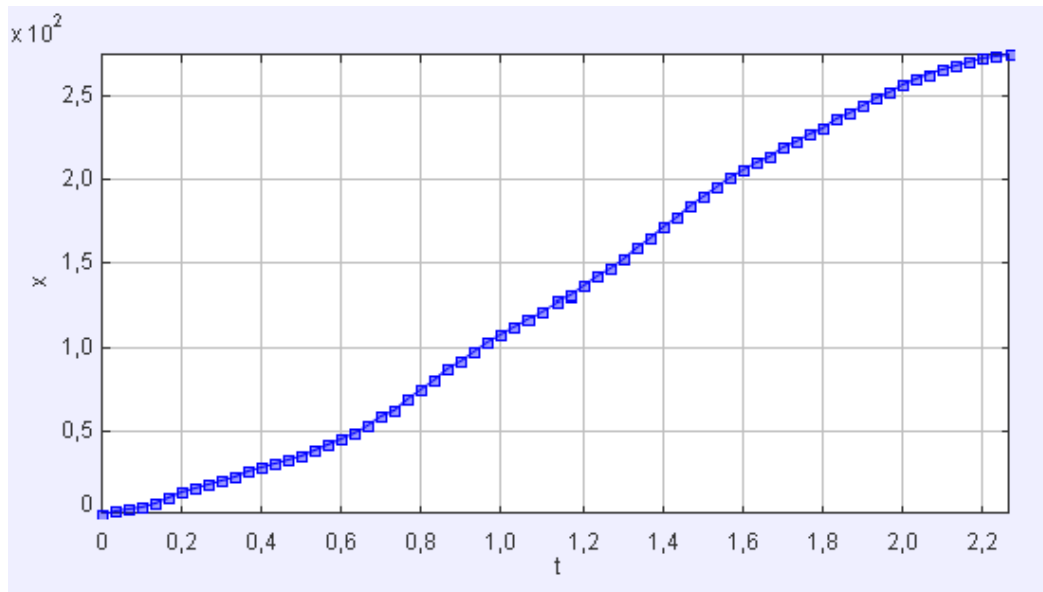


Gràfica 24: Velocitat eix x - temps

SEGON CAS

4.2.4.2.3.- Gràfica posició eix x - temps

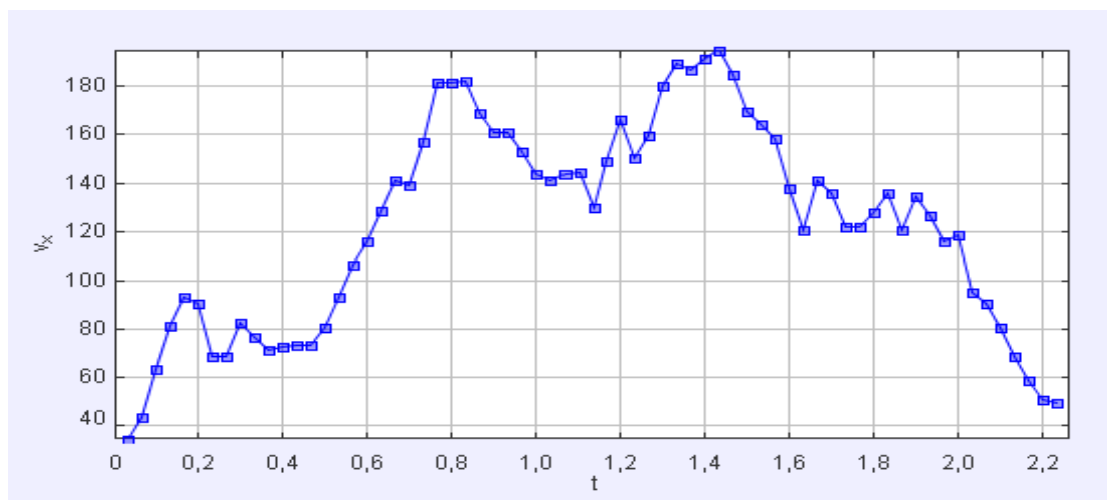
En aquesta gràfica 25 observem la posició del ninot en l'eix de les x a cada instant. No apreciem massa diferència amb el gràfic de la posició del primer cas. Només notem una mica més marcats els canvis de velocitat causats per la poca tensió de la corda. Aquests canvis de velocitat els apreciem amb el pendent de la recta.



Gràfica 25: Posició eix x - temps

4.2.4.2.4.- Gràfica velocitat eix x - temps

Aquí podem veure una aproximació de la velocitat que porta a terme el ninot al llarg del moviment. Veiem com al principi la velocitat va augmentant, com el cas anterior, per l'efecte de la gravetat. També observem que és bastant semblant a la gràfica del cas anterior ja que tenen els pics en els mateixos instants i la forma té una certa semblança. Això ens pot fer pensar que, realment, la corda s'afluixa en uns punts determinats causant una lleu pendent que produeix una acceleració i, en altres, creant pujades que fan frenar al ninot.

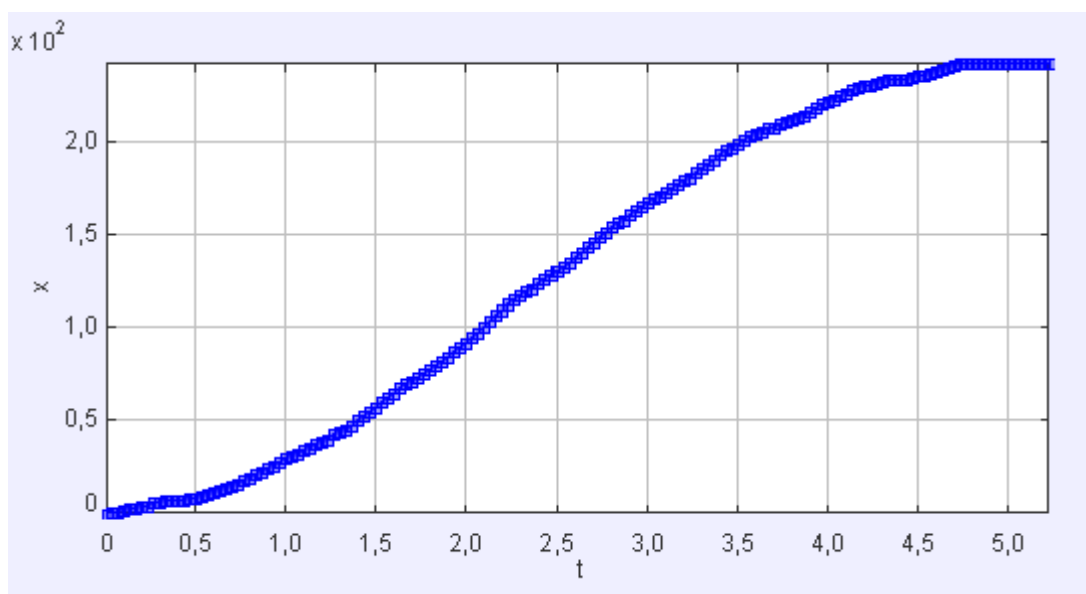


Gràfica 26: Velocitat eix x - temps

TERCER CAS

4.2.4.2.5.- Gràfica posició eix x - temps

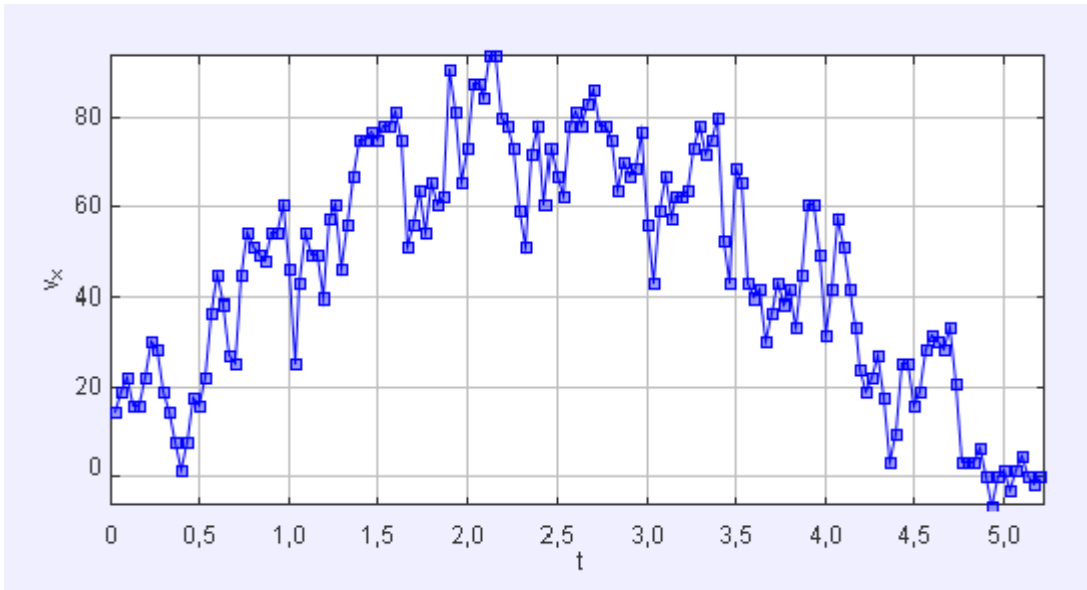
En aquesta gràfica 27 de la posició del ninot ja apreciem alguna diferència més. Es veu com en la part inicial té menys velocitat però després l'augmenta més ràpidament fins que, una mica abans d'arribar al final, veiem com queda aturat del tot. Això deu ser perquè la corda no deuria tenir prou pendent com perquè el ninot pogués arribar fins al final. També observem que tarda molt més temps en realitzar el moviment.



Gràfica 27: Posició eix x - temps

4.2.4.2.6.- Gràfica velocitat eix x - temps

En la gràfica 28 de la velocitat també apreciem diferències. No correspon amb els pics d'abans, tot i que la forma general més o menys és semblant. Té molts pics indefinits però, com he dit, el total és molt semblant; augmenta velocitat al començament i cap al final la va perdent. També observem que el pic màxim de velocitat és inferior als pics de les altres gràfiques.



Gràfica 28: Velocitat eix x - temps

4.2.5.- Io-io



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/drac.html>

4.2.5.1.- Explicació científica

El io-io és una joguina infantil que consisteix en un disc de fusta, plàstic o altres materials i que, a la vora dels quals i a partir d'una ranura profunda, s'hi lliga un fil o cordill prim que va lligat també a un dit i, mitjançant sacsejades, fa pujar i baixar el disc alternativament.

El io-io que nosaltres hem utilitzat és una versió molt senzilla amb un nus fix i els rodets de fusta. Això ens ha permès analitzar d'una forma senzilla el seu comportament amb el programa Traker.

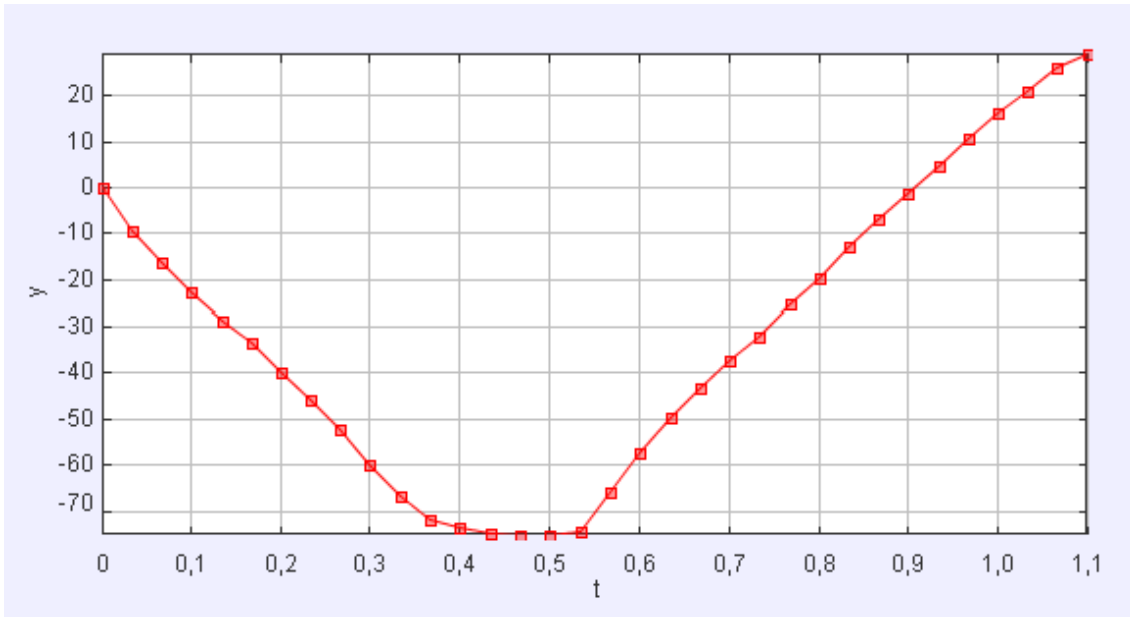
4.2.5.2.- Demostració científica

Quan el fil es desenrotlla com a conseqüència de la gravetat, el io-io gira perquè la corda està lleugerament descentrada respecte al centre de massa del io-io. El io-io transforma la seva energia potencial gravitatòria en energia cinètica de rotació, adquirint un moment angular elevat. Aquesta rotació es deu al fet que s'exerceix el que es diu un moment de força al io-io. Són dues forces aplicades en dos punts diferents del io-io i de sentit contrari que fa que aquest giri. Aquestes dues forces són la tensió de la corda en un extrem, i el pes del io-io en el seu centre de masses.

Quan arriba a baix, el io-io tendeix a conservar el moment angular i comença a enrotllar-se de nou, però en enrotllar-se puja i comença a canviar l'energia cinètica de rotació en potencial gravitatòria de nou. En cada cicle el io-io perd una mica d'energia per fregament, per això cal donar un petit impuls de manera que adquireixi l'energia extra que necessita per tornar a la mà.

4.2.5.2.1- Gràfica posició eix y - temps

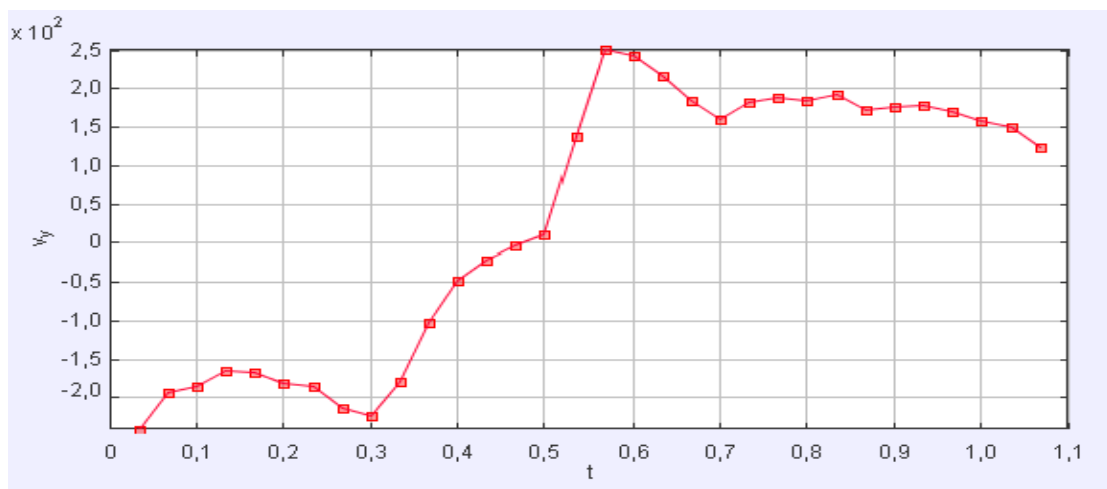
Com podem apreciar, el io-io va descendint amb un pendent més o menys constant. Quan arriba a baix de tot, hi resta durant un instant ja que és quan la corda s'estira i li transmet la força d'inèrcia per a seguir pujant, juntament amb l'impuls que també li donem nosaltres. Puja més o menys amb la mateixa velocitat o pendent que quan baixa.



Gràfica 29: Posició eix y - temps

4.2.5.2.2.- Gràfica velocitat eix y - temps

En aquesta gràfica 30 de la velocitat veiem com el io-io té en el seu inici una velocitat negativa del voltant de -2,5 m/s. Quan comença a arribar al seu punt més baix la velocitat comença a apropar-se cada cop més a 0 fins que, en el moment 0,5 segons aproximadament, assoleix aquesta velocitat i deduïm que és quan està totalment aturat. A partir d'aquí la velocitat augmenta d'una manera bastant apreciable i és quan comença a pujar. Tot i això veiem com després d'assolir el seu pic va disminuint lleugerament per la força del fregament i de la gravetat.



Gràfica 30: Velocitat eix y - temps

4.2.6.- Diàbolo



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/drac.html>

4.2.6.1.- Explicació científica

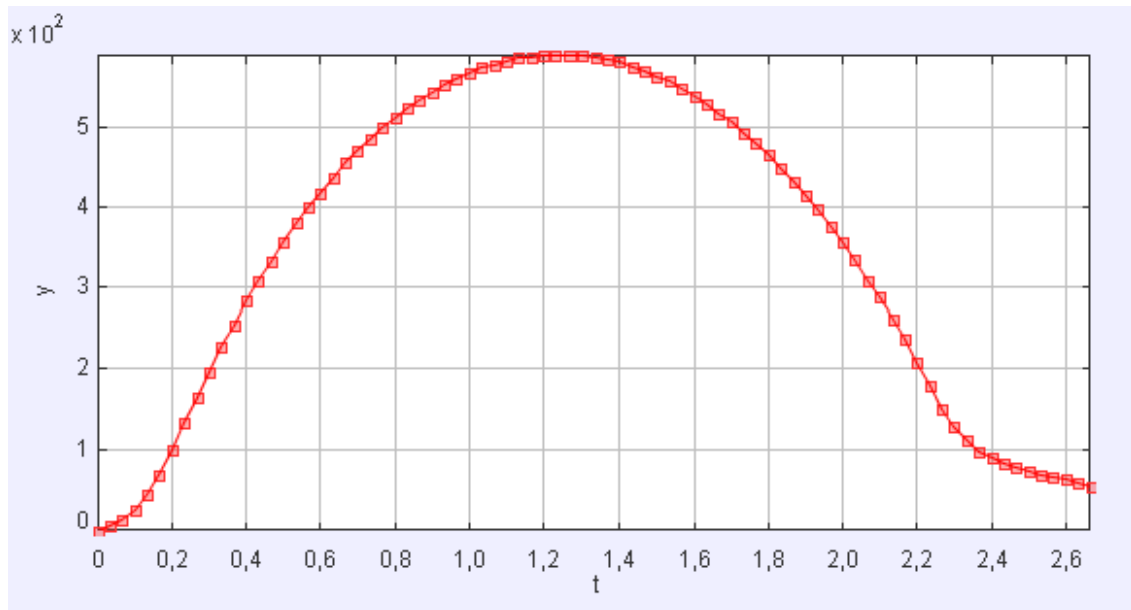
El diàbolo és un joc de malabars en què s'impulsa la rotació, per mitjà d'un fil que es té agafat pels dos extrems, d'un rodet format per dos troncs de con coaxials units per la secció més petita. Quan la rotació és prou ràpida es pot llençar enlaire i entomar-lo novament amb el fil.

4.2.6.2.- Demostració i càlculs científics

Per analitzar aquesta joguina vam llençar el diàbolo enlaire per realitzar un moviment parabòlic i així poder-lo analitzar.

4.2.6.2.1.- Gràfica posició eix y - temps

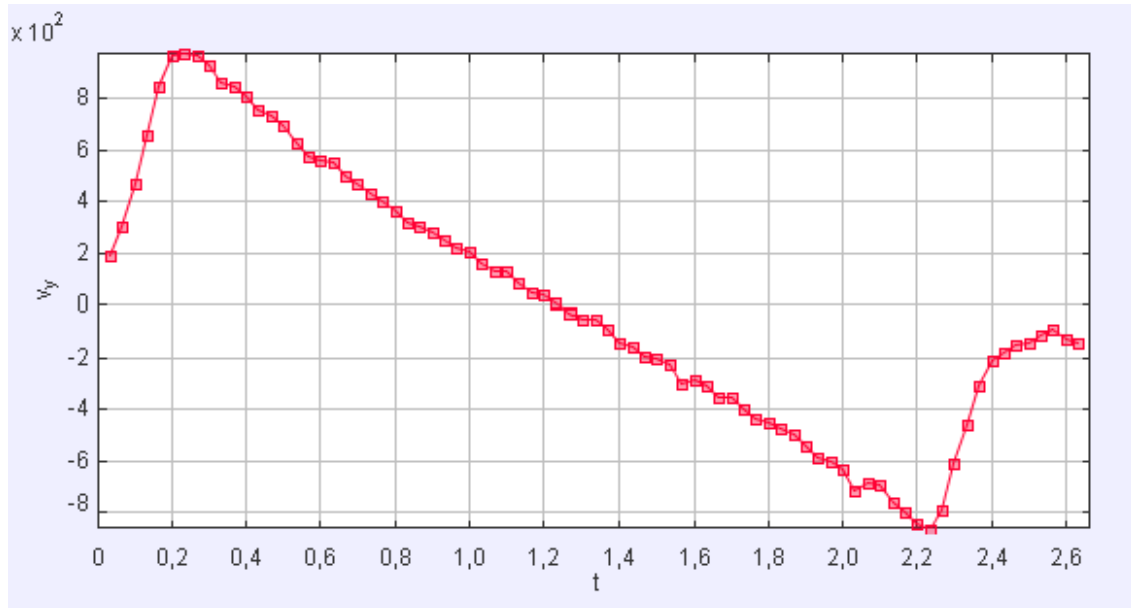
En aquesta gràfica 31 de la posició en l'eix de les y veiem la paràbola quasi perfecta que desenvolupa el diàbolo al ser llençat. Apreciem que, segons la gràfica, arriba a una altura màxima de gairebé 6 metres en l'instant 1,25 segons. Veiem també com en el tram final és frenat, i això és degut a que coincideix amb el moment en què agafem el diàbolo de nou per seguir fent-lo girar.



Gràfica 31: Posició eix y - temps

4.2.6.2.2.- Gràfica velocitat eix y - temps

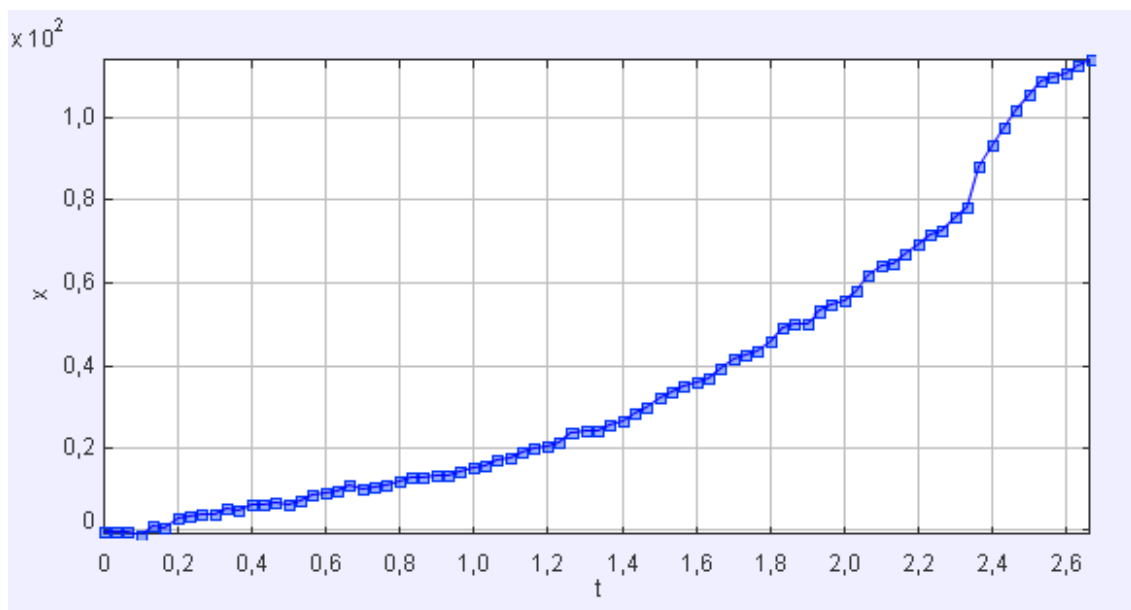
En aquesta gràfica 32 de la velocitat en l'eix de les y apreciem com al començament se li dóna un impuls al diàbolo ja que passa d'una velocitat d'uns 2m/s a gairebé 10 m/s. A partir d'aquesta velocitat màxima veiem com, per efecte de la gravetat, la velocitat va disminuint fins a arribar als 0 m/s que coincideix amb el mateix instant que en el gràfic anterior assolía l'altura màxima. Tot seguit segueix disminuint la seva velocitat fins arribar gairebé als -9 m/s, que és quan l'agafem novament amb la corda i per això torna a tendir cap a 0 m/s la seva velocitat.



Gràfica 32: Velocitat eix y - temps

4.2.6.2.3.- Gràfica posició eix x - temps

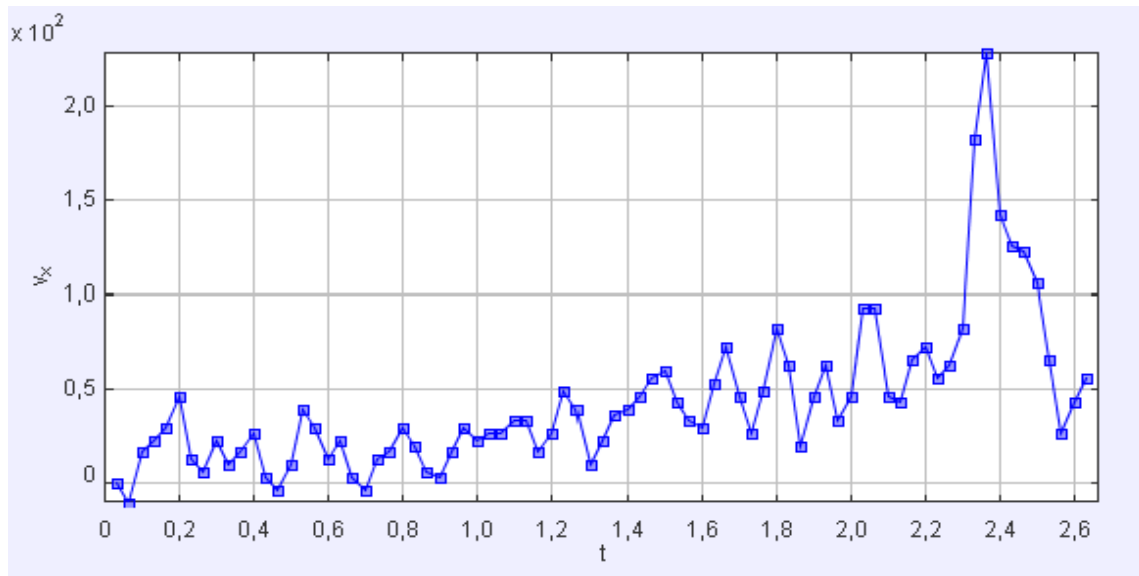
En aquesta gràfica 33 de la posició en l'eix de les x apreciem la progressió del diàbolo per aquest eix i, com podem veure, només es desplaça 1 metre i uns 15 cm. Això és així perquè en principi el diàbolo s'ha de propulsar cap enlaire amb un angle de 90° respecte el terra, però nosaltres l'hem llençat amb un angle de 88° segons el programa i, per això, apareix un lleu desplaçament en l'eix de les x.



Gràfica 33: Posició eix x - temps

4.2.6.2.3.- Gràfica velocitat eix x - temps

En aquesta gràfica 34 veiem que la velocitat és molt petita degut a que avança molt poc en l'eix de les x, ja que ho fa molt més en l'eix de les y. Apreciem només un pic de velocitat en el moment en que el diàbolo és agafat i s'impulsa lleugerament cap endavant.



Gràfica 34: Velocitat eix x - temps

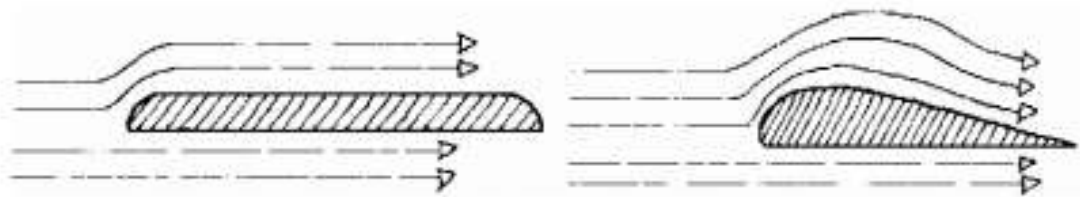
4.2.7.- Plat volador



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/drac.html>

4.2.7.1.- Explicació científica

El disc volador és un objecte dissenyat perquè planei al ser llençat mentre va girant. Com més ràpid giri, generarà el mateix efecte que les ales d'un avió ja que crea un corrent d'aire que el sustenta, de manera que es mantindrà més temps planejant a l'aire. Amb aquest moviment de gir, el disc penetra a les capes d'aire amb un vol estable, a la qual cosa també contribueix la forma dels seus costats i les estries de la seva part superior, que afavoreixen la circulació de l'aire per la seva superfície.

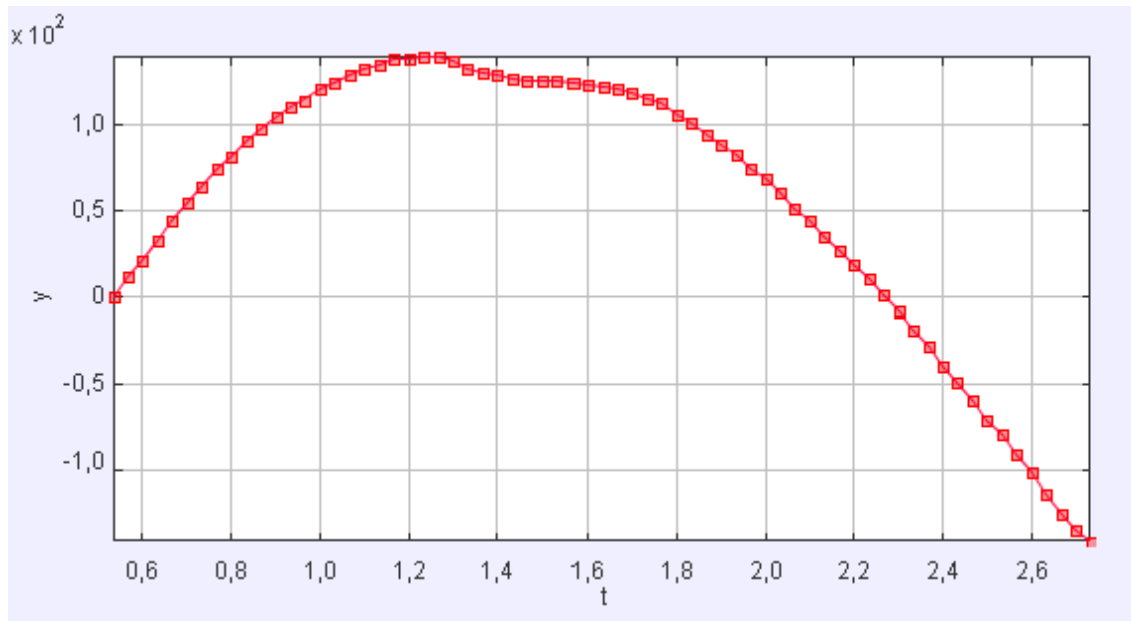


4.2.7.2.- Demostració i càlculs científics

Per realitzar l'estudi d'aquesta joguina vam realitzar un llançament i el vam gravar per després ser analitzat amb el programa Tracker.

4.2.7.2.1.- Gràfica posició eix y - temps

En aquesta gràfica 35 de la posició en l'eix de les y apreciem el què hem comentat del seu funcionament: quan assoleix el seu punt màxim i sembla que hagi de caure en picat, veiem com planeja lleugerament per allargar la seva trajectòria durant uns metres.



Gràfica 35: Posició eix y - temps

4.2.7.2.2.- Gràfica velocitat eix y - temps

En aquesta gràfica 36 apreciem com la velocitat va disminuint i, just quan comença a ser negativa, observem com es manté més o menys constant durant un instant que coincideix amb l'instant que, anteriorment, hem dit que planejava i frenava la seva caiguda.



Gràfica 36: Velocitat eix y - temps

4.2.8.- Baldufes



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/drac.html>

4.2.8.1.- Explicació científica

Al fer girar una baldufa s'observa el moviment rotatori al voltant de l'eix de gir. Quan gira presenta, degut al moment de gir, un equilibri dinàmic i s'aguanta sobre la punta, mentre que quan està en repòs no es pot aguantar. Aquest és l'efecte giroscopi que permet que es mantingui sobre la punta fins que el vector pes ($m \cdot g$) acaba prenent una inclinació respecte de l'eix i provoca una variació en la localització del centre de gravetat. Això provoca una variació en la trajectòria de gir que comença a descriure cercles propiciant la caiguda de la baldufa. D'aquesta manera la caiguda és directament proporcional al esmentat angle i al vector pes, i inversament proporcional a la velocitat de gir.

D'aquesta forma, passat el temps, el fregament amb l'aire i, sobretot amb el sòl, provoquen que el gir es vagi afeblint. Llavors el centre de gravetat comença a fer-se més inestable de tal manera que la baldufa comença a girar, no solament sobre si mateixa, sinó que descriu cercles en el terreny, que fa que vagi tombant-se, fins

que perd per complet l'equilibri i comença a rodar fins parar-se. Aquest procés és comú entre les seves múltiples variants, però qualsevol dels seus elements (desenvolupament del gir, forma d'imprimir la força angular, punt de suport, distribució del centre de gravetat, mecanisme de rotació, impressió del fregament...) pot variar enormement. Hi ha molta varietat de baldufes: Les que tenen a l'extrem superior un pal on els hi transmetem l'energia de rotació i les baldufes que els hi enrotllem una corda al seu voltant i quan les tirem al terra i desenrotllem la corda els hi transmetem una energia potencial que es converteix en energia cinètica rotatòria.

4.2.8.1.- Demostració i càlculs científics

No vam poder realitzar l'estudi d'aquesta joguina amb el programa tracker ja que no parava de moure's degut al seu moviment de gir i anava seguint trajectòries aleatòries mentre girava sobre ella mateixa.

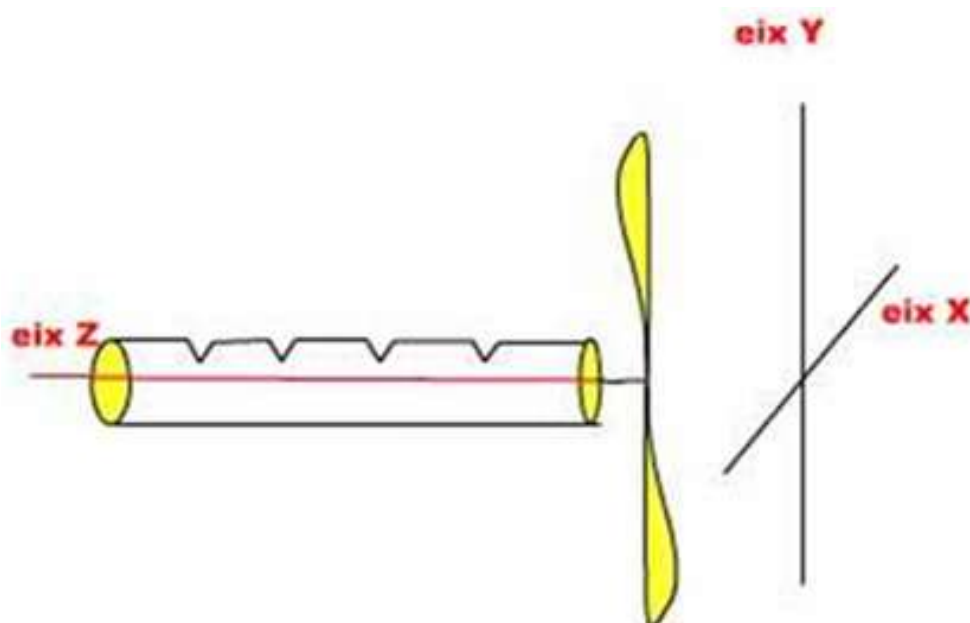
4.2.9.- Bozo-bozo



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/drac.html>

4.2.9.1.- Explicació científica

Podem dir que aquesta joguina folklòrica transforma un moviment rectilini altern en un de circular sense cap mena d'engranatge. Quan freguem amb la barreta produïm una oscil·lació en l'eix vertical Y (mirar la imatge), però també fem una força en l'eix X mitjançant la mà amb la qual l'aguantem i amb la qual la freguem. La composició d'aquestes dues forces produeix un moviment circular o el·líptic en el clau, que fa rodar l'hèlix. Com apreciem a la imatge la barreta està sobre l'eix Z i l'hèlix gira en el pla X-Y.



El sentit de gir només depèn de la inclinació de la barreta amb la qual freguem, si està inclinada cap amunt o cap avall. Si canviem la posició relativa de les mans, l'efecte és el mateix. Segons com posem la barreta i els dits de la mà podem controlar el sentit del moviment. Si iniciem el moviment a poc a poc, ens adonarem que, si volem que l'hèlix giri més ràpid, hem de fregar en ressonància. Si es mesura el diàmetre del clau i el diàmetre de l'hèlix podem veure que el moviment es produeix sense que hi hagi lliscament. Qualitativament podem veure que la freqüència d'oscil·lació és més gran que la de rotació de l'hèlix. Aquest mecanisme explicaria el perquè de que els cargols sotmesos a vibracions s'afluixin.

4.2.10.- Molinet de vent



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/drac.html>

4.2.10.1.- Explicació científica

Aquesta joguina utilitza l'energia eòlica del vent per funcionar. Aquesta energia al cap i a la fi prové del Sol ja que, per crear corrents d'aire, aquest s'ha d'escalfar per tal de tenir menys pressió i, d'aquesta manera, es desplaça cap amunt creant un buit que serà reemplaçat per més aire tot creant un corrent. Els àleps estan disposats amb una certa inclinació que permet aprofitar aquesta energia. Els àleps també presenten diferents colors i al fer-los girar podem observar diferents efectes òptics, tal com l'obtenció del color blanc per superposició de colors, degut a la persistència d'imatges a la retina.

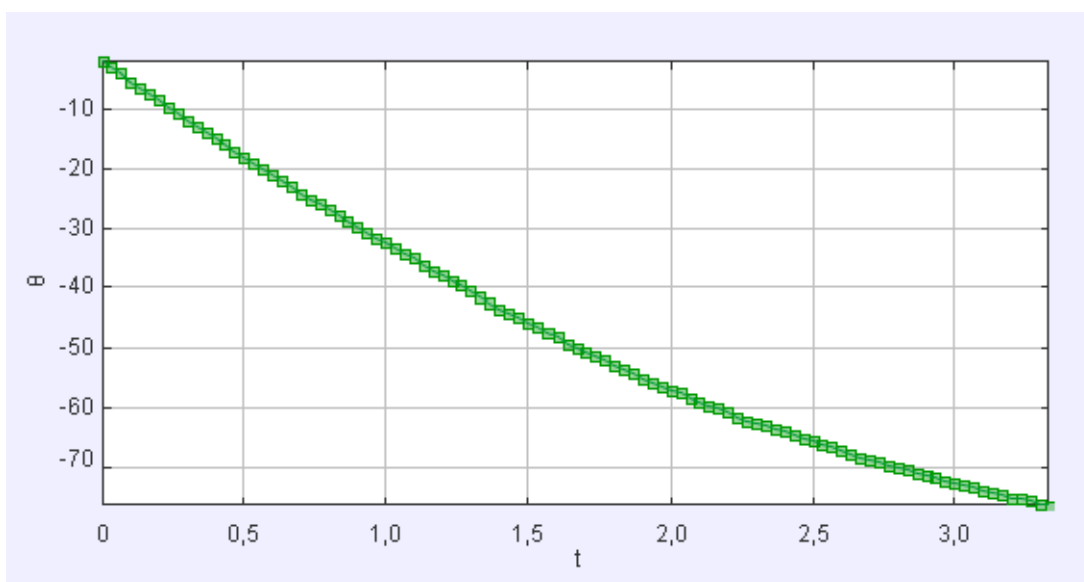
4.2.10.2.- Demostració i càlculs científics

Per a la realització d'aquest estudi vàrem col·locar el molinet subjecte amb una mica de "blue-tack" per a que estigués immòbil. Vam esperar a una ràfega de vent per a que es mogués i vam aprofitar per a gravar el moviment. Després amb el programa Tracker vam analitzar el moviment circular i les respectives gràfiques.

4.2.10.2.1.- Gràfica posició angular - temps

En aquesta gràfica 37 de la posició angular respecte del temps veiem com el moviment comença en un punt situat a uns -90° respecte del punt considerat com a 0. Per això el nostre moviment comença a $-\pi/2$ radians aproximadament. El moviment també avança en sentit negatiu, però en aquest cas veiem com poc a poc va avançant menys i va frenant. Calculant l'increment dels radians i dividint per els 2π radians que té una volta, obtenim el nombre de voltes o revolucions que ha donat el molinet:

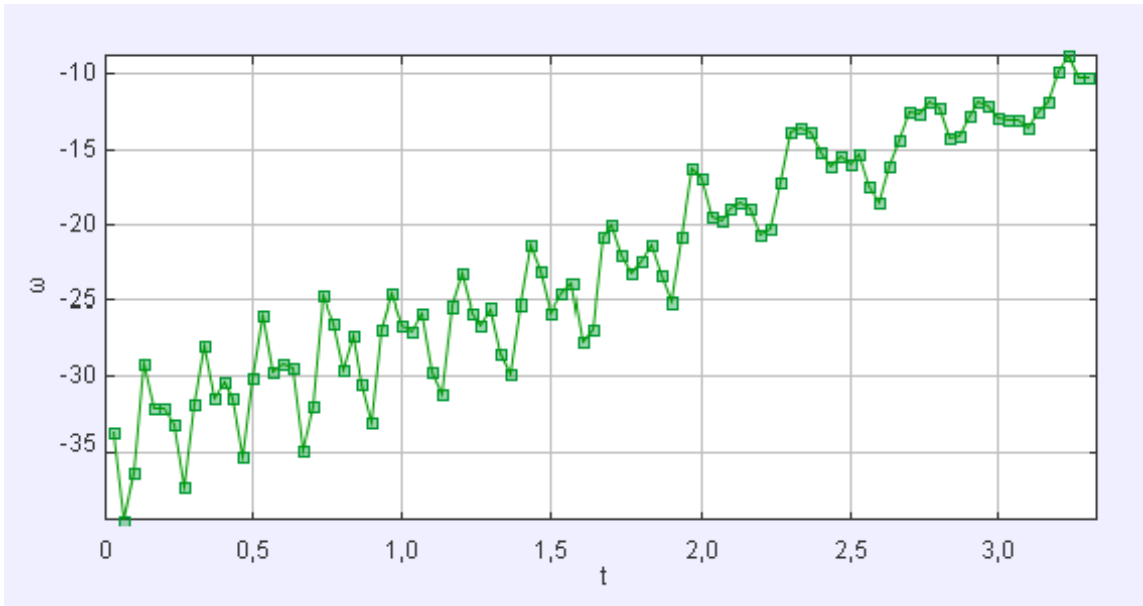
$$[-1,66 - (-76,4)] / 2\pi = 11,9 \text{ voltes}$$



Gràfica 37: Posició angular - temps

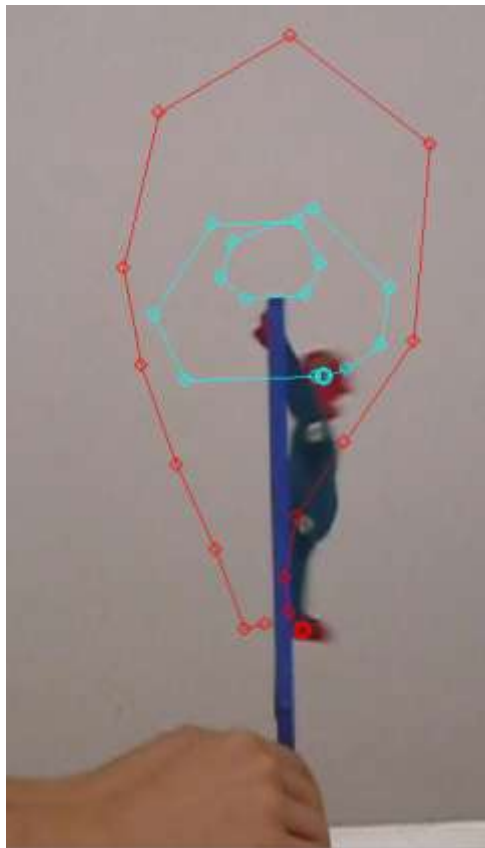
4.2.10.2.2.- Gràfica velocitat angular - temps

En la següent gràfica 38 de la velocitat angular respecte del temps comprovem el pronòstic que havíem fet: la velocitat tendeix a 0. Veiem com a l'inici arriba a portar una velocitat angular màxima de gairebé -40 rad/s que són una mica més de 6 voltes per segon. Al final la velocitat angular és de només -9 rad/s que són una volta i gairebé mitja més per cada segon. El fet de que la velocitat angular tendeixi a 0 és degut a que el corrent d'aire estava disminuint i no li donava prou força com per seguir girant a la mateixa velocitat angular.



Gràfica 38: Velocitat angular - temps

4.2.11.- Acròbata



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/drac.html>

4.2.11.1.- Explicació científica

Quan apliquem una força a la base inferior de les fustes on està subjectat l'acròbata i els fils que l'aguanten es tensen, fa que l'acròbata pugi cap amunt fent acrobàcies. En el moment que deixem d'aplicar la força torna cap avall, és a dir, a la posició inicial perquè el fils es destensen.

4.2.11.2.- Demostració i càlculs científics

Vam analitzar la joguina amb el programa Tracker i vam veure que no tenia una trajectòria estable per poder ser analitzada. Les úniques coses que vam observar són que es necessita aplicar una força mínima per a que hi hagi prou tensió per tibar els fils, que estan creuats, i es posin rectes tot fent que faci una acrobàcia. Com més força es dóna, més tensió s'hi aplica i, per tant, més ràpid i amb més força es tiben els fils i el ninot té més impuls.

4.2.12.- Joguines de corda



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/drac.html>

4.2.12.1.- Explicació científica

Les joguines de corda ens serveixen per poder entendre algunes de les propietats de l'energia: com s'emmagatzema, es conserva, es transporta i les seves transformacions.

A dins de les joguines hi ha una cinta metàl·lica que acumula l'energia mecànica muscular que li transferim quan donem corda i s'acumula en forma d'energia potencial. Hi ha un sistema d'engranatges associats a la cinta que estan connectats mitjançant una palanca a les parts que es mouen de la joguina. Quan s'allibera l'energia acumulada a la cinta fa moure aquests engranatges i comuniquen aquest moviment a les diferents parts de la joguina i aquestes es mouen. Per tant, podem observar que l'energia potencial acumulada es transforma en energia cinètica.

4.2.12.2.- Demostració i càlculs científics

Per a realitzar aquest estudi vam gravar diverses joguines. Unes funcionaven amb corda movent els braços i nedaven dins l'aigua. D'altres es desplaçaven irregularment per terra. Com que realitzaven unes trajectòries bastant irregulars eren molt difícils d'analitzar amb el programa perquè no regien cap norma ni podíem establir cap llei física. Per aquest motiu no hem fet l'anàlisi.

4.2.13.- La roda imantada



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/altres.html>

4.2.13.1.- Explicació científica

Quan posem la roda imantada entre el suport d'acer amb els extrems d'imant i apliquem un petit moviment, aquesta comença a girar i desplaçar-se per tota l'estructura metàl·lica. Es transforma l'energia potencial en energia cinètica i en energia de rotació. En arribar a baix, l'energia de rotació que és la principal, es torna a convertir en energia potencial de manera que la roda torna pràcticament a la mateixa posició. Aquests canvis de direcció es produeixen perquè la barra d'acer canvia de forma i a l'imant li és més fàcil recular que seguir endavant. Aquest funcionament seria semblant al del io-io.

4.2.13.2.- Demostració i càlculs científics

Per a realitzar l'estudi del funcionament d'aquesta joguina hem utilitzat també el programa Tracker. Hem marcat dos punts diferents i, per tant, obtenim dues trajectòries diferents. Un punt el marcàvem sempre a la cinta blanca que li vam posar a la roda i que ens marcava un punt del contorn de la seva trajectòria. L'altre punt el situàvem sempre al centre de la roda i que, per tant, era un moviment que es basava només en l'eix de les y i que recorria les barres d'acer.

TRAJECTÒRIA EXTERNA

4.2.13.2.1.- Gràfica posició eix y - temps

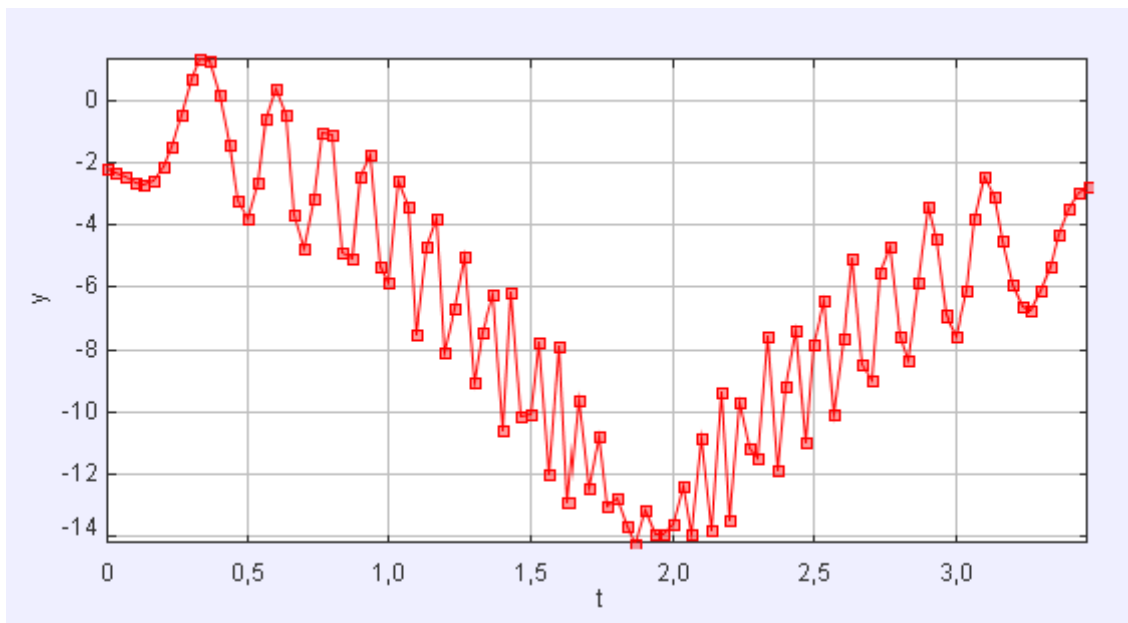
Aquesta gràfica 39 es tracta d'un moviment circular que es va desplaçant amunt i avall i això ho veiem reflectit. Veiem representada una mena de sinusoide que representaria el moviment circular, però al desplaçar-se avall i amunt la sinusoide també ho representa. A més a més al anar augmentant la velocitat angular veiem com cada cop les ones estan més juntes i són més estretes i, per tant, la freqüència és més elevada fruit de la fórmula:

$$\omega = 2\pi f$$

$\omega \rightarrow$ velocitat angular $2\pi \rightarrow$ els radians d'una volta completa

$f \rightarrow$ la freqüència

Com que els radians d'una volta completa no varien mai, si augmenta la velocitat angular, augmentarà la freqüència i al revés, ja que són directament proporcionals.



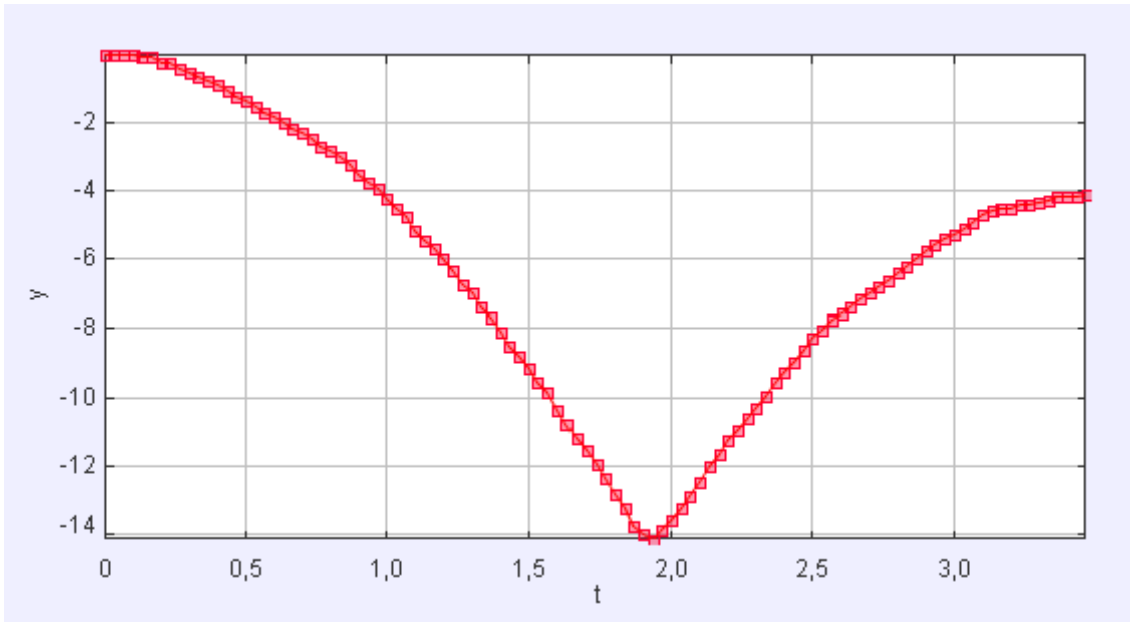
Gràfica 39: Posició eix y - temps

En aquesta gràfica també es veuen els errors comesos, ja que les ones haurien de ser més perfectes i més uniformes, però a simple vista és impossible marcar sempre el mateix punt.

TRAJECTÒRIA INTERNA

4.2.13.2.2.- Gràfica posició eix y - temps

En aquesta gràfica 40 veiem el desplaçament que porta a terme la roda. Veiem i apreciem, segons la gràfica, que es tracta d'un moviment rectilini uniformement accelerat que, al principi, es va accelerant fins a arribar a un punt on es para. En aquest punt torna a pujar mentre va frenant lleugerament i veiem que no arriba a la mateixa altura que abans; s'ha produït una pèrdua d'energia.

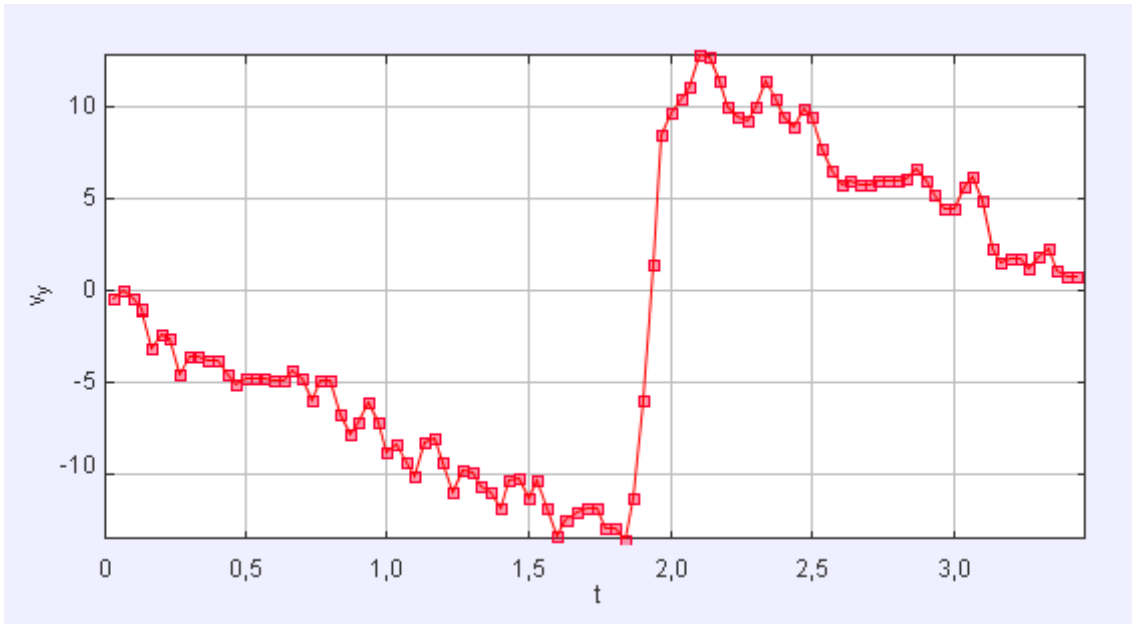


Gràfica 40: Posició eix y - temps

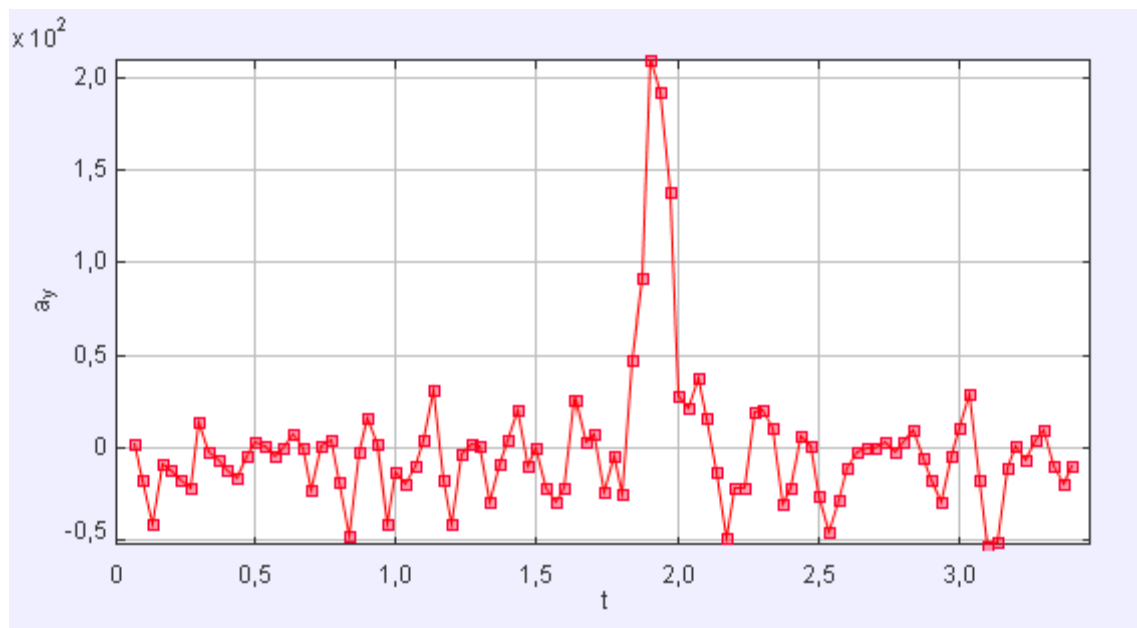
Apreciem també els errors ja que les trajectòries no són del tot perfecte i té unes certes imperfeccions.

4.2.13.2.3.- Gràfiques velocitat i acceleració eix y - temps

En la gràfica 41 de la velocitat de la roda s'aprecia com la velocitat sempre va decreixent amb un pendent més o menys constant i, per tant, amb una acceleració (gràfica 42) no gaire variada tot i els seus alts i baixos. Destaca en les dues gràfiques el canvi de sentit de la roda. En el de la velocitat és veu com passa de ser negativa a ser positiva, ja que passa a desplaçar-se en sentit positiu de les y, però també segueix decreixent fins arribar a 0. En aquest mateix moment s'aprecia com l'acceleració incrementa d'una manera exagerada per tal de fer que la velocitat de la roda sigui positiva. Després segueix més o menys constant com fins aleshores, amb una lleu acceleració negativa que frena el moviment.



Gràfica 41: Velocitat eix y - temps



Gràfica 42: Velocitat eix y - temps

4.2.14.- Vaixell de vapor



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/altres.html>

4.2.14.1.- Explicació científica

Aquest vaixell funciona gràcies al vapor d'aigua. Es posa aigua en els dos tubs que té a sota i, a la part superior del vaixell que està amb contacte amb els tubs, s'hi posen dues espelmes enceses. Quan l'escalfor de les espelmes fa que l'aigua de dins els tubs estigui a 100°C, aquesta aigua es converteix en vapor. El vapor surt pels dos tubs i empeny el vaixell cap endavant. A continuació entra més aigua i es va repetint el cicle. En aquest procés es va produint la tercera llei de Newton d'acció i reacció.

Aquest és el funcionament que utilitzaven els vaixells i els trens de vapor antigament. També les màquines es feien moure amb vapor.

Per a la realització d'aquest estudi vam tenir bastants problemes. Primer vam haver de trobar un piscineta per a poder fer funcionar el vaixell. Un cop teníem la piscina les espelmes que porta la joguina se'ns apagaven quan les posàvem dins del vaixell i vam

haver d'utilitzar unes altres espelmes que, després de fer-lo funcionar, ens van cremar el vaixell.

4.2.15.- Slinky i molles de colors



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/altres.html>

4.2.15.1.- Explicació científica

Aquesta joguina va ser inventada per Richard James quan tractava de desenvolupar una molla que pogués ajudar a mantenir fixos els elements sensors d'un vaixell en el mar. El Slinky, el disseny del qual es va modificar rematant les vores per seguretat, ha persistit pràcticament inalterat. El Slinky, com tots els objectes, tendeix a resistir els canvis en el seu moviment.

Per la seva inèrcia, si es col·loca en la part alta d'una escala es mantindrà en repòs sense moure's. En aquest punt té energia potencial. Però una vegada li hem donat impuls, ha començat a baixar les escales i la gravetat li afecta, l'energia potencial es converteix en energia cinètica i el Slinky descendeix espira per espira escales avall. L'energia es transfereix al llarg de la seva longitud en una ona de compressió o longitudinal, que s'assembla a una ona sonora que viatja a través d'una substància transferint un pols d'energia a la següent molècula. La rapidesa amb que l'ona es mou depèn de la constant de la molla i de la massa del metall.

4.2.16.- Pilota de bàsquet



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/pica-soques.html>

4.2.16.1.- Explicació científica

Després de l'enquesta realitzada als infants, ha sortit molt esmentada la joguina de la pilota, una joguina que ha estat molt present al llarg de tots els temps i, segurament, tan popular per l'ampli ventall de jocs que ofereix. En aquest cas hem agafat una pilota de bàsquet i hem realitzat un llançament a cistella per analitzar el moviment parabòlic que porta a terme abans d'entrar. El llançament s'efectua des d'una distància de 4 metres i 30 centímetres de la cistella i, aquesta, situada a 3 metres i 5 centímetres del terra. Els aspectes que s'han de tenir en compte perquè la pilota entri són l'angle de llançament i la força que li donem a la pilota que influenciarà en la velocitat que aquesta adquirirà.

4.2.16.2.- Demostració i càlculs científics

Amb la càmera fotogràfica vam gravar una sèrie de llançaments per a poder analitzar-los amb el programa Tracker. Vam comprovar que, tal com complien les nostres

expectatives, el moviment de la pilota formava una paràbola quasi perfecte i així ho veiem reflectit en la gràfica.

A partir de la taula de dades de la gràfica hem extret els valors de la velocitat inicial, tant en l'eix de les y com el de les x, que ens servirà per a realitzar càlculs i fer comprovacions, com també comprovar errors comesos.

$$V_{y_0} \rightarrow 6,420 \text{ m/s}$$

$$V_{x_0} \rightarrow -3,751 \text{ m/s}$$

Càlcul del moment que adquirirà l'altura màxima:

➤ Tenim en compte que:

- Quan y és màxima, la V_y és 0
- Per trobar V_y derivem y $\rightarrow V_y = V_{0y} - a \cdot t$
- La a és l'acceleració que en aquest cas és la gravetat i que, per tant, serà de $-9,8 \text{ m/s}^2$

Per tant:

$$0 = 6,42 - 9,8t ; t = 6,42 / 9,8 = \mathbf{0,655 \text{ s}}$$

Càlcul altura màxima:

➤ Tenim en compte que:

- $y_0 \rightarrow 164,3 \text{ cm} \rightarrow 1,643 \text{ m}$
- Agafem el temps calculat anteriorment

$$y = y_0 + V_{y_0} \cdot t - 4,9 \cdot t^2 ; y = 1,643 + 6,42 \cdot 0,655 - 4,9 \cdot (0,655)^2 = \mathbf{3,746 \text{ m}}$$

Temps de vol:

➤ Tenim en compte que:

- $y \rightarrow 0 \text{ m}$
- $y = y_0 + V_{y_0} \cdot t - 4,9 \cdot t^2$

Per tant:

$0 = 1,643 + 6,42t - 4,9t^2 \rightarrow$ resollem equació de segon grau per trobar la $t \rightarrow t = 2,437 \text{ s}$

4.2.16.2.1.- Gràfica posició eix y - temps

En la gràfica 43 de la posició de la pilota en l'eix de les y, apreciem com al començament està situada al punt 0 que és l'origen de coordenades. Poc a poc anem veient com va agafant alçada formant una paràbola i adquirint el seu pic després de 0,733 segons d'efectuar el llançament. En aquest moment la pilota està situada a 262,3 cm de l'origen de coordenades de l'eix de les y que, anteriorment, hem situat en el punt on la pilota comença a escapar-se de les mans. Amb l'estri de la cinta mètrica podem calcular a quina alçada està situat l'eix de coordenades respecte del terra per poder saber així l'alçada del pic. La cinta mètrica ens diu que des d'aquest punt al terra hi ha una alçada de 164,3 cm. Per tant si sumem aquest valor amb l'altre obtindrem l'alçada del pic respecte del terra i ens surt que la pilota es troba situada a 426,6 cm del terra. A partir d'aquest punt i aquest moment, la pilota comença el seu descens fins a arribar a la cistella on, segurament per l'acció de fregament de la xarxa, frena una mica el seu descens canviant la trajectòria de la pilota, tal com veiem reflectit en la gràfica. Això passa 1,4 segons després d'iniciar el moviment. Després la pilota, una mica frenada, va caient fins arribar al terra als 2,067 segons.

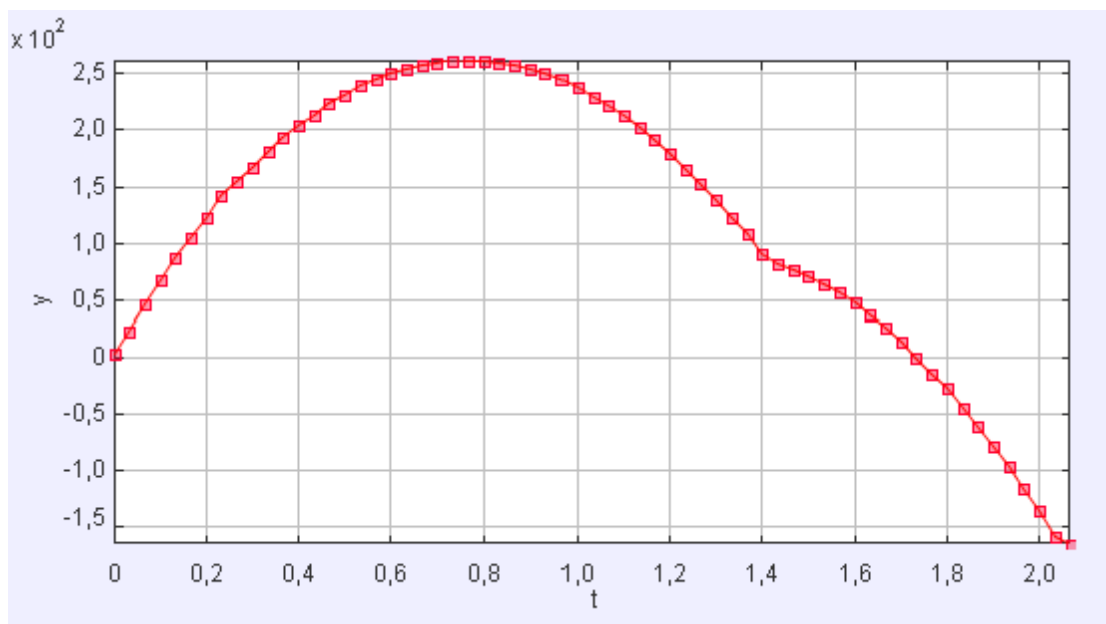
Comparació de resultats:

- Temps per assolir alçada màxima:
 - Per fórmula $\rightarrow 0,655 \text{ s}$
 - Per gràfic $\rightarrow 0,733 \text{ s}$
- Alçada màxima:
 - Per fórmula $\rightarrow 3,746 \text{ m}$
 - Per gràfic $\rightarrow 4,266 \text{ m}$
- Temps de vol:
 - Per fórmula $\rightarrow 2,437 \text{ s}$
 - Per gràfic $\rightarrow 2,067 \text{ s}$

En els càlculs científics que hem realitzat podem apreciar certs errors degut a la dificultat de precisió que presenta el programa a l'hora de fer les marques de la trajectòria i el material del que disposem. Per calcular els errors absolut i relatiu, agafem com a valor real el que ens diu la gràfica ja que, les dades que hem aplicat a les fórmules, les hem obtingut del programa. Com podem veure, es tracta d'un moviment parabòlic que mai el podríem obtenir el 100% perfecte i, per això, quan ho calculem amb les fórmules aconseguim els valors reals a partir de les mesures obtingudes. Aquestes mesures també tindrien algun petit error respecte la realitat, ja que el programa es basa en un sistema de referència que li donem nosaltres a partir d'una mesura que hem pres i que segur que té algun petit error, perquè sempre cometem errors en les mesures.

Nosaltres calculem els esmentats errors a partir de les dades que tenim del programa sense tenir en compte els valors reals de la realitat.

Per tant, en el temps per assolir l'alçada màxima hem comès un error absolut de 0,078 i un error relatiu del 10,64%. En l'alçada màxima hem comès un error absolut de 0,52 i un error relatiu del 12,19%. Finalment en el temps de vol hem comès un error absolut de -0,36 i un error relatiu corresponent del 17,42%.



Gràfica 43: Posició eix y - temps

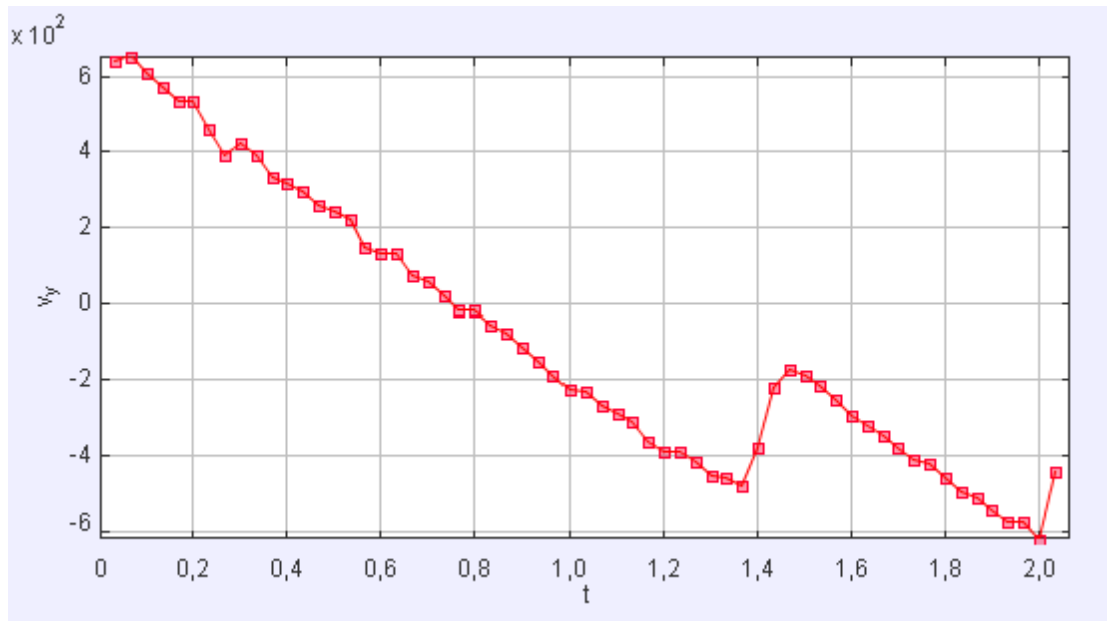
Sabem que la cistella, per norma general, està situada a 3 metres i 5 centímetres del terra. Podem comprovar aquesta dada calculant l'alçada de la pilota en el moment que comença a entrar per la cistella. Com ja he dit, nosaltres hem situat l'origen de

coordenades en el punt on la pilota, inicialment, es desprèn de la mà. Per tant, si volem calcular l'alçada respecte del terra on està situada la pilota quan entra per la cistella, hem de mirar a la taula de dades el punt on es troba respecte de l'eix de les x. Després li hem de sumar l'alçada, que hem calculat anteriorment amb la cinta mètrica, entre on tenim situat l'eix de les x i el terra. D'aquesta manera obtindrem la distància de la pilota en el moment que entra respecte del terra.

En el punt que comença a entrar es troba a 122,8 cm respecte de l'eix de les x i, si li sumem els 164,3 cm que ja sabíem, ens dona que la cistella està situada a 287,1 cm respecte del terra. Hem comès un error absolut de 17,9 respecte de la dada que teníem d'Internet i un error relatiu del 5,87%. Això podria ser bé perquè simplement aquesta cistella és més baixa, o bé per tots els errors que anem acumulant, ja sigui per les marques fetes o per què la gravació no està feta des d'un pla completament recte respecte dels eixos de coordenades.

4.2.16.2.2.- Gràfica velocitat eix y - temps

En la gràfica 44 de la velocitat en l'eix de les y respecte del temps apreciem que a l'inici hi ha un petit augment de la velocitat que deu ser degut a l'impuls que li donem al començament. A partir d'aquí, que és quan es perd el contacte, veiem com la velocitat que duu la pilota va disminuint per l'efecte de la gravetat fins a arribar a 0 cm/s en el pic del gràfic de la posició. En aquest moment, la velocitat segueix decreixen i comença a ser negativa perquè el sentit del seu moviment és negatiu. Observem que, quan gairebé ja està al final del seu moviment, de cop augmenta la seva velocitat. El que creiem que passa és simplement que la pilota ha entrat per la xarxa i s'ha frenat i per tant la velocitat no segueix augmentant en sentit negatiu perquè ha estat frenada. A continuació veiem que, un altre cop per l'efecte de la gravetat, la pilota segueix adquirint velocitat negativa fins acabar el seu moviment on bota amb el terra i per això torna a frenar una mica.

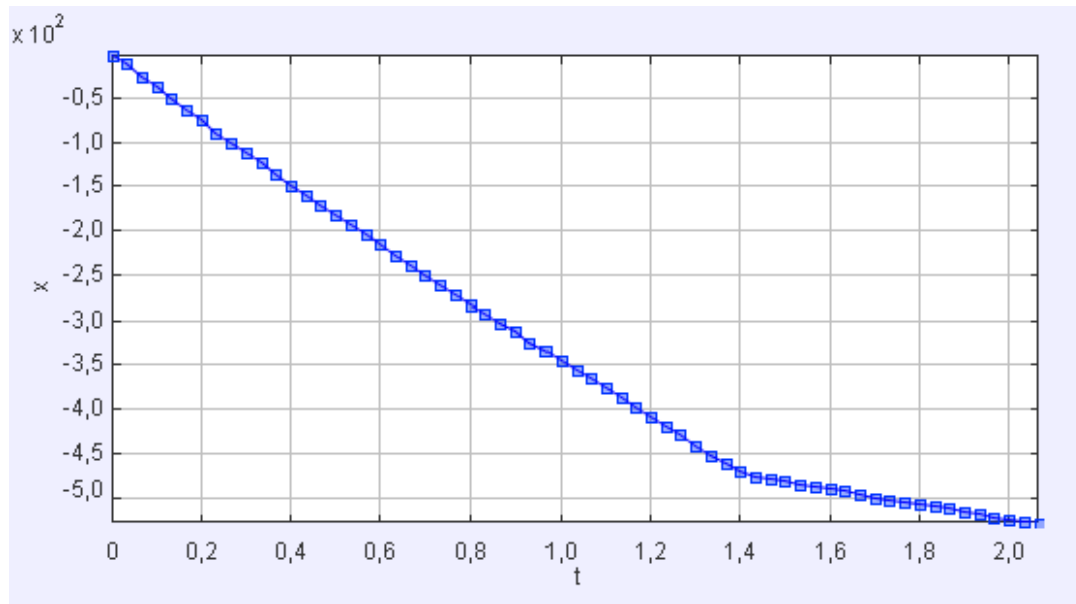


Gràfica 44: Velocitat eix y - temps

Aquesta gràfica també té errors i es veu en la imperfecció de les traçades de la línia però, si més no, ens serveix per a donar-nos una idea general, veure quina forma té la gràfica i poder-la analitzar.

4.2.16.2.3.- Gràfica posició eix x - temps

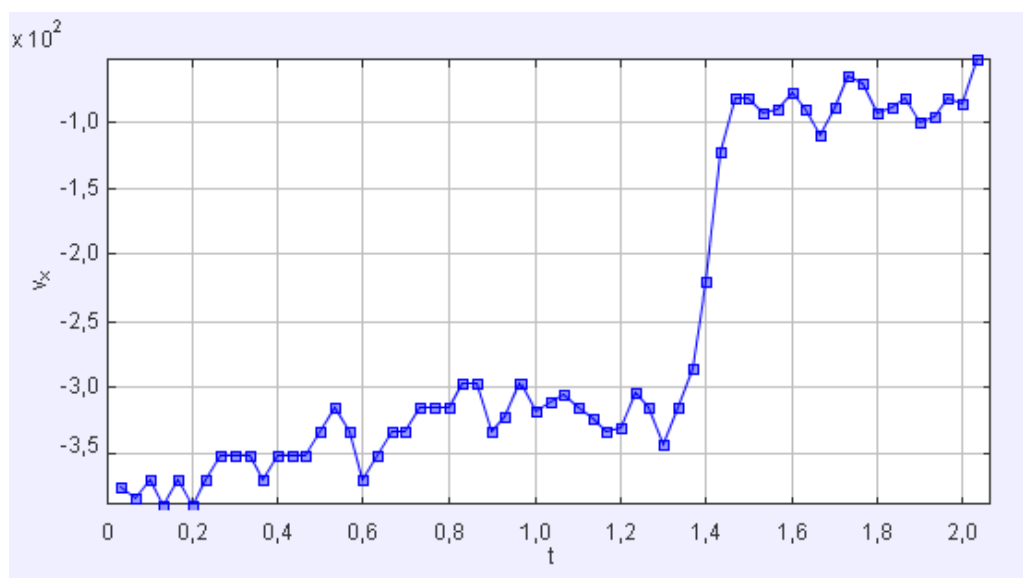
En aquesta gràfica 45 de la posició de la pilota en l'eix de les x veiem com avança negativament. Això passa perquè vam fer la gravació del llançament de dreta a esquerra i no al revés, que seria el sentit positiu. Va avançant d'una forma bastant constant fins a l'instant 1,4 segons, que veiem com el pendent canvia i és menys pronunciat i, per tant, la velocitat serà inferior. Això és degut a que coincideix amb el moment que entra per la xarxa i aquesta frena la pilota fent que caigui més ràpidament canviant la trajectòria i, d'aquesta manera, avanci menys per l'eix de les x.



Gràfica 45: Posició eix x - temps

4.2.16.2.4.- Gràfica velocitat eix x - temps

Analizant aquesta gràfica 46 de la velocitat en l'eix de les x podem comprovar el que hem dit en la gràfica de la posició d'aquest mateix eix. Al començament hi ha una velocitat més o menys constant al voltant dels -3,5 m/s, lleugerament frenada i, per tant, tendeix a ser menys negativa. Apreciem que en l'instant que entra a la cistella (1,4 segons) comença a frenar d'una manera bastant pronunciada, però la velocitat segueix sent negativa, al voltant de -1 m/s.



Gràfica 46: Velocitat eix x - temps

4.2.16.3.- Una altra joguina: Jugador de basquet

En el mercat existeixen diferents tipus de joguines que consisteixen en encistellar una pilota en una cistella de basquet. Nosaltres hem trobat la següent i l'hem anomenat "Jugador de basquet".



4.2.16.3.1.- Explicació científica

Quan nosaltres estirem el ganxo de la joguina (fem força), desplaçem la molla i aquesta emmagatzema la nostra energia mecànica muscular en forma d'energia elàstica. Aquesta energia s'allibera i gràcies a un sistema de palanques es produeix el moviment del suport de la pilota, que fa que aquesta surti impulsada en direcció a la cistella. És produeix la transformació de l'energia mecànica elàstica de la molla en energia cinètica.

A nivell de cinemàtica la pilota realitza un moviment parabòlic i per tant ja no hem fet el seu anàlisi, ja que seria semblant al que hem fet amb la pilota de basquet.

4.2.17.- Pilota de futbol



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/pica-soques.html>

4.2.17.1.- Explicació científica

En l'enquesta passada als infants, molts d'ells van esmentar que els hi agradava jugar amb la pilota i, fins i tot, algun d'ells no va diferenciar la pilota com a objecte de joc si no que directament van dir que els hi agradava el futbol. Per tant, de la mateixa manera que hem realitzat amb el bàsquet, vam efectuar uns xuts a porteria per analitzar el moviment parabòlic i tots els factors físics que influeixen en el xut. Com en el bàsquet, s'ha de tenir en compte la velocitat de sortida de la pilota (que serà molt superior) i l'angle en que surt disparada (que serà molt inferior). El moviment parabòlic en aquest cas no serà tan pronunciat ni amb tanta alçada, però serà més ràpid.

4.2.17.2.- Demostració i càlculs científics

Per a poder realitzar l'estudi d'aquest esport i joguina (pilota) vam filmar i analitzar dos vídeos on apareixia jo xutant a porteria. En el primer cas la pilota no entra, si no que s'estavella contra el travesser de manera que rebota i cau entre la porteria i el jugador. D'aquesta manera podem realitzar un estudi basant-nos en un problema que vam resoldre a classe durant el curs de primer de batxillerat quan estudiàvem el moviment

parabòlic. El segon xut si que entra, fregant el travesser, i ens permet fer l' estudi de tot el moviment tal com hem fet amb el llançament de basquet.

4.2.17.3.- Primer xut

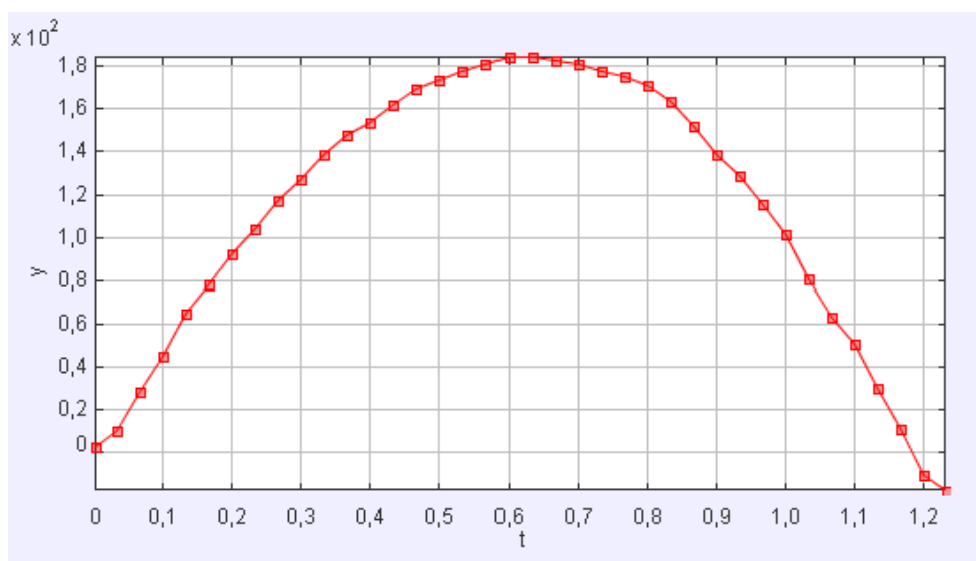
A partir de la gràfica del programa obtenim les velocitats inicials en l'eix de les y i de les x de la pilota i observem que, a diferència del cas del bàsquet, la velocitat en l'eix de les x és superior que el de l'eix de les y. Això comportarà, tal com hem dit, un moviment parabòlic no tant pronunciat i més ràpid.

$$V_{y_0} \rightarrow 4,091 \text{ m/s}$$

$$V_{x_0} \rightarrow -9,469 \text{ m/s}$$

4.2.17.3.1.- Gràfica posició eix y - temps

Amb aquesta gràfica 47 podem apreciar l'altura que assoleix la pilota durant el seu moviment. Veiem que l'altura inicial és 0 ja que hem situat allà l'origen de coordenades. Apreciem que poc a poc va augmentant l'altura fins arribar al seu pic de 185 cm a l'instant 0,633 segons, just una mica abans d'impactar amb el travesser, que ho fa a l'instant de 0,8 segons i a una altura de 171 cm. Després veiem com va caient més ràpidament ja que no té tanta velocitat en l'eix de les x i hi actua la força de la gravetat.

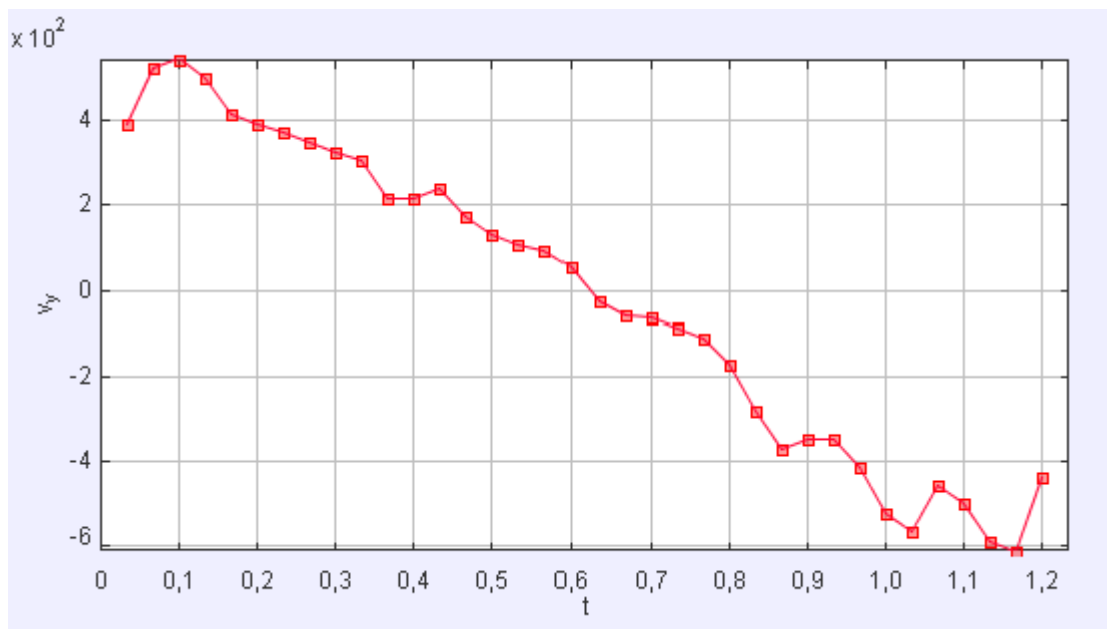


Gràfica 47: Posició eix y - temps

Finalment observem que el moviment acaba en posició negativa en l'eix de les y i això deu ser degut als errors comesos a l'hora de marcar la trajectòria i, sobretot, perquè la gravació està lleugerament mal gravada amb una inclinació d'uns 2° que fa que el punt final estigui situat en posició negativa respecte l'eix de les y. Per aquesta mateixa raó quan la pilota impacta amb el travesser està a una altura de 171 cm, mentre que quan la vam mesurar feia 200 cm. Amb l'eina de la cinta mètrica del programa hem mesurat quina és la distància que es perd respecte de l'eix i veiem que perdem 35,8 cm que si els sumem als 171 cm que ens donaven anteriorment, obtenim que la porteria té una alçada de 206,8 cm. L'error absolut que ara obtenim és de només -6,8 i el relatiu del 3,4%.

4.2.17.3.2.- Gràfica velocitat eix y - temps

Aquesta gràfica 48 de la velocitat en l'eix de les y ens mostra la velocitat a la que es va alçant la pilota i observem que cada cop és més baixa degut a que hi actua la força de la gravetat que la va frenant. En el moment que la velocitat és 0 és quan ha assolit l'alçada màxima. Al final veiem com la velocitat no és tan negativa perquè és quan rep l'impacte del terra.

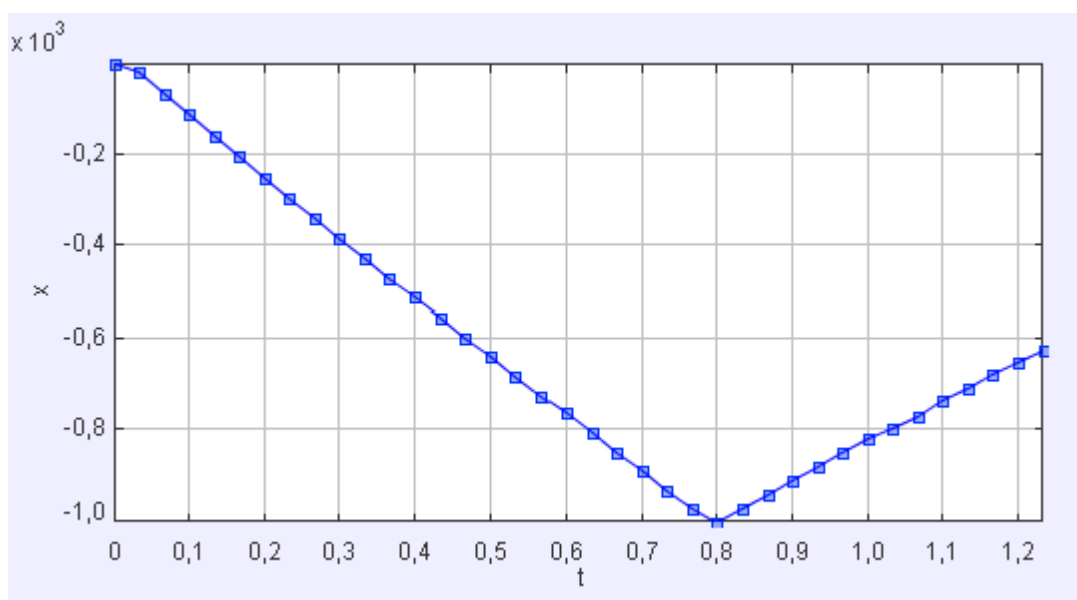


Gràfica 48: Velocitat eix y - temps

En la gràfica apreciem ràpidament els errors ja que, després del xut, no hi ha cap força que actuï positivament, si no que la única força és la de la gravetat. Per això la velocitat sempre ha d'anar disminuint de manera uniforme i en algun cas veiem en el gràfic com lleugerament augmenta una mica. Això és perquè al fer les marques no tenim prou precisió per a poder fer la marca sempre al mateix punt i, per tant, mantenir sempre les distàncies adequades.

4.2.17.3.3.- Gràfica posició eix x - temps

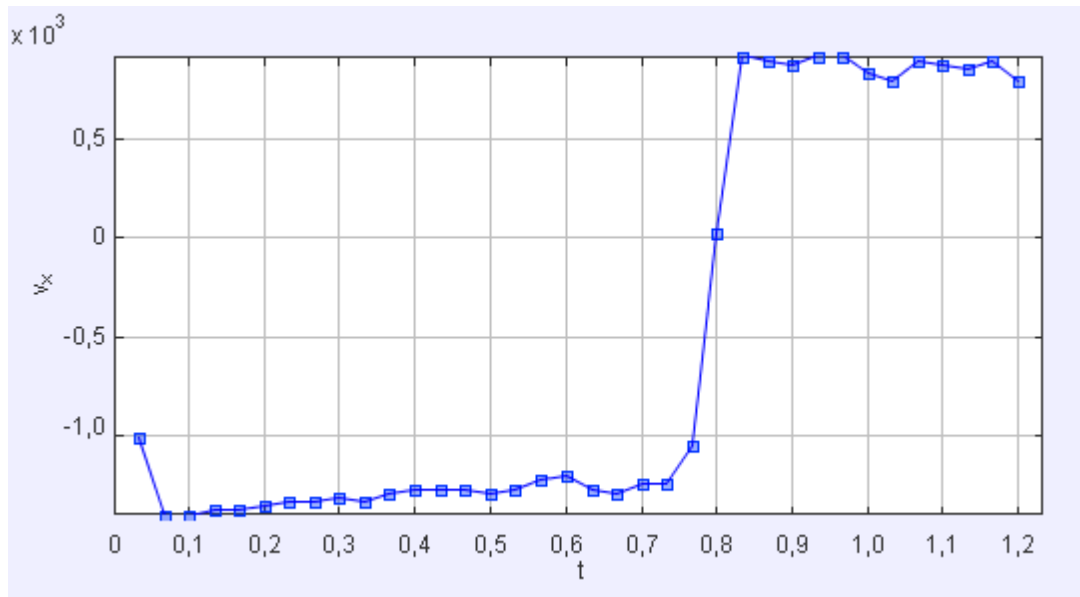
En aquesta gràfica 49 de la posició de la pilota en l'eix de les x apreciem que la pilota avança en sentit negatiu i que, en l'instant 0,8 segons canvia de sentit al impactar contra el travesser.



Gràfica 49: Posició eix x - temps

4.2.17.3.4.- Gràfica velocitat eix x - temps

En aquesta gràfica 50 de la velocitat en l'eix de les x apreciem com hi ha una velocitat negativa bastant constant fins al moment de l'impacte amb el travesser que és 0. Al canviar el sentit del moviment, la velocitat es torna positiva.



Gràfica 50: Velocitat eix x - temps

4.2.17.4.- Segon xut

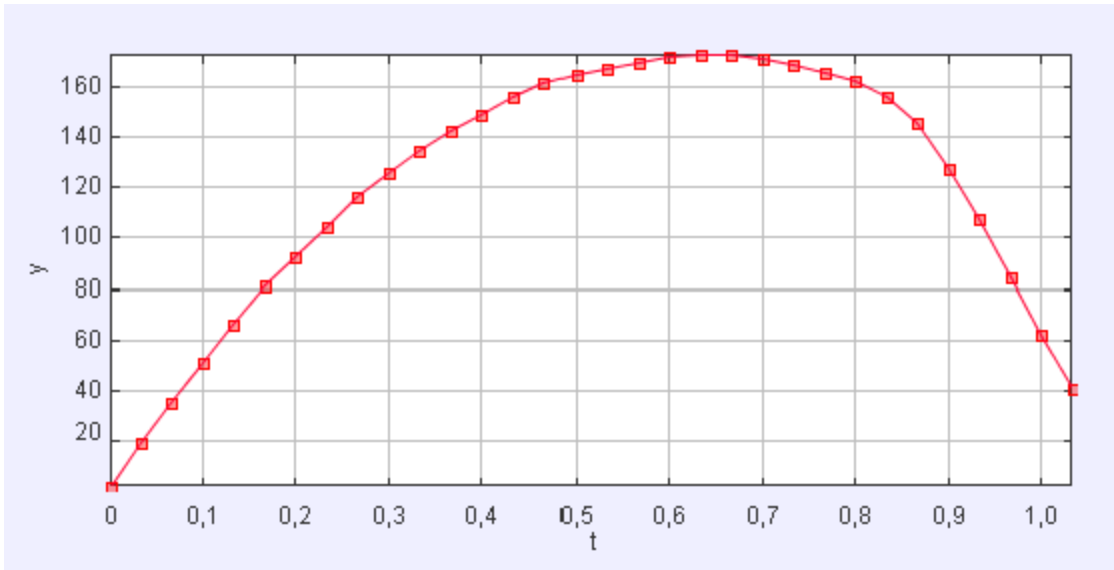
En aquest segon xut les velocitats inicials en l'eix de les y i de les x de la pilota són superiors a les del primer xut. Per tant vol dir que hem realitzat el tir amb més força.

$$V_{y_0} \rightarrow 5,348 \text{ m/s}$$

$$V_{x_0} \rightarrow -12,52 \text{ m/s}$$

4.2.17.4.1.- Gràfica posició eix y - temps

En aquesta gràfica 51 de la posició en l'eix de les y apreciem com, en la seva primera meitat de la trajectòria i fins passat una mica el seu pic, sembla un moviment parabòlic bastant normal. A partir d'aquí, que és quan entra a porteria fregant el travesser, aquest fa canviar lleugerament la seva trajectòria i per això veiem que desenvolupa un descens més pronunciat, ja que ha frenat la seva velocitat en l'eix de les x.

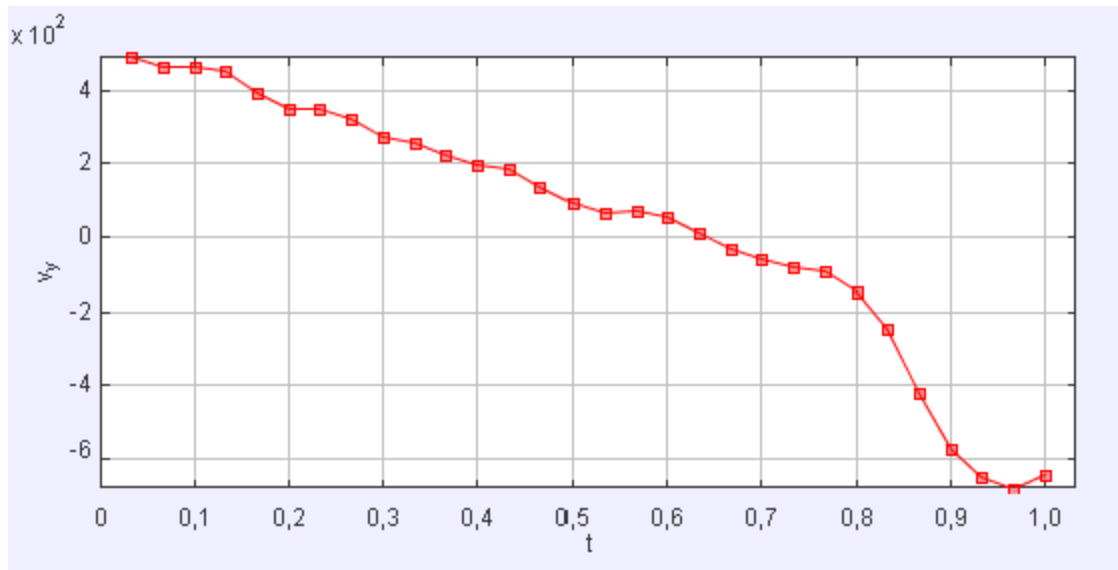


Gràfica 51: Posició eix y - temps

Com en el xut anterior, cometem els mateixos errors i també apreciem la inclinació de 2° de la càmera respecte del terra. Per això mateix en el moment que toca amb el travesser es troba a una alçada de 155,4 cm. Igual que abans hem mesurat amb la eina de la cinta mètrica que ofereix el programa l'espai entre l'eix i el terra. Aquest espai de desfasament ens dona 45,03 cm. Sumem les dues alçades per trobar l'alçada total de la pilota i veiem que ens dona 200,7 cm. Hem comès un error absolut de només -0,7 i un error relatiu del 0,35%.

4.2.17.4.2.- Gràfica velocitat eix y - temps

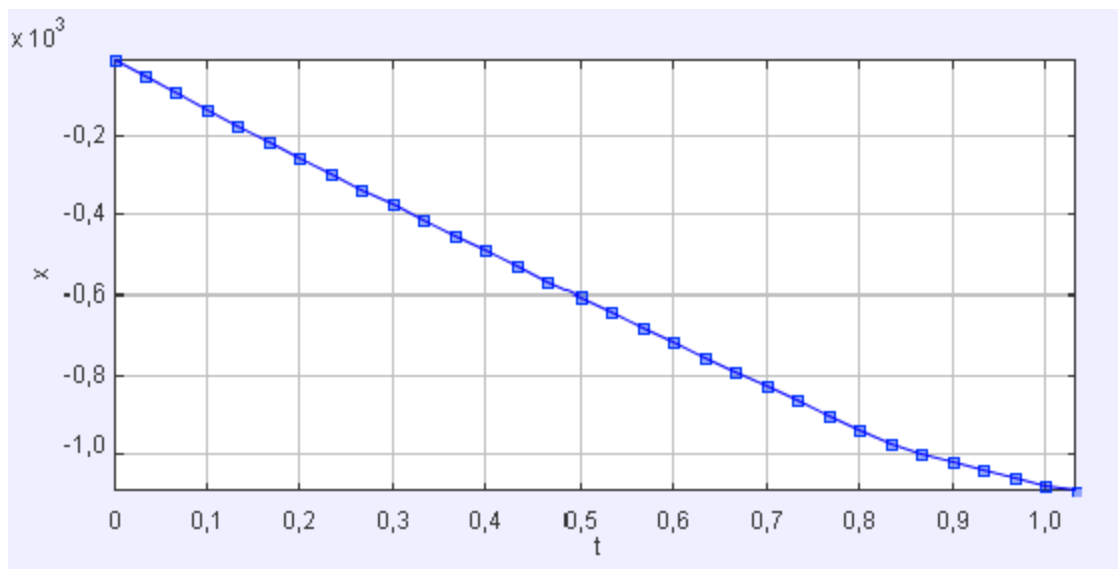
Aquesta gràfica 52 de la velocitat, igual que el del primer xut, té unes quantes imperfeccions ja que la velocitat hauria d'anar disminuint de manera uniforme ja que la única força que hi actua és la de la gravetat. Al final, quan frega el travesser, guanya velocitat ja que s'ha alterat la trajectòria i la velocitat que guanya en l'eix de les y la perd en l'eix de les x.



Gràfica 52: Velocitat eix y - temps

4.2.17.4.3.- Gràfica posició eix x - temps

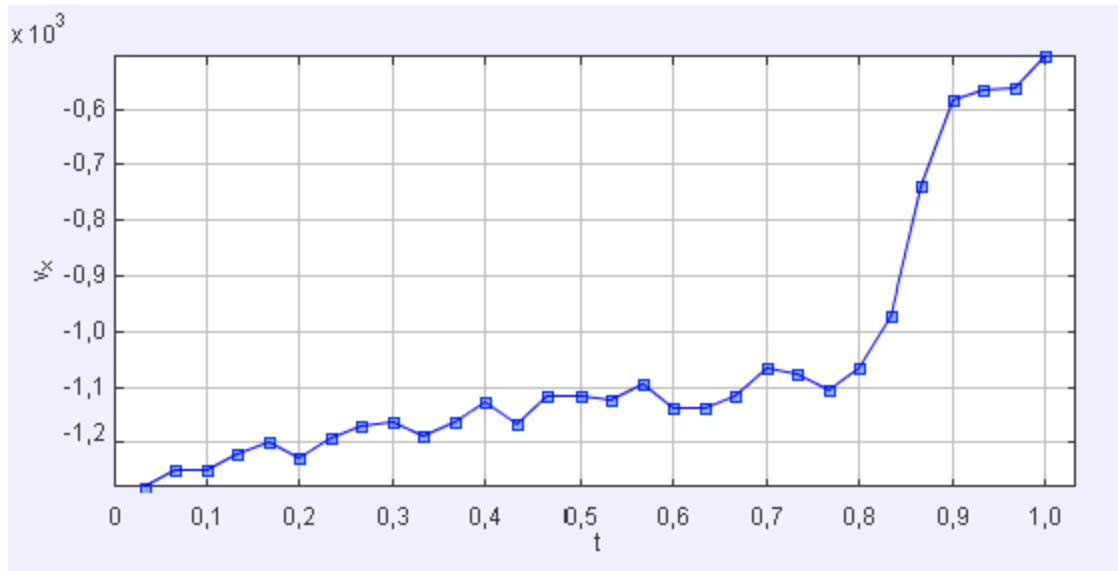
En aquesta gràfica 53 de la posició en l'eix de les x apreciem com avança molt uniformement en sentit negatiu i només apreciem un canvi de pendent quan canvia la seva trajectòria a causa del travessar. D'això podem deduir que tindrà una velocitat bastant constant, ja que en aquest cas només hi actua la força del fregament i no la de la gravetat.



Gràfica 53: Posició eix x - temps

4.2.17.4.4.- Gràfica velocitat eix x - temps

Com dèiem, la velocitat seria constant si no hi hagués fregament. El fet de que hi hagi fregament fa que, tal com veiem, la velocitat negativa tendeixi cap a 0 i, quan coincideix en el moment del canvi de trajectòria, s'hi aproxima molt i més ràpidament.



Gràfica 54: Velocitat eix x - temps

4.2.18.- Circuit de boles



<http://fisicajogunes.blogspot.com/p/pica-soques.html>

4.2.18.1.- Explicació científica

Aquesta joguina consta d'una base construïda amb peces manualment i que dona molta llibertat a l'hora de construir el circuit de les boles.

La joguina disposa d'un motor que transforma l'energia de les piles en energia mecànica a partir d'un moviment circular que, mitjançant un engranatge i una cadena de plàstic, fa pujar les boles tot proporcionant una energia potencial. Per tant, l'energia de les piles s'ha transformat primer en energia mecànica i després en potencial. Un cop són a dalt, el mateix impuls les fa caure recorrent el circuit. A l'hora de construir-lo vam haver de tenir en compte i anar provant el peralt o inclinació que se li havia de donar al rail per a que les boles, amb la força centrípeta que portaven, no sortissin disparades.

Al final del recorregut vam muntar un looping ja que havíem treballat alguns problemes amb aquest moviment durant el curs escolar passat. També vam haver de tenir en compte el diàmetre que havia de tenir el looping per tal de que, amb la velocitat que venia la bola, pogués realitzar-lo.

4.2.19.- Pilota de goma



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/pica-soques.html>

4.2.19.1.- Explicació científica

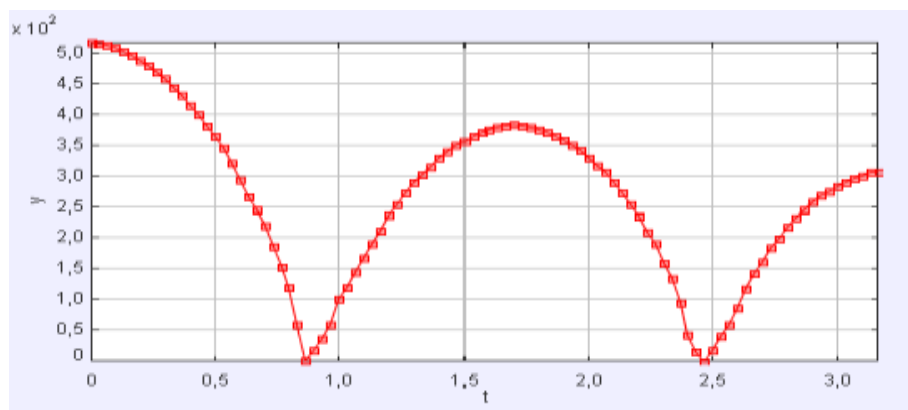
Quan ens situem a un punt elevat, la pilota té una energia potencial gravitatòria ja que té una certa altura. Quan la deixem anar, a mida que va caient, va perdent energia potencial perquè va perdent altura, però va guanyant energia cinètica ja que per l'efecte de la gravetat va guanyant velocitat. En un món ideal sense fregament ni pèrdues energètiques, en el moment just abans d'impactar amb el terra, l'energia cinètica hauria de ser igual a l'energia potencial inicial que teníem per tal de que, després de rebotar, tornés a la mateixa altura a la que estava inicialment. Però com sabem, això no és possible i amb els càlculs podrem demostrar-ho.

4.2.19.2.- Demostració i càlculs científics

L'estudi d'aquesta joguina consistia en llençar una pilota des d'una certa altura i demostrar com va perdent energia per l'efecte del fregament o per les pèrdues que es produeixen al impactar amb el terra, ja que l'energia cinètica que porta es transforma en altres formes d'energia (so, vibració,...).

4.2.19.2.1.- Gràfica posició eix y - temps

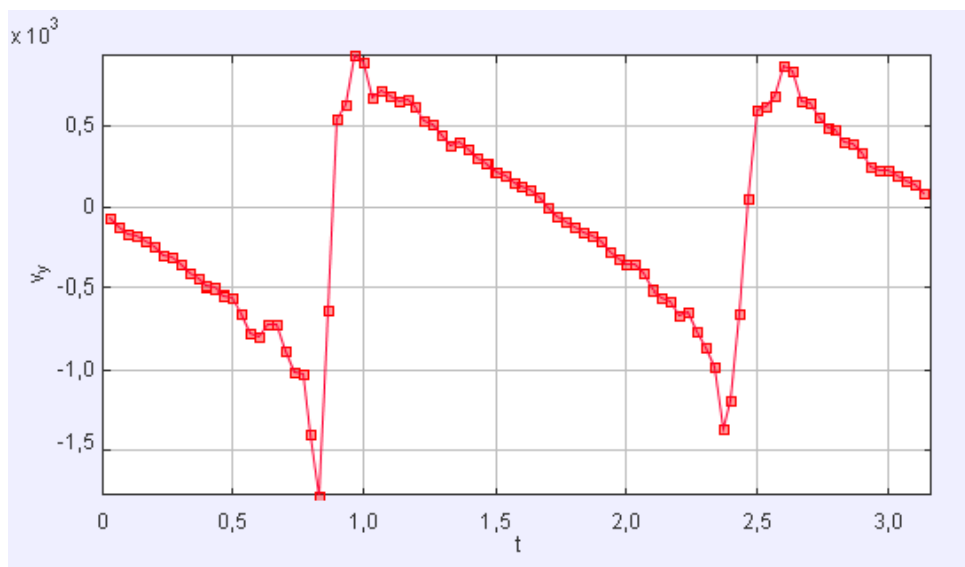
En aquesta gràfica 55 de la posició en l'eix de les y podem demostrar les teories que hem formulat anteriorment. Com podem veure, inicialment deixem anar la pilota des d'una altura de 5,18 metres, quan torna a pujar es queda a una altura de 3,83 metres i a l'últim pic tan sols arriba a 3,06 metres.



Gràfica 55: Posició eix y - temps

4.2.19.2.2.- Gràfica velocitat eix y - temps

En aquesta gràfica 56 de la velocitat en l'eix de les y apreciem també algunes de les coses que hem comentat anteriorment. Veiem que en el primer pic negatiu té una velocitat de $-17,82$ m/s mentre que en el segon pic es queda amb $-13,67$ m/s. Això és degut a que amb les pèrdues d'energia, i al no haver assolit la mateixa altura inicial que teníem, ha tingut menys temps i menys espai per accelerar-se amb l'efecte de la gravetat.



Gràfica 56: Velocitat eix y - temps

4.2.20.- Dues pilotes iguals de diferent massa



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/pica-soques.html>

4.2.20.1.- Explicació científica

La realització d'aquest experiment consistia en llençar dues pilotes iguals, amb diferent massa, des d'una mateixa altura, per tal de demostrar que la massa d'un cos no influeix en el temps que pot tardar una pilota en arribar a terra. Això és el que ens diuen les fórmules del moviment rectilini uniformement accelerat, on la massa no apareix ni influeix per enlloc:

$$x = x_0 + v_0 \cdot t + 1/2 \cdot a \cdot t^2$$

$$v = v_0 + a \cdot t$$

4.2.20.2.- Demostració i càlculs científics

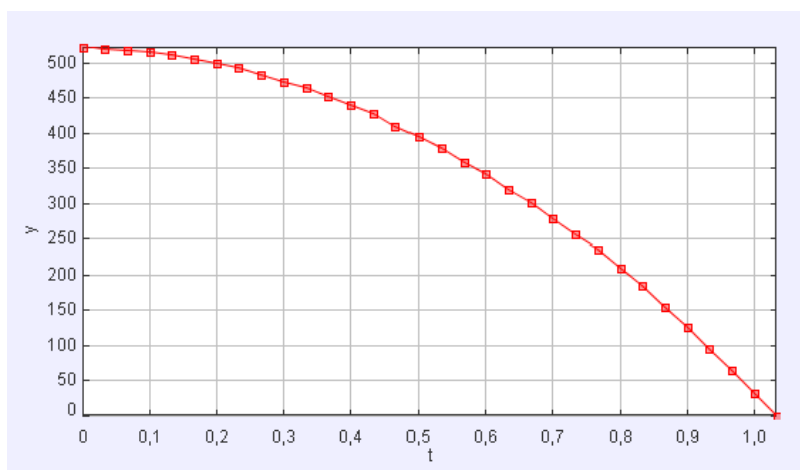
A la demostració i càlculs científics hem volgut comprovar si aquesta teoria és certa. Per fer-ho hem utilitzat dues pilotes de ping-pong iguals, amb la diferència de que una la hem omplert de sal per tal de que adquireixi més massa, i les hem llençat d'una altura d'uns 5 metres. A continuació podrem veure els resultats obtinguts.

4.2.20.2.1.- Gràfiques de la posició de l'eix y - temps

En les gràfiques 57 i 58 de la posició dels eixos de les y respecte del temps dels moviments de les dues pilotes, veiem com la pilota corresponent a la segona gràfica, la línia de la qual és blava, arriba una mica abans al terra. Coincideix que la pilota d'aquest gràfic és la que té més massa. Si observem amb atenció el vídeo de la caiguda de les dues pilotes, apreciem com la pilota amb més massa va adquirint avantatge. Està clar que hi ha algun factor que se'ns escapa, que no hem explicat al principi, i que les equacions teòriques que defineixen el moviment de forma ideal, no han tingut en compte. Aquest factor és l'aire atès que exerceix una pressió sobre les pilotes i les frena. Però, per què es frena més la pilota lleugera que la pilota pesada? El fregament que puguin experimentar a causa de la seva forma no pot ser, ja que ambdues són idèntiques excepte en la massa. L'explicació a això ens la dóna el Principi d'Arquímedes. L'aire de l'atmosfera és un fluid i les pilotes estan submergides en ell. El Principi d'Arquímedes ens diu que tot cos submergit en un fluid experimenta una pressió vertical i ascendent igual al pes del volum de fluid desplaçat per aquest

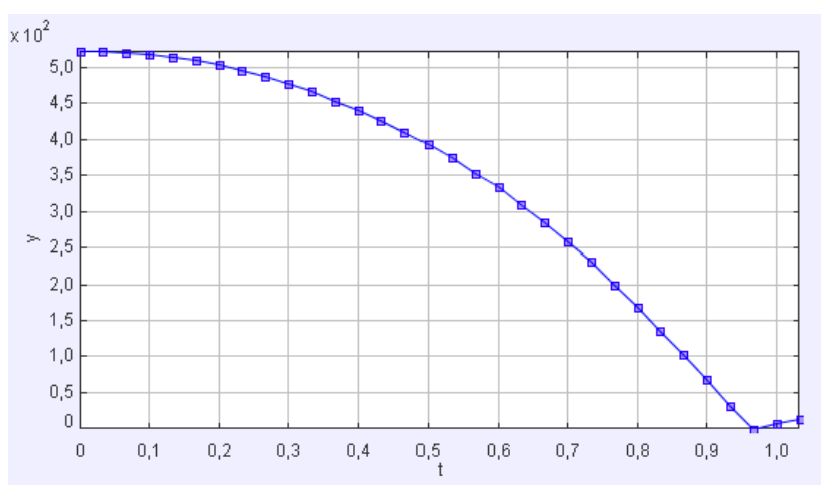
cos. Les dues pilotes tenen el mateix volum, per la qual cosa desplaçaran el mateix aire i experimentaran la mateixa pressió, però en ser una més pesada que l'altra, la mateixa pressió no l'aconsegueix frenar tant. És el mateix principi pel qual uns cossos suren en l'aigua i uns altres no, depenent de si la pressió hidrostàtica que experimenten és suficient o no per mantenir-los flotant, la qual cosa depèn de la seva densitat. Per tant, al final deduïm que la pilota emplenada cau primer per ser més densa, ja que té el mateix volum però molta més massa que la pilota sense alterar i que, per tant, "flota" menys en l'aire. No obstant això, si l'aire és el que fa que la pilota pesada caigui abans, podem pensar que en el buit, sense la influència de l'aire, tots els cossos cauran alhora tal com afirma la teoria que diu que la massa no influeix.

Gràfica pilota menys densa



Gràfica 57: Posició de l'eix y - temps

Gràfica pilota més densa



Gràfica 58: Posició de l'eix y - temps

4.2.21.- Cotxe amb globus



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/vehicles-rodes.html>

4.2.21.1.- Explicació científica

El cotxe es mou gràcies a l'energia que li transmet la força de l'aire al sortir del globus. Es mou en la direcció contrària a l'aire que deixa sortir el globus; a cada acció correspon una reacció igual de sentit contrari (Tercera llei de Newton). És una conseqüència de la conservació del moment lineal. Aquest fenomen és el mateix principi que es produeix en els avions de reacció.

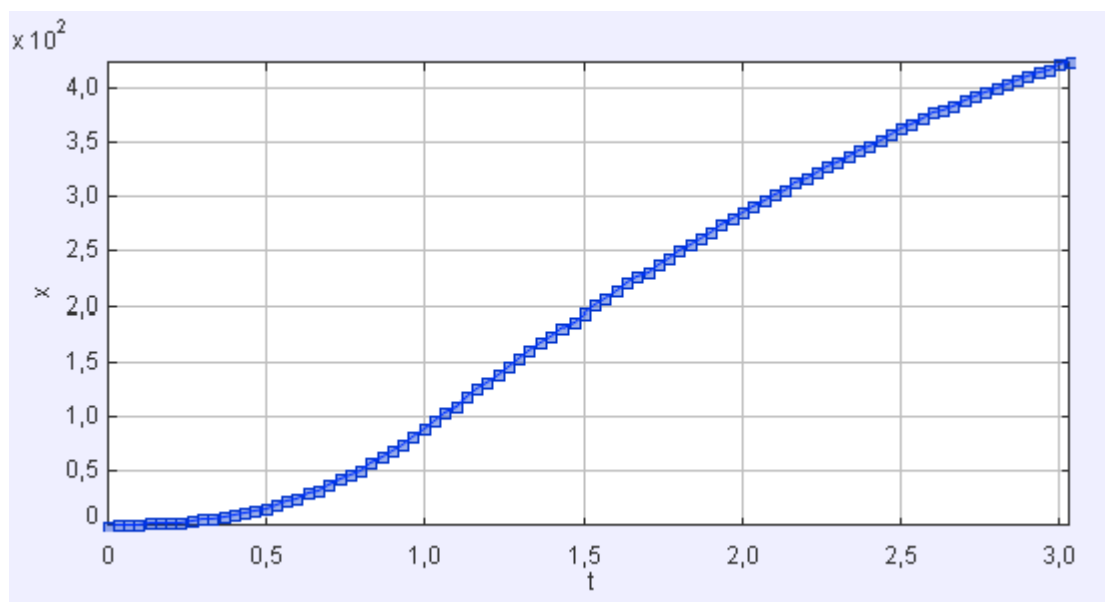
4.2.21.2.- Demostració i càlculs científics

Per a la realització d'aquest estudi vam utilitzar un cotxe ja dissenyat per ser mogut per l'impuls del globus. En primer lloc vam utilitzar el globus, ja fet servir, que duia el cotxe i vam observar que no avançava amb gaire velocitat. Posteriorment, en vam utilitzar un de nou, i vam veure com la força que ara li proporcionava era molt superior. Això deu ser degut a que el material elàstic en un globus nou no ha estat forçat. Per tant, si té més força a l'hora d'expulsar l'aire, el cotxe avançarà més ràpidament ja que sabem que la força (F) = massa (m) · acceleració (a). Com que la massa no varia, si li proporcionem més força a l'objecte mòbil, la seva acceleració augmentarà proporcionalment.

Vam fer varies gravacions però el cotxe mai es movia en línia completament recta, avançant en un hipotètic eix tridimensional que anomenaríem eix z. Al final vam agafar la trajectòria més recta i, al fer les marques, vam seguir tirant en línia recta, tot i que el cotxe diferia una mica d'aquesta trajectòria.

4.2.21.2.1.- Gràfica posició eix x - temps

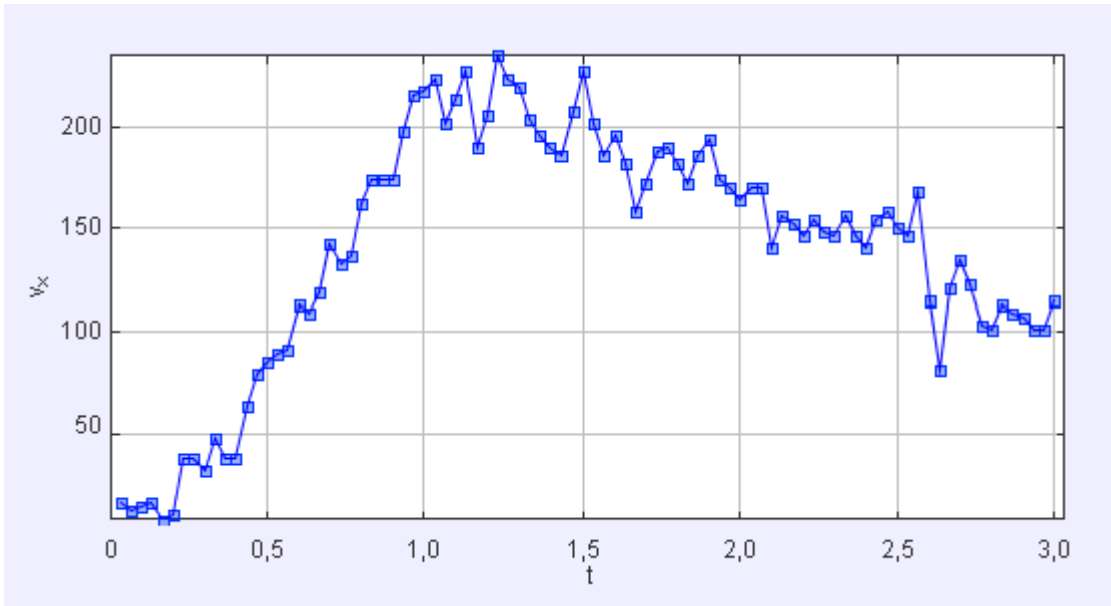
En aquesta gràfica 59 de la posició podem apreciar com avança el cotxe al llarg del temps. Veiem com a l'inici va avançant lentament, però que cada cop va assolint més velocitat fins a estabilitzar-se. Al final torna a avançar més lentament ja que s'ha acabat l'aire del globus i, al no haver-hi cap força que el propulsi, és frenat per la força del fregament.



Gràfica 59: Posició eix x - temps

4.2.21.2.2.- Gràfica velocitat eix x - temps

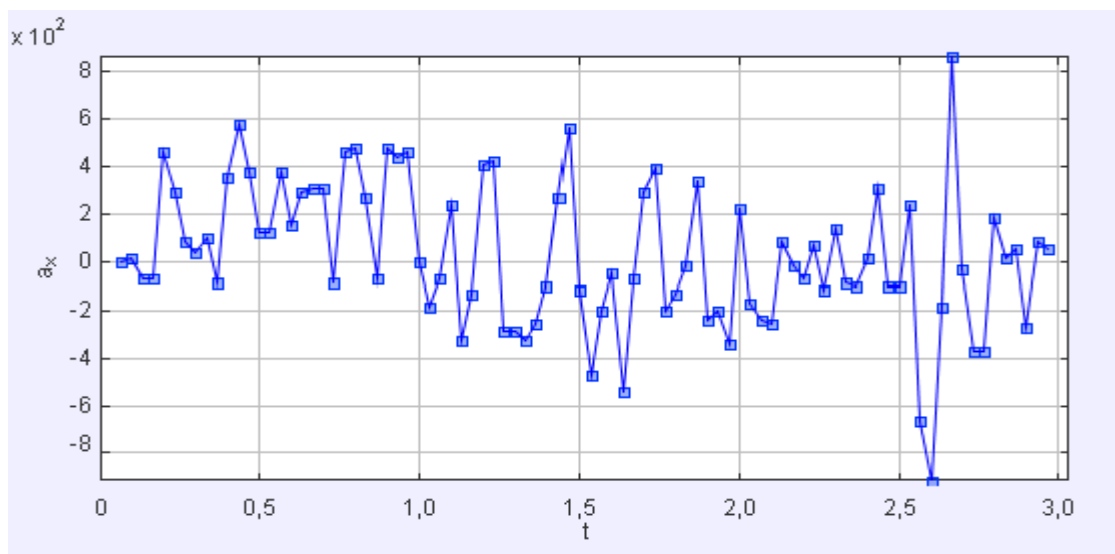
En aquesta gràfica 60 de la velocitat apreciem com poc després d'iniciar-se el moviment el cotxe comença a accelerar-se per acció de la propulsió de l'aire del globus quan surt. Quan a aquest se li acaba l'aire, veiem com la velocitat disminueix lentament per acció del fregament amb el terra i l'aire.



Gràfica 60: Velocitat eix x - temps

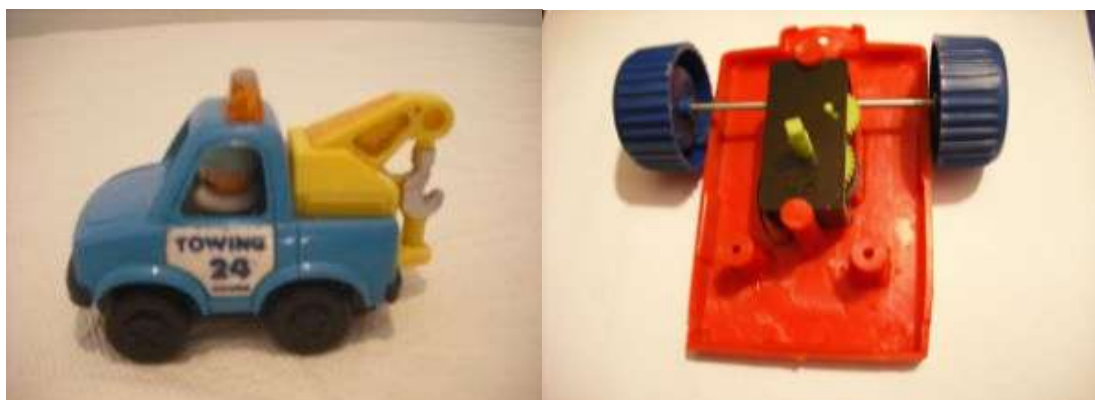
4.2.21.2.2.- Gràfica acceleració eix x - temps

En aquesta gràfica 61 de l'acceleració veiem com a l'inici és 0 m/s^2 i va pujant lleugerament. Es manté positiva durant una estona per l'acció de l'aire del globus i, quan aquest es queda sense, veiem com torna a ser 0 m/s^2 i inclús una mica negativa per l'acció del fregament. Al final, quan es troba amb un armari que el para de cop, veiem com l'acceleració és molt negativa ja que passa de tenir una certa velocitat a quedar-se parat a 0 m/s .



Gràfica 61: Acceleració eix x - temps

4.2.22.- Cotxes amb engranatges



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/vehicles-rodes.html>

4.2.22.1.- Explicació científica

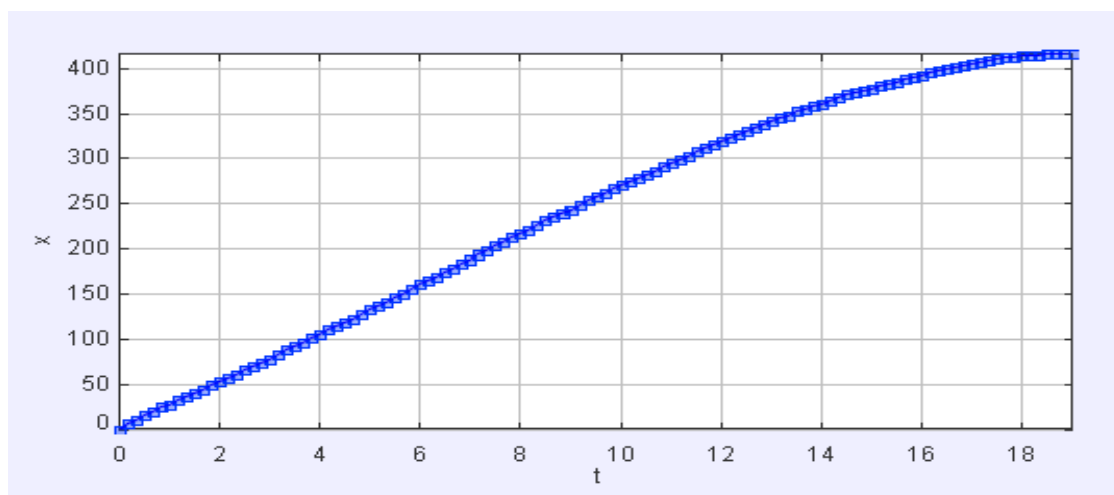
Quan es dirigeix el cotxe cap endarrere, totes les rodes giren. Les rodes del darrera estan subjectades per una barra, la qual té al mig un engranatge. Aquest engranatge dóna moviment als altres engranatges que hi ha a dins de la carcassa del motor i així en cadena fins arribar a l'engranatge més gran, el qual està enganxat a una tira de ferro. Quan es deixa anar el cotxe, la tira de ferro que està recargolada tiba cap el sentit contrari d'on feia el gir l'engranatge més gran, provocant que el tren d'engranatges faci el mateix moviment per anar cap a l'altre costat. Això fa que surti disparat el cotxe mentre la tira va descargolant-se. De nou l'energia mecànica s'emmagatzema en forma d'energia elàstica que, en alliberar-se, es transforma en energia cinètica.

4.2.22.2.- Demostració i càlculs científics

Per a la realització d'aquest estudi vam utilitzar un cotxe d'aquest estil i en vam gravar la trajectòria. Com molts altres, la trajectòria no era del tot recta i vam haver de repetir el procés unes quantes vegades per a que pogués ser analitzada. Després de ser gravada ho vam analitzar amb el programa Tracker.

4.2.22.2.1.- Gràfica posició eix x - temps

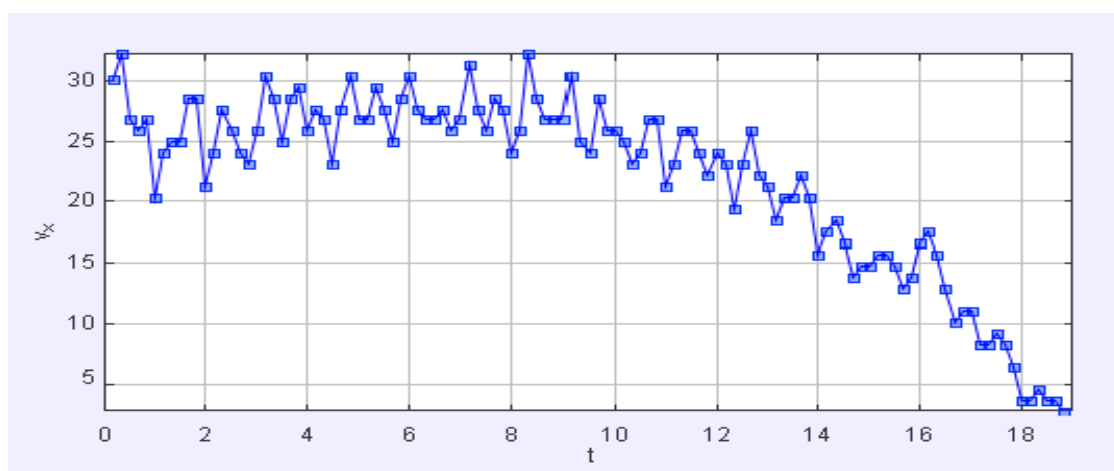
En aquesta gràfica 62 de posició apreciem un moviment pràcticament rectilini uniforme i només s'aprecia com va frenant cap al final. Podem predir a partir del pendent, que la velocitat serà bastant constant en tot moment i al final descendirà una mica.



Gràfica 62: Posició eix x - temps

4.2.22.2.2.- Gràfica velocitat eix x - temps

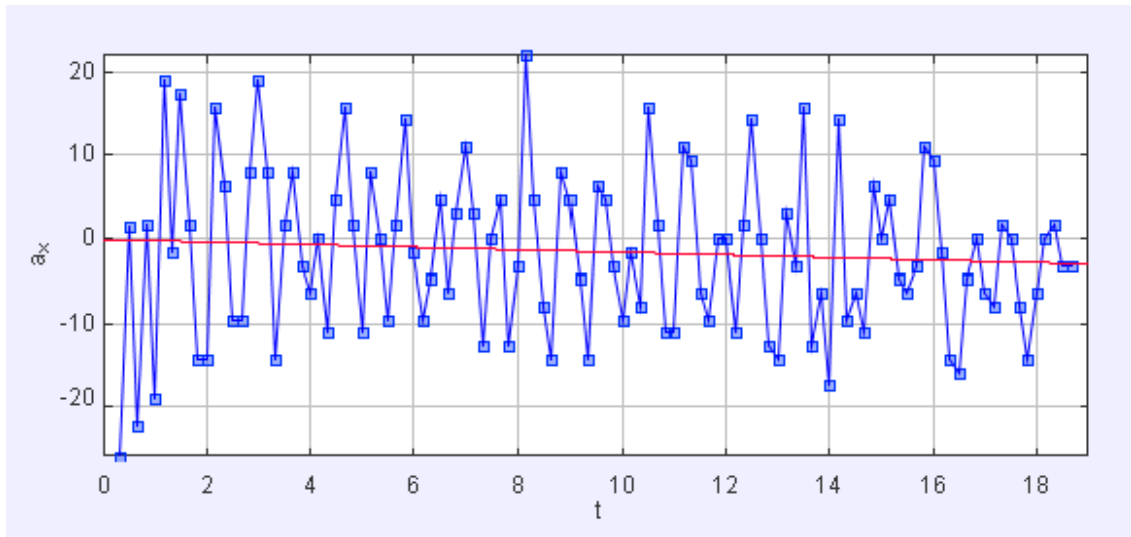
En aquesta gràfica 63 de la velocitat del cotxe comprovem el que havíem dit. Al principi hi ha una velocitat bastant constant però que poc a poc va disminuint, a mida que es va acabant la corda, fins a parar-se.



Gràfica 63: Velocitat eix x - temps

4.2.22.3.- Gràfica acceleració eix x - temps

En aquesta gràfica 63 de l'acceleració veiem que, tal com hem deduït, l'acceleració és negativa perquè no hi ha cap força que acceleri el moviment del cotxe. Aquesta acceleració negativa és deguda a que la corda es va acabant i a més a més es té en compte el fregament del cotxe amb el terra i l'aire.



Gràfica 63: Acceleració eix x - temps

4.2.23.- Cotxe solar



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/vehicles-rodes.html>

4.2.23.1.- Explicació científica

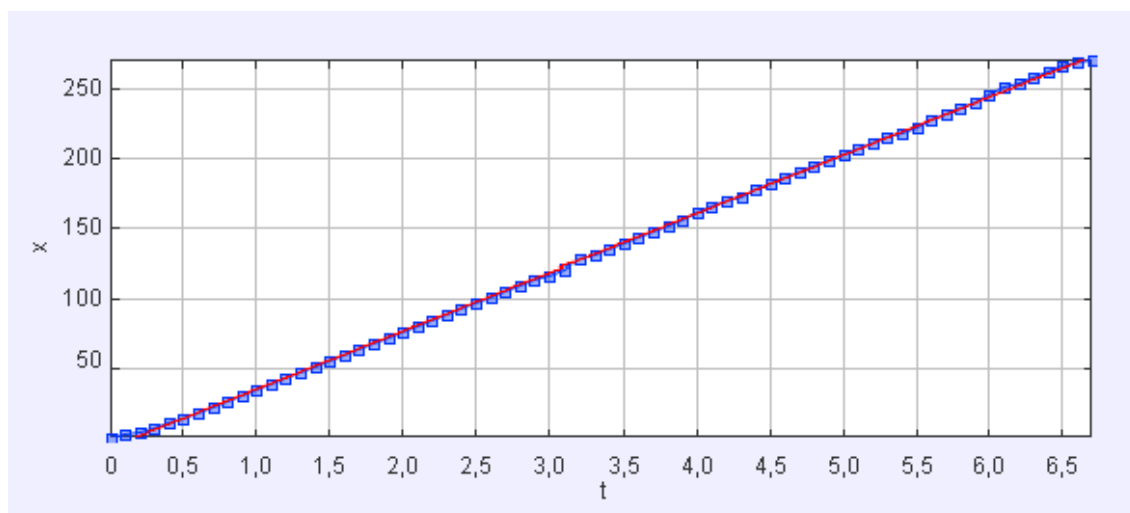
Aquest cotxe, igual que els avions que analitzarem més tard, ve juntament amb un llibre on dóna totes les instruccions per muntar-lo. El resultat final és bastant rudimentari, però del tot adequat per tractar-se d'una joguina destinada als infants. El seu objectiu és poder veure com un vehicle es pot moure sense piles utilitzant, en canvi, l'energia del sol per a funcionar.

4.2.23.2.- Demostració i càlculs científics

D'aquest vehicle analitzarem el seu comportament i, sobretot, la seva velocitat per veure si surt rentable el fet d'utilitzar l'energia del sol per a fer moure un cotxe de joguina.

4.2.23.2.1.- Gràfica posició eix x - temps

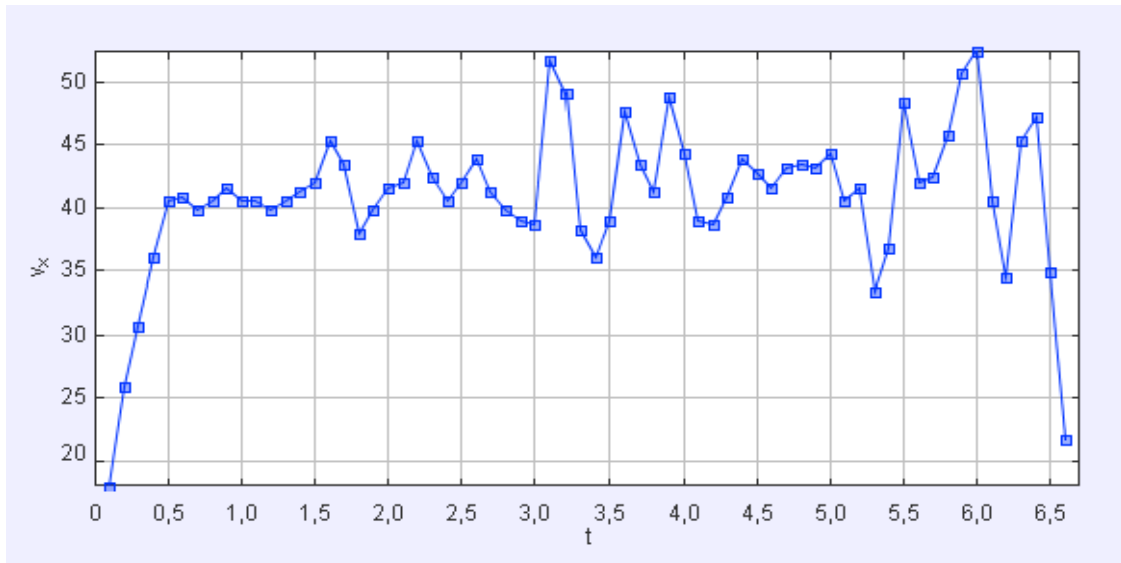
En aquesta gràfica 64 veiem la progressió de la posició en l'eix de les x del cotxe. Veiem que té un pendent bastant regular i per això trobem la recta de regressió per trobar valors exactes. Obtenim que el pendent de la recta és de 41,9 i, per tant, la velocitat constant del cotxe és de 41,9 cm/s.



Gràfica 64: Posició eix x - temps

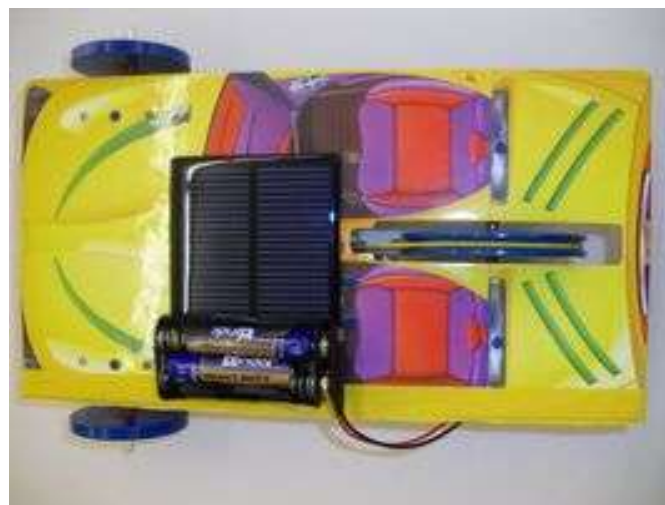
4.2.23.2.2.- Gràfica velocitat eix x - temps

En aquesta gràfica 65 de la velocitat veiem com la velocitat es troba pràcticament tota l'estona al voltant del valor que hem trobat anteriorment de 41,9 cm/s. Per tant podem deduir que és un moviment pràcticament rectilini uniforme exceptuant el moment inicial d'acceleració i el final de frenada.



Gràfica 65: Velocitat eix x - temps

4.2.24.- Cotxe amb piles



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/vehicles-rodes.html>

4.2.24.1.- Explicació científica

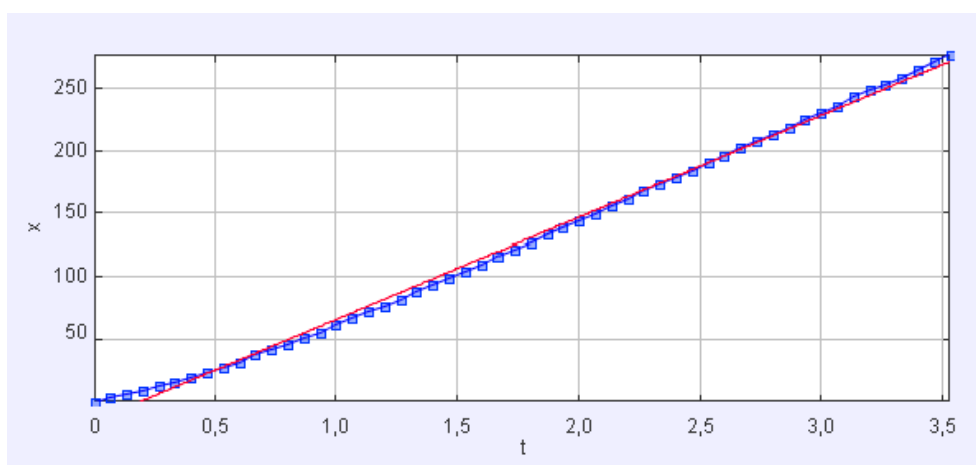
Aquesta joguina la podríem considerar una mena d'invent ja que hem aprofitat tota l'estructura del cotxe però, enlloc de fer-lo funcionar amb l'energia del Sol, l'hem fet funcionar amb piles per poder comprovar la diferència de velocitats que adquireixen.

4.2.24.2.- Demostració i càlculs científics

Així doncs, com hem dit, l'estudi d'aquesta joguina es basarà en la comparació amb la mateixa joguina feta funcionar amb l'energia del Sol. D'aquesta manera podrem treure'n conclusions.

4.2.24.2.1.- Gràfica posició eix x - temps

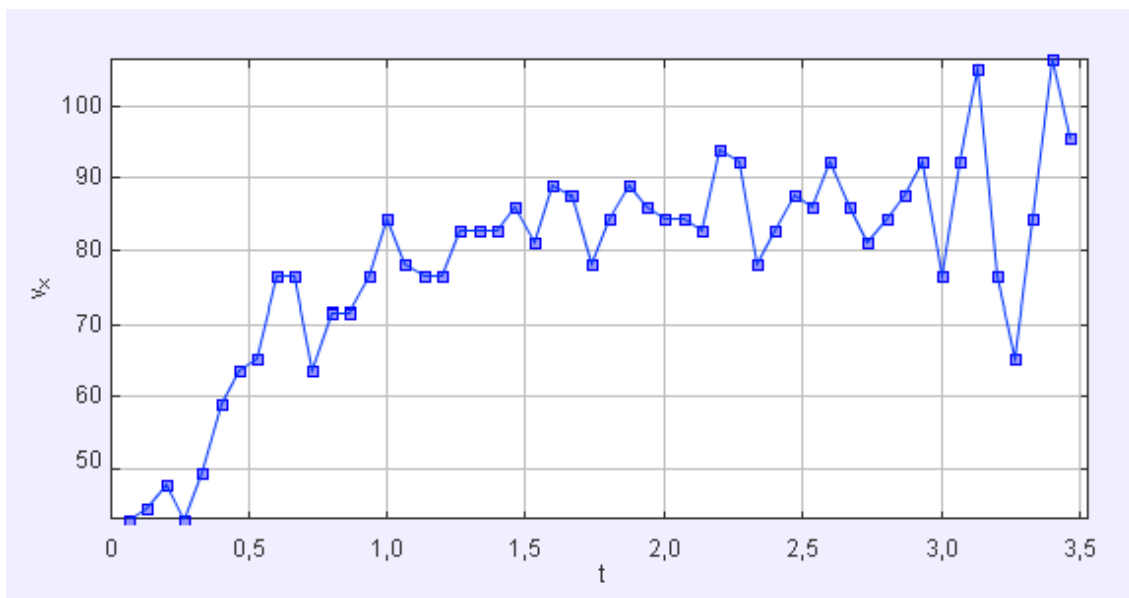
Aquesta gràfica 66, igual que la del cotxe solar, té un pendent bastant constant i per això tornem a trobar la recta de regressió per a trobar el pendent exacte i, d'aquesta manera, també la velocitat constant. El programa ens diu que el pendent és d'aproximadament 81,2 i, per tant, la velocitat constant és d'uns 81,2 cm/s. Observem que l'augment de la velocitat és d'uns 39,3 cm/s respecte del cotxe solar. El que realment ens hem de plantejar és si surt més a compte gastar piles que contaminen el medi ambient un cop són evocades o si, per contra, podríem aconseguir més eficiència i fer funcionar algunes joguines amb energia solar. Això ja seria un càlcul molt profund que no l'introduïrem en aquesta recerca.



Gràfica 66: Posició eix x - temps

4.2.24.2.2.- Gràfica velocitat eix x - temps

En aquesta gràfica 67 de la velocitat tornem a comprovar que, després de la fase inicial d'acceleració, un cop obtinguda la velocitat màxima, es manté bastant constant al voltant del valor pres anteriorment del pendent de la recta que era de 81,2 cm/s.



Gràfica 67: Velocitat eix x - temps

4.2.25.- Cotxe amb hèlix i energia de les piles



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/vehicles-rodes.html>

4.2.25.1.- Explicació científica

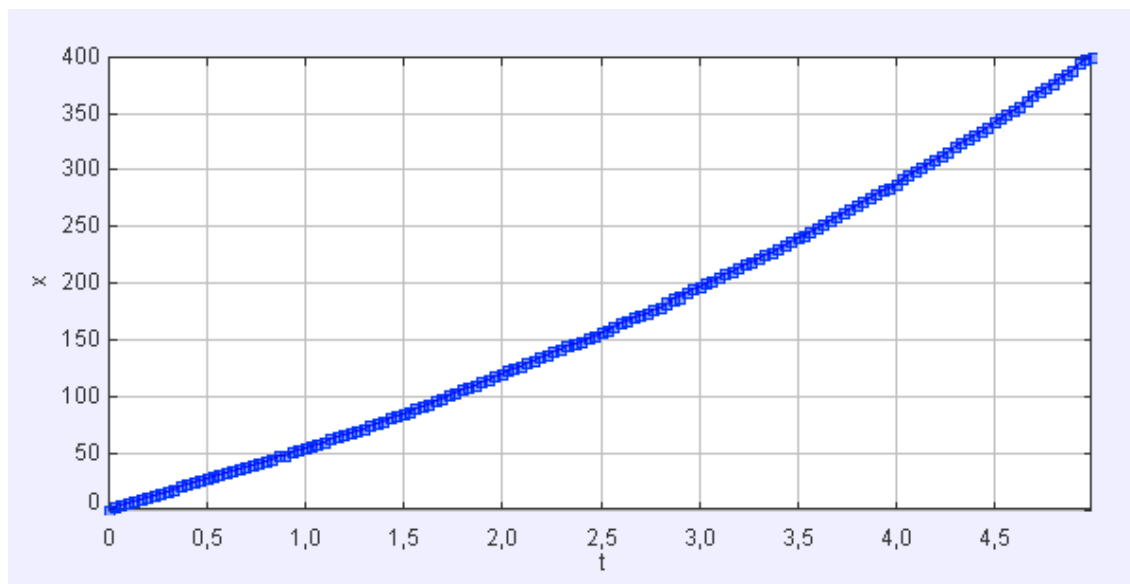
Aquest vehicle es tracta d'una altra construcció manual. En aquest cas l'estructura i les rodes del vehicle son de cartró i l'energia la proporcionen les piles. Aquestes, enlloc de fer girar un motor i que aquest faci girar un eix comunicat amb les rodes, fa girar una hèlix com els avions i que, sorprendentment, fa moure al vehicle.

4.2.25.2.- Demostració i càlculs científics

L'anàlisi d'aquesta joguina es basa en el fet d'intentar demostrar que es pot moure. Pot semblar difícil que un vehicle de cartró, amb totes les dificultats que comporta fer-lo moure, ho pugui fer i, a més a més, mogut per una simple hèlix.

4.2.25.2.1.- Gràfica posició eix x - temps

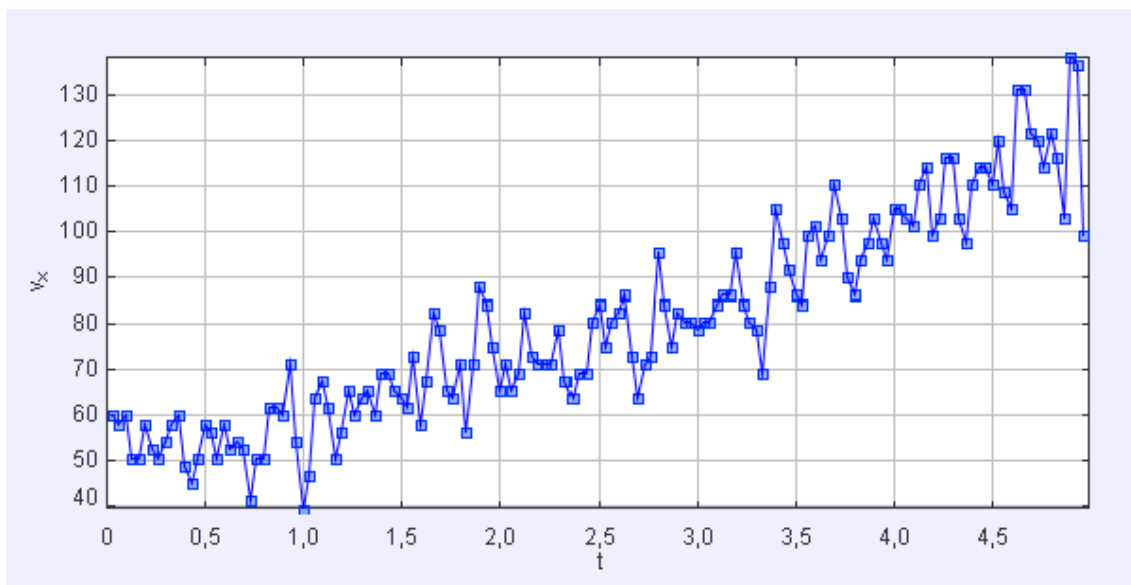
En aquesta gràfica 68 de la velocitat en l'eix de les x apreciem com el mòbil cada vegada avança amb més pendent i, per tant, velocitat. Això segurament ho veurem reflectit en la gràfica de la velocitat on s'hauria de veure un lleuger augment.



Gràfica 68: Posició eix x - temps

4.2.25.2.2.- Gràfica velocitat eix x - temps

Tal com havíem pronosticat anteriorment, en aquesta gràfica 69 de la velocitat de l'eix de les x, tot i els alts i baixos, s'aprecia com la velocitat va augmentant. Així doncs, podem deduir que el cotxe no ha tingut temps d'obtenir la seva màxima velocitat ja que l'espai recorregut era força curt. El fet sorprenent és que adquireixi tanta velocitat un mòbil tant sols propulsat per una hèlix.



Gràfica 69: Velocitat eix x - temps

4.2.26.- Avions impulsats per gomes elàstiques



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/avions.html>

4.2.26.1.- Explicació científica

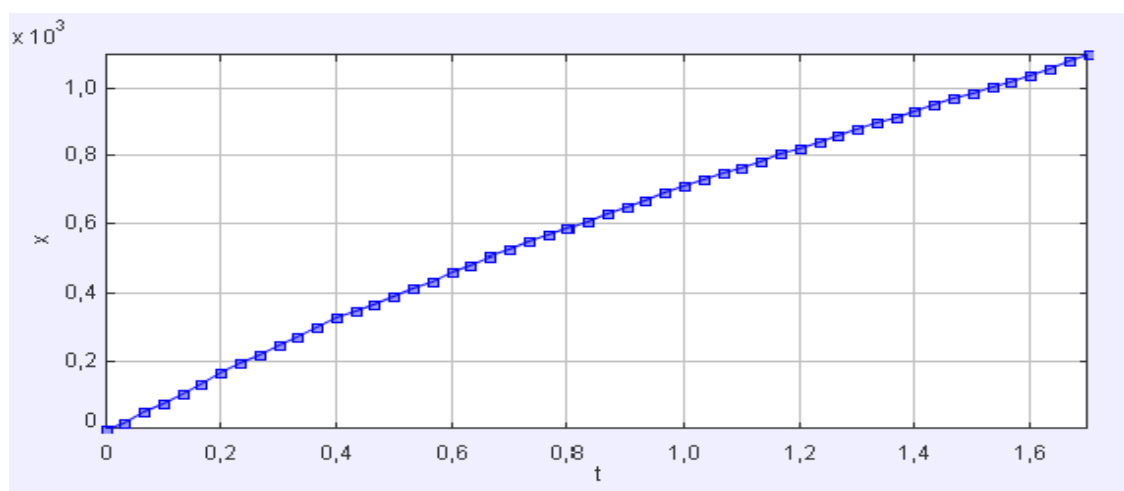
Quan tensem la goma que impulsa l'avió, emmagatzemem l'energia que li transmetem en forma d'energia potencial elàstica que després es transforma en energia cinètica de l'avió quan el disparem. L'avió consisteix d'una base de plàstic consistent i d'unes ales de cartró que li serveixen per a planejar lleugerament. Quan inicia el moviment surt disparat de forma descontrolada però poc a poc s'estabilitza una mica.

4.2.26.2.- Demostració i càlculs científics

Per a estudiar aquesta joguina vam realitzar varis llançaments fins a obtenir un de bastant estable per a poder analitzar. Veiem que avança d'una forma bastant uniforme en l'eix de les x i que també forma una paràbola més o menys adequada. A més de les irregularitats que comet el nostre avió degut al vent i altres factors, s'ha de tenir en compte la nostra baixa precisió per a marcar la trajectòria de l'avió.

4.2.26.2.- Gràfica de posició eix x - temps

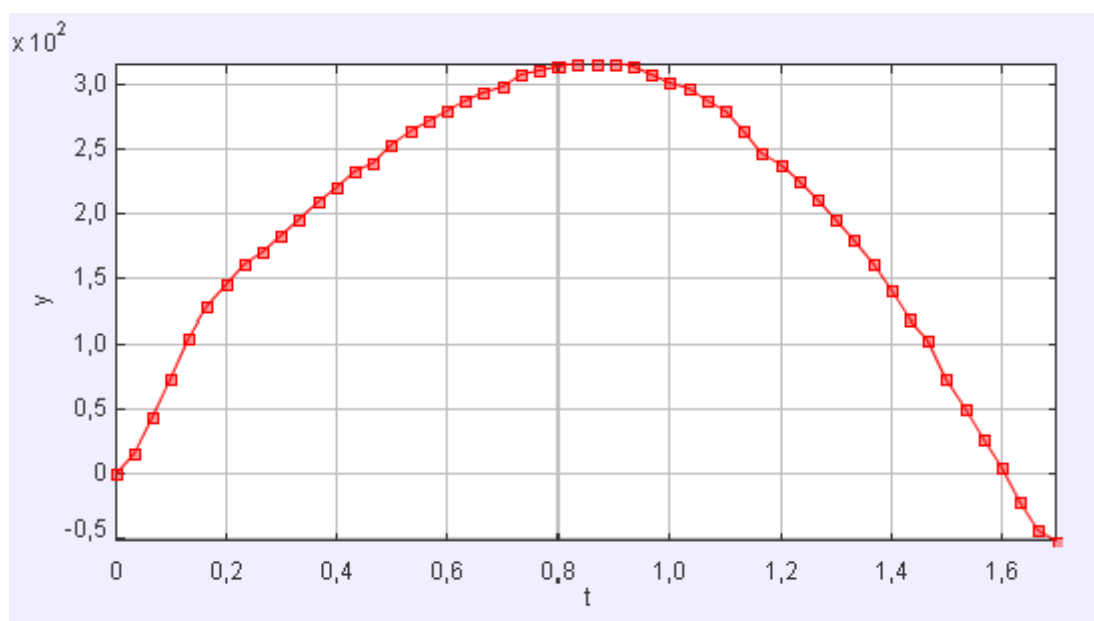
En aquesta gràfica 70 de la posició en l'eix de les x veiem com avança bastant uniformement amb un pendent força constant. Tot i això apreciem també certes irregularitats que, com hem dit, deuen ser fruit de factors meteorològics com el vent i el seu fregament o d'errors que hem pogut cometre a l'hora de marcar la trajectòria.



Gràfica 70: Posició eix x - temps

4.2.26.2.- Gràfica de posició eix y - temps

Com en la gràfica 71 de la posició de les x, apreciem una trajectòria parabòlica bastant definida però amb certes imperfeccions deguts bé per el vent o per els errors que hem pogut cometre nosaltres.



Gràfica 71: Posició eix y - temps

4.2.27.- Avions propulsats per un motor elàstic





<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/avions.html>

4.2.27.1.- Explicació científica

Aquests avions funcionen a partir de l'energia elàstica de les gomes. Consten d'un mecanisme amb un eix principal de fusta on s'hi adhereixen totes les ales i components necessaris. La goma està fixada per un costat a una peça fixa i per l'altre a l'hèlix de manera que, quan la enrosquem, farà girar la seva part mòbil i, per tant, l'hèlix.

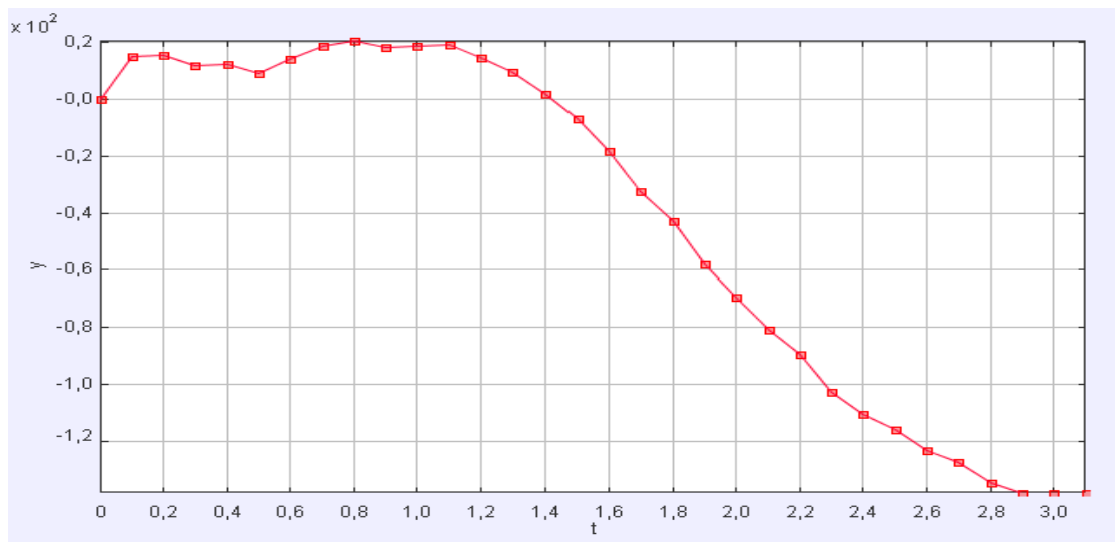
4.2.27.2.- Demostració i càlculs científics

La realització d'aquest estudi ens va resultar molt complicada ja que requeria una gran complexitat el fet de saber efectuar correctament els llançaments. A més a més els vam realitzar en un dia on les condicions climatològiques no van acompanyar gaire. Així doncs, els resultats obtinguts no són tan espectaculars com podrien semblar.

4.2.27.2.1.- Gràfica posició eix y - temps

En aquesta gràfica 72 de la posició de la y ens mostra l'alçada a la que es troba l'avió en cada moment. Com hem comentat, no vam obtenir grans resultats d'aquests avions. A més a més és difícil llençar correctament aquests avions i alguns d'ells se'ns van trencar. Així doncs, veiem com durant una mica més d'un segon l'avió s'eleva i es manté uns 20 cm per sobre de l'alçada de llançament. A partir d'aquí veiem com

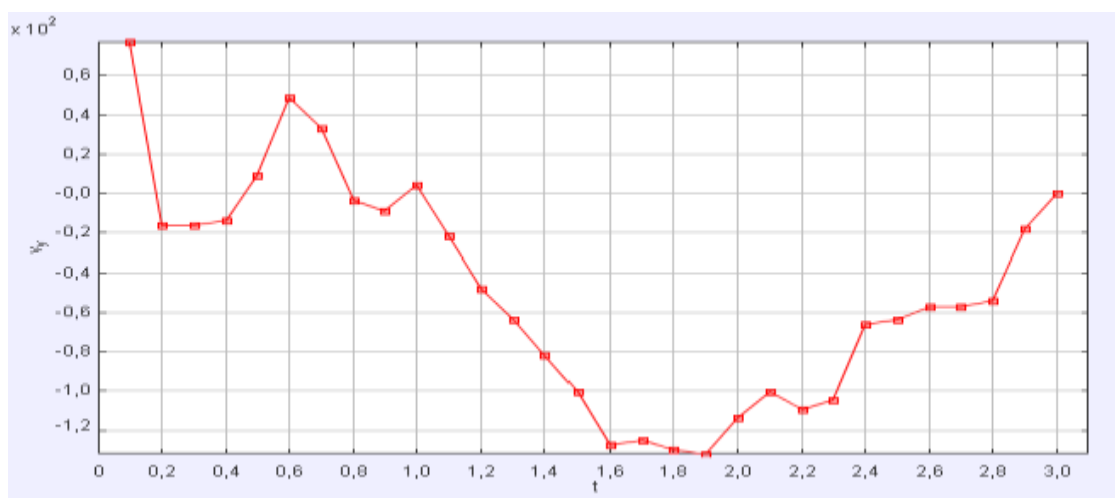
comença el seu descens en picat. Això deu ser per culpa del vent o perquè ja se li devia acabar l'energia elàstica que proporcionava la goma.



Gràfica 72: Posició eix y - temps

4.2.27.2.2.- Gràfica velocitat eix y - temps

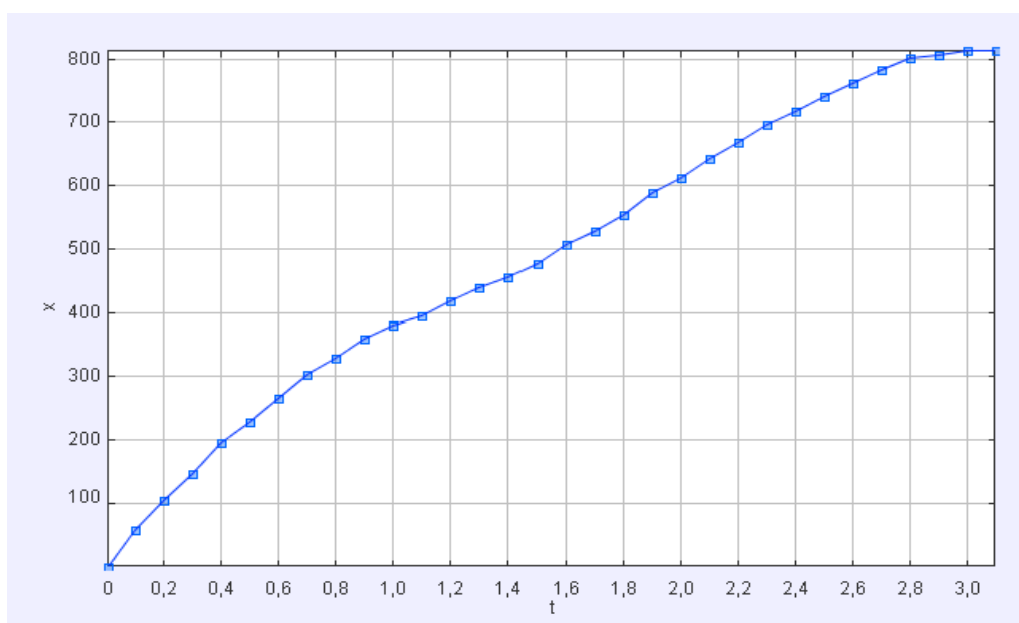
En aquesta gràfica 73 de la velocitat de l'eix de les y apreciem el que havíem dit anteriorment. Al principi l'avió adquireix una velocitat lleugerament positiva i que durant una mica més d'un segon està al voltant dels 0 m/s. Això confirma el que hem dit de que l'avió es manté a la mateixa altura o fins i tot puja una mica. Tot seguit veiem com la velocitat disminueix i això ens reflecteix el que hem dit de que l'avió queia en picat. Al final torna a apropar-se a 0 m/s i això és perquè l'avió planeja lleugerament.



Gràfica 73: Velocitat eix y - temps

4.2.27.2.3.- Gràfica posició eix x - temps

En aquesta gràfica 74 de la posició en l'eix de les x observem com l'avió cada cop avança amb menys pendent degut al fregament de l'aire i perquè, al no mantenir la trajectòria recta, l'avió porta a terme un moviment també en l'eix de les y de manera que el moviment es descompon en dos vectors. A la part final veiem com el pendent torna a augmentar i això és degut al fet de que planeja.



Gràfica 74: Posició eix x - temps

4.2.27.2.4.- Gràfica velocitat eix x - temps

En la gràfica 75 apreciem com l'avió va perdent velocitat en l'eix de les x pel fregament amb l'aire. Tota l'estona va disminuint aquesta velocitat menys en el tram on planeja que redueix el vector de la velocitat en l'eix de les y i, per tant, augmenta la velocitat en l'eix de les x.



Gràfica 75: Velocitat eix x - temps

4.2.28.- Avió looping





<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/avions.html>

4.2.28.1.- Explicació científica

Aquests avions, fets a base de paper o cartró, desenvolupen un moviment ben curiós. Quan són propulsats, l'aire exerceix una força per la part inferior de la seva superfície fent que tot l'impuls i velocitat que porta l'avió els aprofiti per pujar cap amunt i no anar recte. La inèrcia que porta el fa anar cap enredera però, de seguida, per la força del vent i de la gravetat, torna a baixar tancant així una volta bastant perfecta a l'aire. El moviment d'aquests avions es basen en planejar i segons com s'orienten les ales també poden fer moviments circulars.

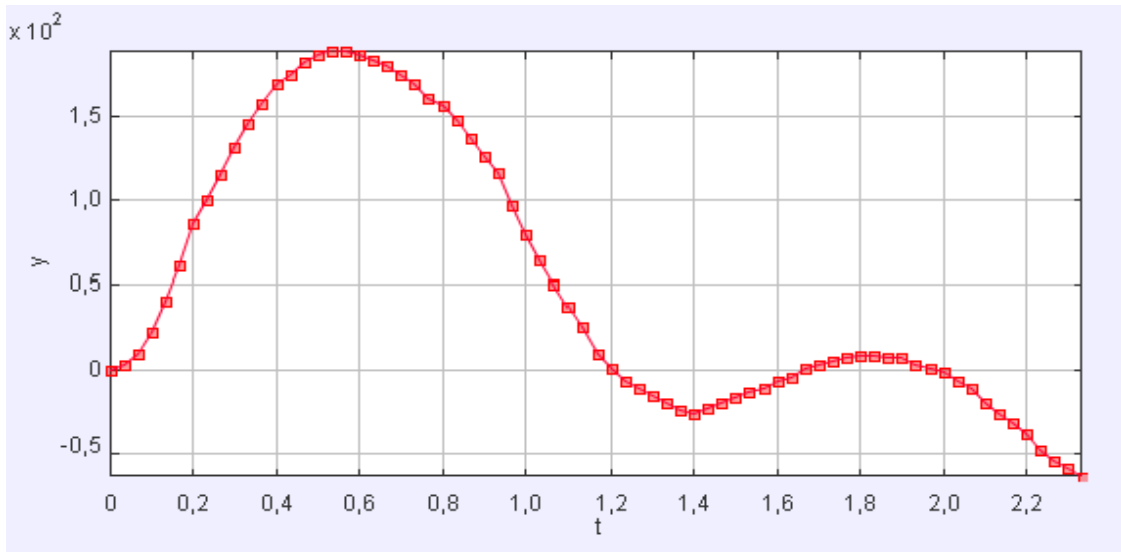
4.2.28.2.- Demostració i càlculs científics

Per a realitzar aquest experiment vam buscar un lloc cobert on l'aire no destorbés i que fos el suficientment gran per a què l'avió pogués realitzar la totalitat del seu moviment. Vam haver de fer molts llançaments i moltes proves inclinant les ales per a desenvolupar un looping més o menys perfecte ja que aquest programa només permet analitzar en dues dimensions.

4.2.28.2.1.- Gràfica posició eix y - temps

En aquesta gràfica 76 podem veure l'altura que té l'avió al llarg del recorregut. Veiem que, només començar, ja va assolint alçada fins a pujar gairebé 2 metres més amunt

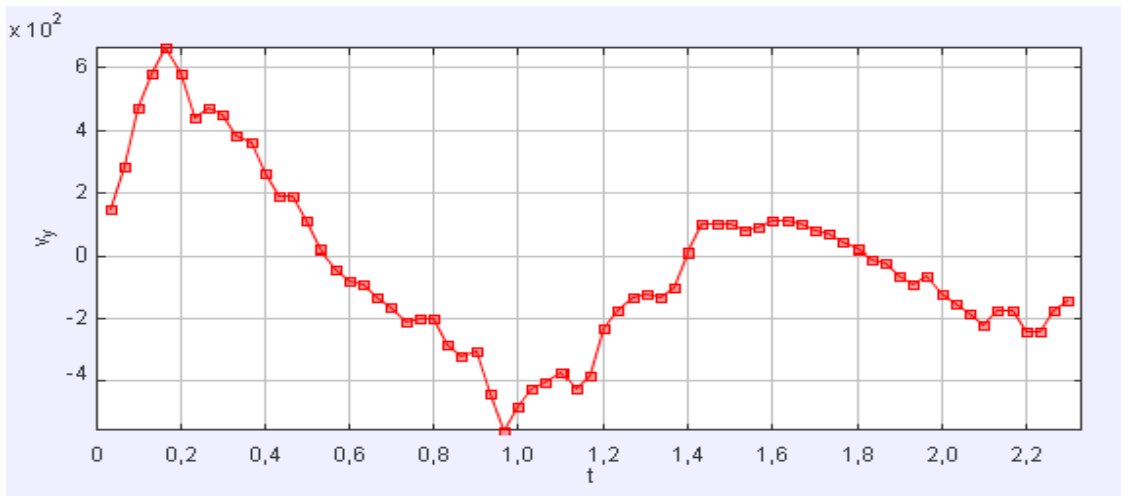
del punt on ha sigut llençat. Després torna a descendir, però a l'anar planejant, torna a agafar una mica d'altura. Al no portar prou velocitat no pot acabar de fer el segon looping i torna a caure fins a acabar el seu moviment.



Gràfica 76: Posició eix y - temps

4.2.28.2.2.- Gràfica velocitat eix y - temps

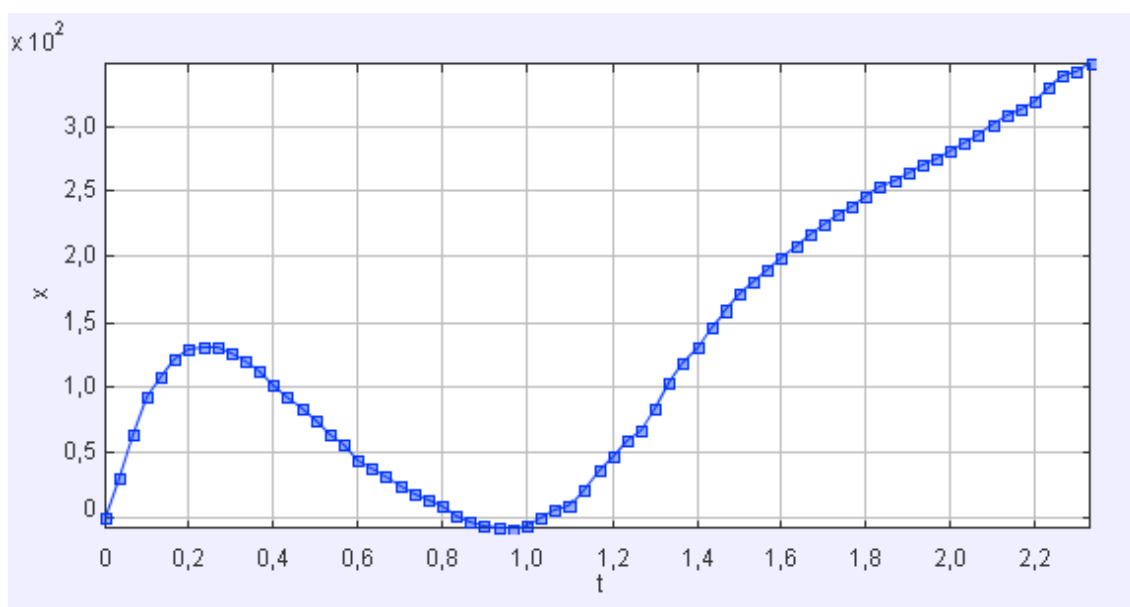
En aquesta gràfica 77 podem veure com en un principi l'avió es desplaça amb una velocitat positiva per l'eix de les y que va augmentant però de seguida disminueix ja que hi actua la força de la gravetat. Un cop ha realitzat el looping, com que ha guanyat energia potencial, la força de la gravetat fa que guanyi velocitat de nou i això és el que apreciem.



Gràfica 77: Velocitat eix y - temps

4.2.28.2.3.- Gràfica posició eix x - temps

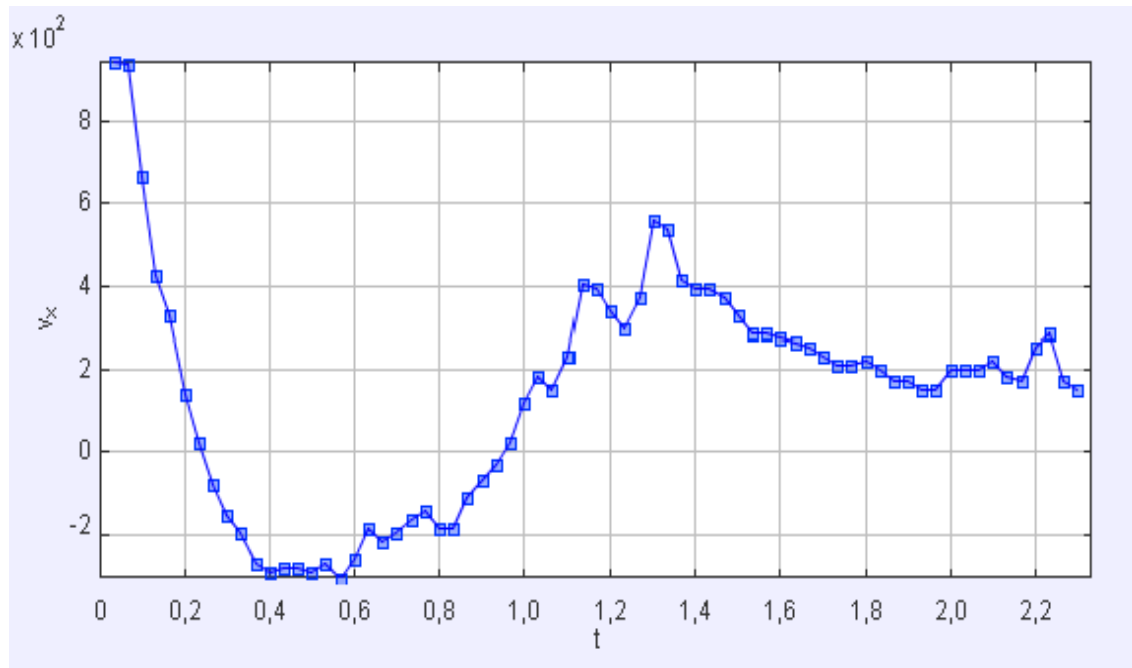
En aquesta gràfica 78 podem apreciar com avança l'avió per l'eix de les x. Veiem que al començament va avançant amb certa normalitat però, cada vegada, amb menys pendent i, per tant, menys velocitat ja que puja cap amunt. Veiem com de seguida el seu moviment es torna negatiu, però que quan ha acabat de fer la volta torna a avançar positivament ja fins al final.



Gràfica 78: Posició eix x - temps

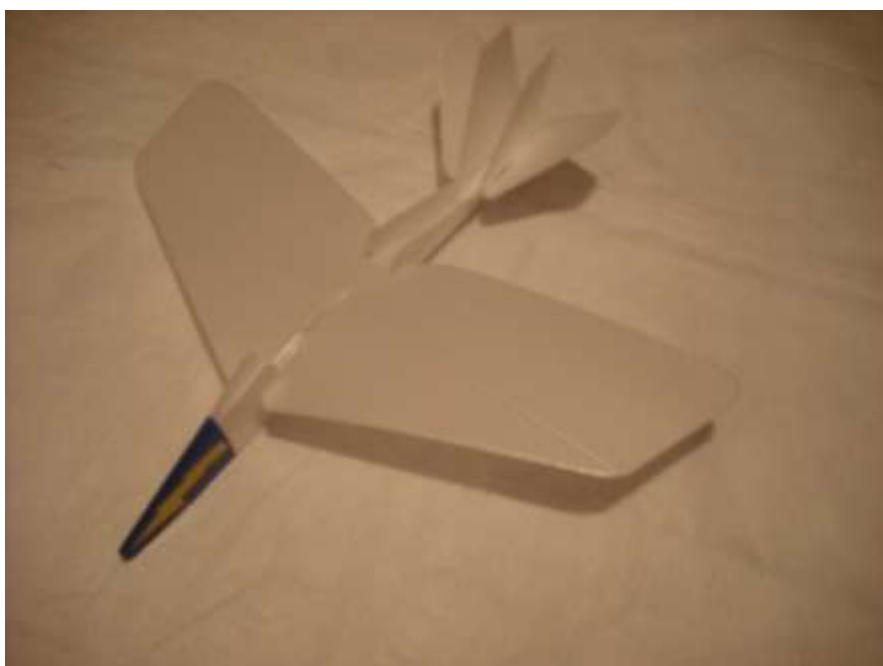
4.2.28.2.4.- Gràfica velocitat eix x - temps

En aquesta gràfica 79 també apreciem el que ja havíem deduït en la gràfica de la posició: la velocitat cada cop descendeix més perquè el pendent cada cop era inferior. Això és degut a que a l'anar agafant alçada cada cop avança menys per l'eix de les x i més per el de les y. Després del looping torna a adquirir velocitat per l'efecte de la gravetat.



Gràfica 79: Velocitat eix x - temps

4.2.29.- Avió de retorn



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/avions.html>

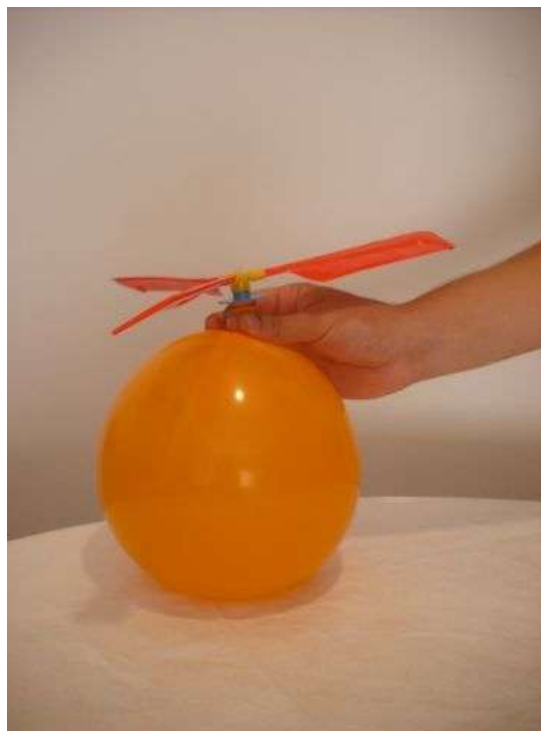
4.2.29.1.- Explicació científica

Aquests avions venen desglossats en diferents peces de cartró que s'han d'ajuntar per tal de que adquireixin l'estructura i forma d'un avió.

Un cop tenim l'avió muntat, quan l'impulsem amb la simple energia muscular realitzant un llançament més o menys senzill sense fer res fora del normal, l'avió realitza un looping o una volta i sempre acaba tornant al seu punt d'inici. Això passa perquè al ser llençat, la seva forma aerodinàmica fa que l'aire no el deixi avançar en línia recta i el faci girar. D'aquesta manera si va girant cap al mateix costat, en un moment determinat haurà realitzat una volta completa i ja el tornarem a tenir a les mans. Si el tirem de costat farà una volta de costat i si el tirem en línia recta ens farà un looping.

No l'hem analitzat gràficament perquè ja hem fet l'estudi en l'avió que hem anomenat "Avió looping".

4.2.30.- Helicòpter amb globus



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/avions.html>

4.2.30.1.- Explicació científica

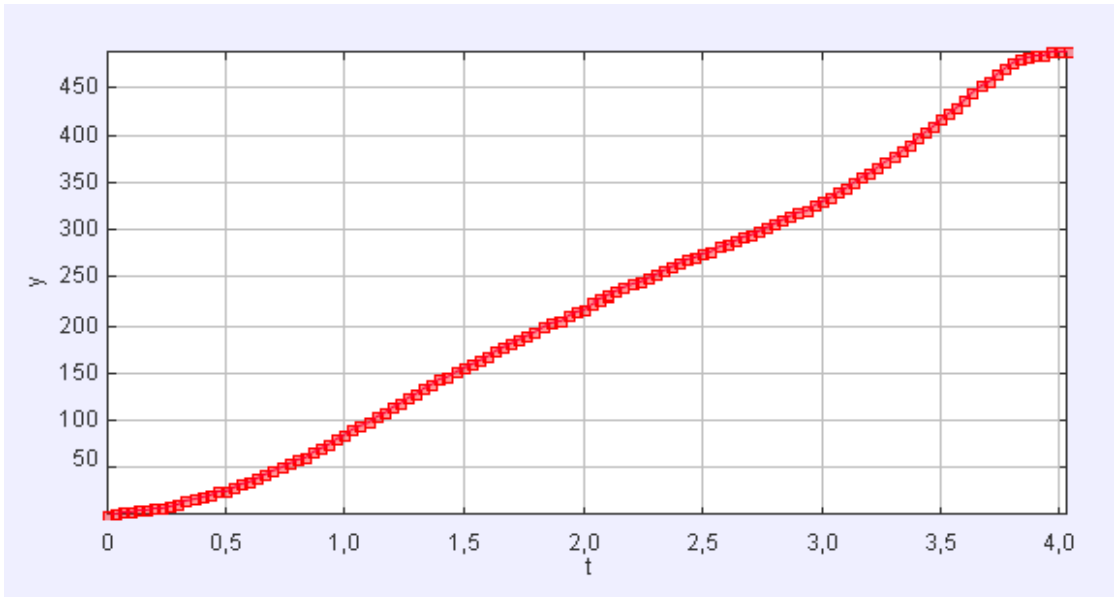
L'helicòpter es mou gràcies a l'energia que transmet l'aire al sortir amb pressió del globus. Aquí no es produeix ben bé l'efecte d'acció - reacció ja que la sortida d'aire és cap amunt i el desplaçament també. Això és degut a que l'aire amb pressió és canalitzat per el mecanisme de les hèlix tot fent-les girar. El fet de girar i degut a la forma de les hèlixs, es crea una baixa pressió per sobre d'elles i una forta pressió per avall que fa que impulsi a l'helicòpter cap amunt tal com passa en els helicòpters de veritat.

4.2.30.2.- Demostració i càlculs científics

Per a realitzar aquest estudi vam buscar un lloc on no hi hagués corrent d'aire i fos el suficientment alt com perquè l'helicòpter no xoqués amb cap sostre. Al primer moment aquesta mena d'helicòpter no se'ns enlairava. Vam pensar com solucionar el problema i vam decidir canviar el globus tal com vam fer en la joguina "cotxe amb globus" i, llavors, ja ens va funcionar. Això era degut a que els globus utilitzats no deixen anar l'aire amb tanta pressió i, per tant, no feia girar les hèlix amb prou velocitat com perquè es creés aquesta diferència de pressions que fa enlairar als helicòpters. També vam tenir el problema que no s'enlairava en una trajectòria completament recta i, per tant, això ens significarà algun error a l'hora d'analitzar gràficament el seu moviment.

4.2.30.2.1.- Gràfica Posició eix y - temps

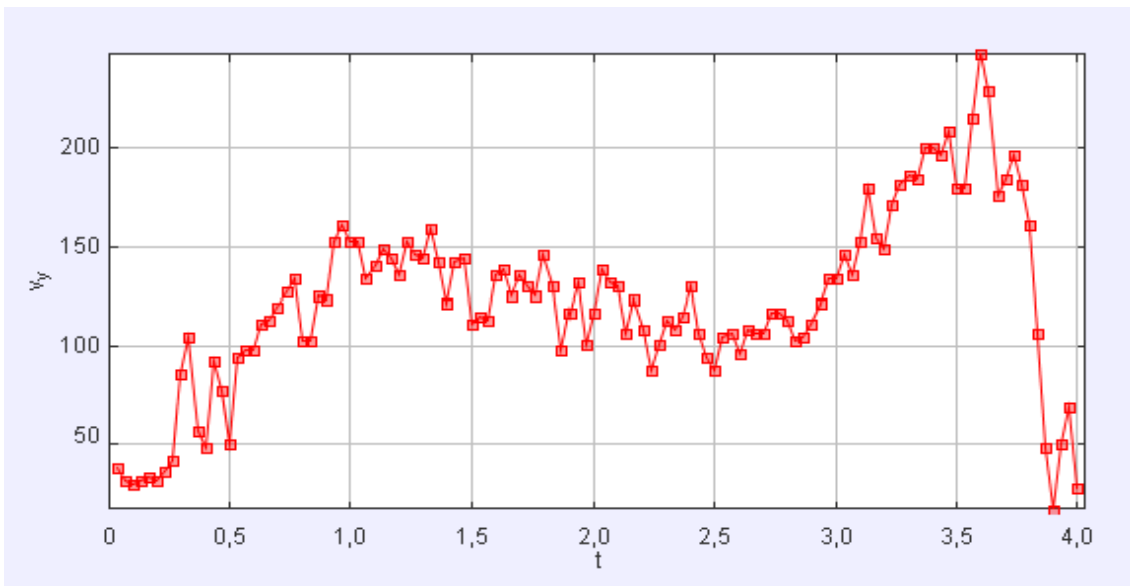
En la següent gràfica 80 apreciem com es va elevat l'helicòpter impulsat per el globus. Veiem com el pendent no és uniforme ja que no s'eleva en línia recta si no que va fent una trajectòria amb ones. Observem també com en el tram final avança lleugerament més ràpid i això és degut a l'últim impuls que dona el globus que fa que surti disparat més ràpidament.



Gràfica 80: Posició eix y - temps

4.2.30.2.2.- Gràfica velocitat eix y - temps

Aquí podem observar com evoluciona la velocitat de la joguina. Veiem com al començament va augmentant lleugerament fins a establitzar-se i mantenir-se més o menys constant. També veiem cap al final aquell augment de velocitat que hem esmentat en la gràfica anterior i que és causat per l'últim moment que expulsa aire el globus. Finalment veiem com es va aturant molt ràpidament.



Gràfica 81: Velocitat eix y - temps

4.2.31.- Helicòpter solar



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/avions.html>

4.2.31.1.- Explicació científica

Aquesta joguina funciona amb l'energia solar que proporciona el Sol. Aquest astre per mitjà d'una acció de fusió d'àtoms d'heli i que com a conseqüència en forma un d'hidrogen, desprèn grans quantitats d'energia en forma de llum i calor. Aquestes cèl·lules fotovoltaïques formades per silici transformen aquests rajos de llum en energia elèctrica que en aquest cas, per mitjà d'un motor elèctric, es transforma en energia mecànica que fa girar l'hèlix de l'helicòpter.

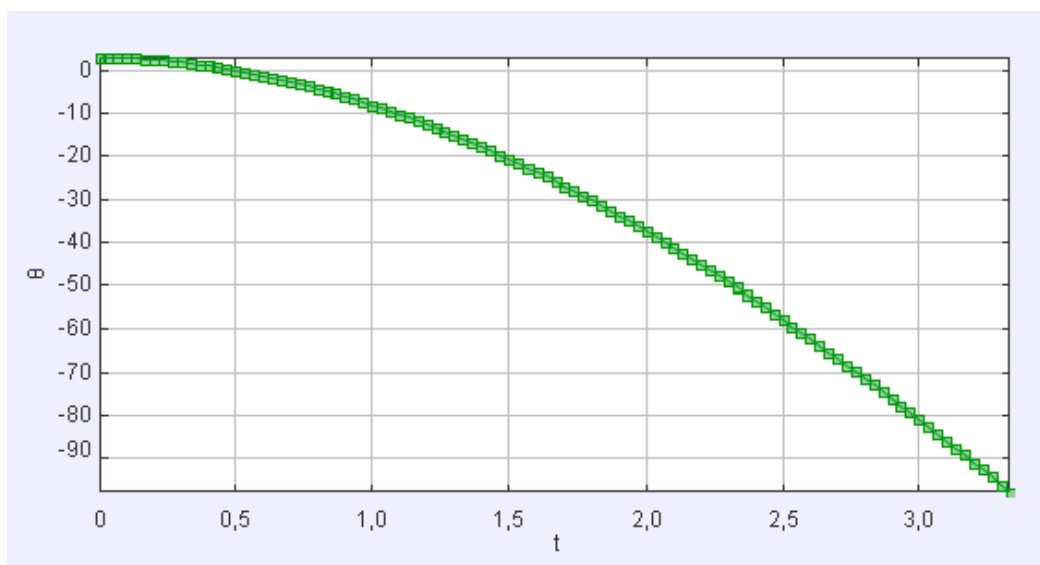
4.2.31.2.- Demostració i càlculs científics

Per a realitzar aquest experiment només vam haver de posar l'helicòpter al Sol. Ho vam fer un dia que feia núvol i, tot i això, girava amb força velocitat. Amb una espècie de trípod mòbil, vam gravar la trajectòria circular des d'un punt elevat. Com amb altres joguines, amb el programa d'edició de vídeo, vam anar marcant el gomet que havíem posat a l'extrem d'una de les dues parts de l'hèlix per saber on era el mateix punt en cada moment.

4.2.31.2.1.- Gràfica posició angular - temps

En aquesta gràfica 82 de la posició angular apreciem els radians que avança l'hèlix per cada valor determinat de temps. Hem situat l'eix de coordenades al mig de l'hèlix i el moviment d'aquesta comença a la part negativa de l'eix de les x, creant un angle de 180° amb el punt on teòricament hauria de començar el moviment i, per tant, estan situats en oposició de fase. Això vol dir que aquesta posició inicial és positiva i de π radians. A partir d'aquí es mou en sentit negatiu i cada volta que fa avança 2π radians. Per tant, per calcular les voltes donades calculem l'increment dels radians i els dividim per els 2π radians que té una volta:

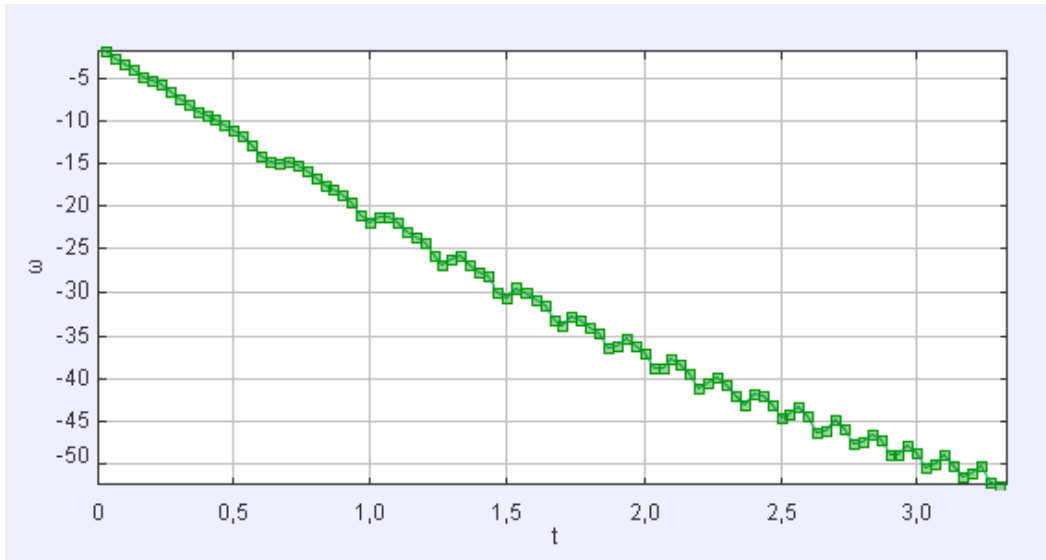
$$[\pi - (-97,8)] / 2\pi = 16,1 \text{ voltes}$$



Gràfica 82: Posició angular - temps

4.2.31.2.2.- Gràfica velocitat angular - temps

En aquesta gràfica 83 de la velocitat angular respecte del temps, veiem com es va accelerant negativament fins a arribar a gairebé -55 rad/s passats els 3 segons, que són gairebé 9 voltes o revolucions cada segon. Segurament si haguéssim analitzat el moviment durant més estona s'acabaria estabilitzant en algun moment ja que, si no, adquiriria massa velocitat i el motor es trencaria. A més a més això seria pràcticament impossible perquè les plaques solars tenen un rendiment o eficiència molt baix.



Gràfica 83: Velocitat angular - temps

4.2.32.- Coets propulsats per aire

Coet A



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/avions.html>

4.2.32.1.- Explicació científica A

Aquesta joguina consta d'una base on es col·loquen les diferents peces que representen una mena de coets. Aquesta base té un petit orifici per on s'introdueix una petita mànega connectada a una mena de manxa que, pel fet de comprimir l'aire, crearà una pressió que impulsa el coet cap amunt. Podem dir que aquest coet és propulsat per aire a pressió. El fet de ser d'un plàstic bastant dur i consistent i, per tant, també pesat, no permet grans meravelles d'aquesta joguina ja que, com a molt, s'alcen uns 30 cm.

Al adquirir tan poca altura hem considerat que no era aprofitable fer-ne un estudi del seu moviment.

Coet B



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/avions.html>

4.2.32.1.- Explicació científica B

Aquesta altra joguina consta d'un mànec on s'introdueixen directament les peces que representen els coets. El mànec té un tub que s'allarga i allà s'hi posen els coets. Quan s'introdueix la peça l'aire queda tancat i, quan premem fort el mànec, l'aire fa pressió i impulsa el coet cap amunt. Aquest efecte és el mateix que es produeix quan agafem una ampolla de plàstic buida i desenrosquem una mica el tap i, al comprimir fort l'ampolla, el tap surt disparat. En aquest cas, al tractar-se de "coets" d'un material

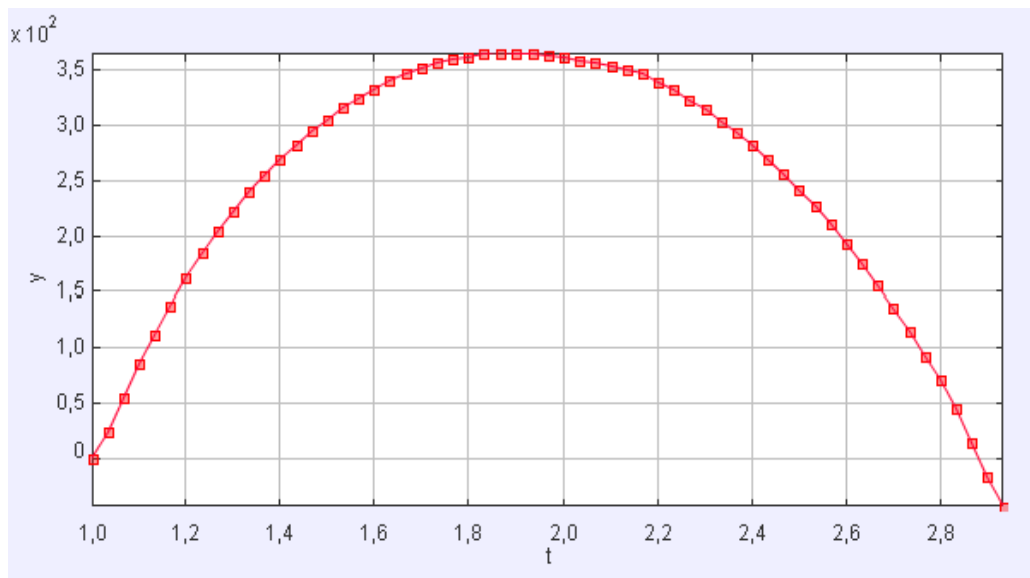
esponjós i molt lleuger, obtenim resultats força espectaculars, ja que surt disparat fins a 10 metres d'altura.

4.2.32.2.- Demostració i càlculs científics

En aquest cas si que hem realitzat unes gràfiques amb el programa Tracker, ja que creïem que era interessant poder analitzar aquest moviment.

4.2.32.2.1.- Gràfica posició y - temps

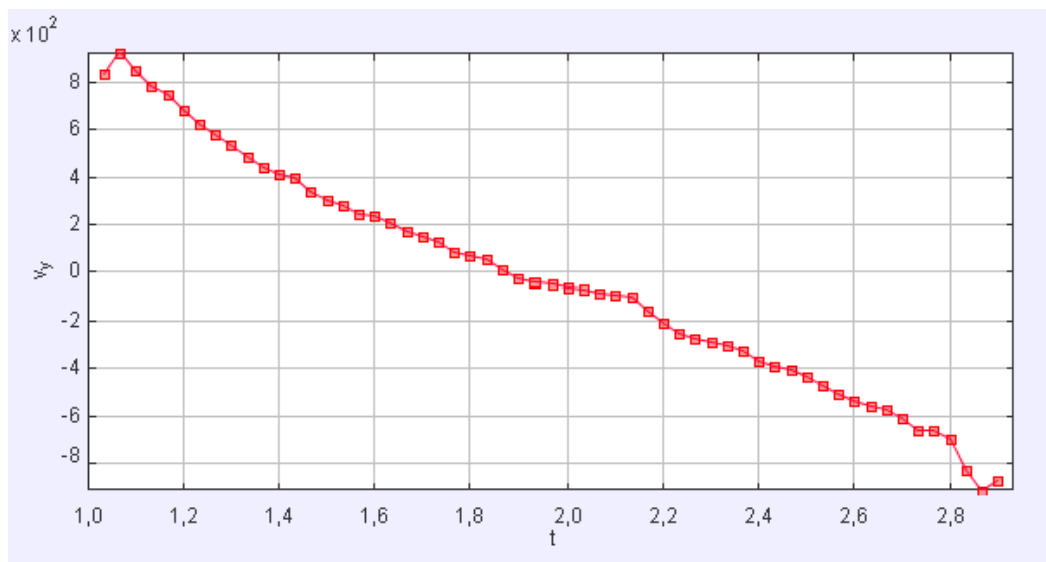
En aquesta gràfica 84 veiem la caiguda lliure del coet lleuger, el llançament del qual vam haver de realitzar sense comprimir amb el màxim de força el mànec, ja que si no el coet sortia dels marges de la càmera. Veiem que és un moviment parabòlic sense masses imperfeccions; només apreciem que al final la seva posició està per sota de 0 cm i això és degut a que durant el moviment s'ha avançat en un eix imaginari que considerariem eix z si poguéssim treballar en 3 dimensions.



Gràfica 84: Posició y - temps

4.2.32.2.- Gràfica velocitat eix y - temps

En aquesta gràfica 85 no apreciem res fora del normal. Observem que el coet porta una velocitat descendent, ja que la única força que hi actua és la de la gravetat i tota l'estona l'acceleració que hi ha és negativa.



Gràfica 85: Velocitat eix y - temps

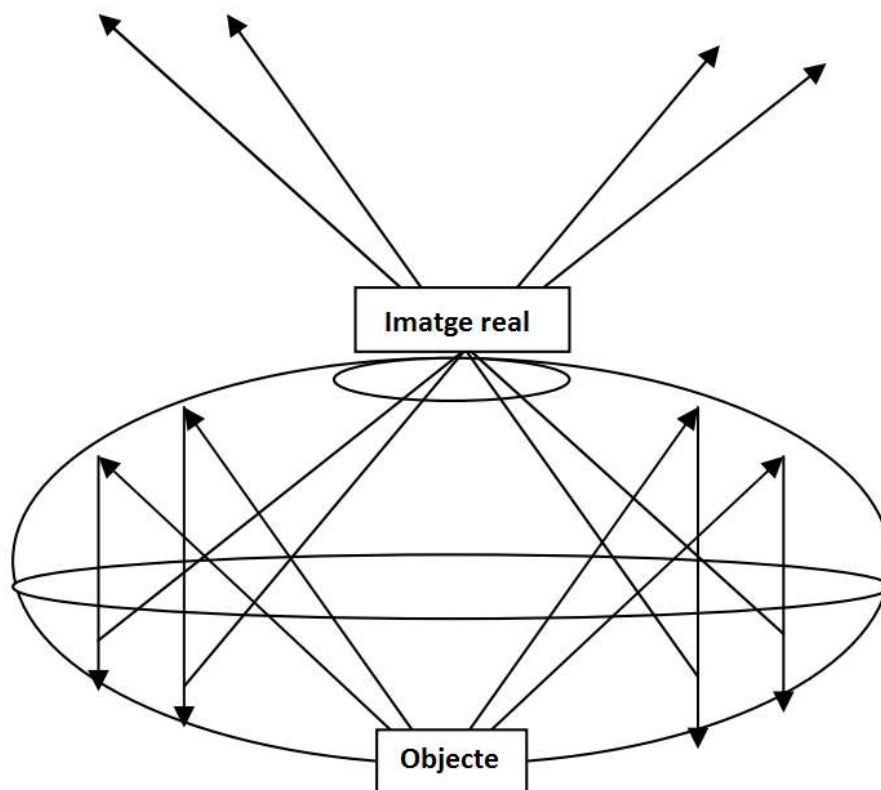
4.2.33.- Miratge 3D



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/llum.html>

4.2.33.1.- Explicació científica

Aquesta joguina es basa en dos miralls parabòlics, un amb la part reflectora cap a dalt i l'altre, que té un forat a la part central, col·locat cap a baix sobre el primer, com si fos una tapa. Al fons del primer, s'hi col·loca un objecte que queda amagat a la vista. Quan el raig de llum surt de l'objecte real, es reflecteix al mirall superior i baixa verticalment. Un cop el raig arriba al mirall inferior es reflecteix en ell i surt passant pel forat superior. El punt on es creuen tots els raigs de llum procedents de l'objecte és on es forma la imatge. L'ull humà situa l'objecte al punt del qual parteixen els raigs que li arriben, situat damunt del conjunt.



4.2.34.- Calidoscopi



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/llum.html>

4.2.34.1.- Explicació científica

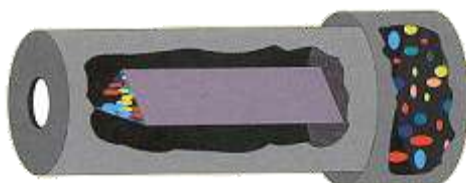
El principi físic que explica el funcionament del calidoscopi és el de la reflexió de la llum. La llum viatja en línia recta, però quan xoca contra un mirall canvia de direcció o, dit d'una altra manera, rebota.

El calidoscopi està format per un tub que té tres miralls enfrontats que formen un prisma triangular, amb la seva part reflectora cap a l'interior, a l'extrem dels quals es troben dues làmines translúcides entre les quals hi ha diversos objectes de plàstic de colors i formes diferents. Els trossets de plàstic de colors es reflecteixen en els miralls. Veiem aquestes formes tan rares perquè el que es reflecteix en un mirall rebota i es reflecteix en els altres dos i, quan això succeeix, les imatges que es van reflectir es tornen a reflectir, i així successivament. El meravellós d'aquest fenomen és que els rajos de llum queden rebotant en els miralls una vegada i una altra. Per això, quan mirem dins del calidoscopi veiem una imatge formada pels trossets de plàstic repetits moltíssimes vegades. Els miralls poden estar disposats a diferents angles: a 45° es generen vuit imatges duplicades, a 60° se n'observen sis duplicades i a 90° quatre.

Quan girem el calidoscopi, els trossets de plàstic canvien de lloc i es genera una imatge totalment diferent a l'anterior. Les imatges són pràcticament irrepetibles, doncs

hi ha tants trossets de plàstic que és pràcticament impossible que tots estiguin dues vegades exactament en el mateix lloc.

Tot i que habitualment el calidoscopi té tres miralls, també es poden construir amb dos o més de tres miralls per produir diferents tipus d'efectes.



4.2.35.- Teleidoscopi



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/llum.html>

4.2.35.1.- Explicació científica

El teleidoscopi és un tipus de calidoscopi. Té una lent d'augment o una esfera translúcida al seu extrem, en comptes de les dues làmines que té el calidoscopi i que contenen els trossets de colors. Aquesta lent genera les imatges dels objectes exteriors vistos a través de la lent i són multiplicades en els seus miralls. La majoria de teleidoscopis contenen els miralls disposats en forma de triangle equilàter. De totes maneres cada disposició dels miralls utilitzat en un calidoscopi normal i corrent pot ser utilitzat també en un teleidoscopi. Brewster, científic escocès i creador del calidoscopi al 1816, es refereix al teleidoscopi com la forma més pura de calidoscopi, ja que no hi ha cap objecte que limiti la vista.



4.2.36.- Caixes de música



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/sonores.html>

4.2.36.1.- Explicació científica

El mecanisme de les caixes i joguines de música consta d'un tambor on hi ha unes petites incrustacions i una filera de làmines de diferents longituds que fa que puguem distingir les diferents notes musicals. El so serà més agut, major freqüència, com més curta sigui la làmina. Al girar el tambor les incrustacions fan vibrar les làmines i així es produeixen les notes i la cançó. Quan donem corda, una espira s'enrotlla sobre si mateixa i en el procés de distensió d'aquesta espira es fa rodar un cargol sense fi acoblat al tambor.

4.2.37.- Tubs sonors



<http://fisicajoguines.blogspot.com/p/sonores.html>

4.2.37.1.- Explicació científica

Es tracten de tubs flexibles de plàstic rugosos de diferents mides. Nosaltres hem agafat 3 tubs: el primer de 3 cm de diàmetre i 50 cm de llargada, el segon de 2 cm de diàmetre i 65 cm de llargada i l'últim de 3 cm de diàmetre i 75 cm de llargada. Si els agafem per un extrem i els fem girar emeten un so que depèn tan de la llargada com de l'amplada del tub. Si augmentem la velocitat de gir apareixen els seus harmònics. En realitat el tub s'allarga lleugerament en fer -lo girar ràpidament i la afinació no és perfecta. En els instruments de vent cal insuflar aire mitjançant els pulmons o una manxa i aquest aire fa vibrar una llengüeta. En aquests tubs, la vibració s'aconsegueix per la seva rugositat i és l'efecte Venturi qui empeny l'aire a fluir per aquest. La diferència de velocitat entre un extrem gairebé fix, el que subjectem amb la mà, i l'altre que està girant, produeix una diferència de pressió que empeny l'aire. Quan augmentem la velocitat, augmenta aquesta diferència de pressió, el flux és més intens i el tub passa a vibrar amb el següent harmònic.

4.2.37.2.- Demostració i càlculs científics

Així doncs, intentem calcular la freqüència del so que emetran els nostres tubs. En els tubs oberts es formen ventres en tots dos extrems i un node en el centre en el cas de la vibració fonamental, és a dir, que dins del tub hi cap mitja longitud d'ona. Els ventres sobresurten lleugerament de les vores pel que s'accepta que mitja longitud d'ona correspon a la longitud del tub més la meitat del diàmetre del mateix. En els nostres casos:

$$\text{Tub 1) } 1/2 \lambda = (50+1'5) \text{ cm} = 51,5 \text{ cm} \rightarrow \lambda = 103 \text{ cm} = 1,03 \text{ m}$$

$$\text{Tub 2) } 1/2 \lambda = (65+1) \text{ cm} = 66 \text{ cm} \rightarrow \lambda = 132 \text{ cm} = 1,32 \text{ m}$$

$$\text{Tub 3) } 1/2 \lambda = (75+1'5) \text{ cm} = 76,5 \rightarrow \lambda = 153 \text{ cm} = 1,53 \text{ m}$$

Com que la freqüència (f) és igual a la velocitat de propagació dividida per la longitud d'ona (λ) i el so es propaga a l'aire a 340m/s, tenim que els tons d'aquests tubs són:

$$\boxed{v = f \cdot \lambda} \rightarrow f = v / \lambda$$

$$\text{Tub 1) } f = 340 / 1,03 = \mathbf{330 \text{ Hz}}$$

$$\text{Tub 2) } f = 340 / 1,32 = \mathbf{258 \text{ Hz}}$$

$$\text{Tub 3) } f = 340 / 1,53 = \mathbf{222 \text{ Hz}}$$

5. Conclusions finals extretes de l'anàlisi de les dades

Després de l'anàlisi de les dades, els resultats obtinguts ens permeten donar resposta a les quatre preguntes que ens vam plantejar a l'inici de la recerca. Donarem a cada pregunta unes conclusions finals molt breus, ja que al llarg del document està tot molt més explicat i especificat.

5.1- Amb quines joguines juguen més els infants d'avui en dia?

Dita pregunta la respondrem a partir dels resultats que hem obtingut de la mostra de 67 nens i nenes de 7 a 10 anys del barri de Gràcia de Barcelona.

Conclusió general:

Les joguines que més utilitzen els infants de la nostra mostra per jugar són els videojocs, seguides de poc pels ninots i peluixos. En tercer lloc anomenen els jocs de taula sense conceptes físics i les joguines tradicionals de tota la vida.

Si fem l'anàlisi per edats:

Els alumnes de segon (7-8 anys) juguen principalment en ninots i peluixos, seguit amb mateix nombre pels jocs de taula i vehicles que funcionen amb energia elèctrica. Mentre que els videojocs, en aquesta edat, és la joguina que juguen menys.

En canvi, els alumnes de tercer (8-9 anys), la joguina amb que juguen més són els videojocs i amb molta diferència respecte a la segona que són els ninots i peluixos. Amb les que juguen menys són els vehicles que els fan funcionar amb la seva energia muscular.

Els alumnes de quart (9-10 anys) juguen amb més diversitat de joguines i de manera més equilibrada. Destaquen la pilota en primer lloc, seguida dels ninots i peluixos, els jocs de taula sense conceptes físics i els videojocs.

Si l'anàlisi es fa en funció del sexe dels infants:

Les nenes juguen més amb ninots i peluixos, seguit de molt poc pels videojocs. Els nens, juguen primer amb els videojocs, seguit dels ninots i peluixos i, en tercer lloc, juguen a jocs que necessiten la pilota per jugar.

5.2.- Quina energia utilitzen les joguines amb que juguen més els infants?

Si partim del resultat de la nostra enquesta, la joguina que més juguen són els videojocs. Per tant, podem afirmar que l'energia que més utilitzen les joguines amb que juguen més els infants és l'energia elèctrica. En segon lloc s'utilitza l'energia muscular que fan servir quan juguen amb ninots i peluixos.

5.3.- Els nens i les nenes, mentre juguen, es fan preguntes dels conceptes físics que utilitzen les seves joguines?

Conclusió general:

En la nostra mostra veiem clarament que els infants quan juguen, majoritàriament, no es fan preguntes.

Si fem l'anàlisi per edats:

Observant per cursos hem vist que els que es fan més preguntes són els de segon de primària (7-8 anys), seguit dels de quart (9-10 anys). Aquestes dades no ens permeten treure cap conclusió respecte a l'edat dels infants, simplement dir, que els més petits són els que es fan més preguntes, seguits dels més grans.

Si l'anàlisi es fa en funció del sexe dels infants:

Les nostres dades ens indiquen que tant els nens com les nenes es fan o no es fan preguntes amb la mateixa proporció. El fet de ser nen o nena no influeix en els resultats.

5.4.- Quins conceptes físics predominen en les joguines analitzades?

A l'anàlisi de cada una de les joguines hem explicat la seva estructura, els canvis que es produeixen en ella quan la fem funcionar, la transferència d'energies i hem analitzat els aspectes físics del seu funcionament científic. Per tant, en aquestes conclusions farem un resum molt general dels aspectes físics implicats en el funcionament de les joguines de la nostra mostra.

Energia i cadenes energètiques.

Després de l'anàlisi de les nostres joguines, podem deduir l'energia que fan servir, quines són les transformacions energètiques que es produeixen a mesura que funcionen i on i com acumulen l'energia que necessiten.

Les joguines que hem analitzat directa o indirectament necessiten energia per funcionar. Cal transmetre'ls-hi una força per iniciar el seu funcionament, és a dir, rebre l'impuls inicial necessari per començar a moure's, iniciar un so o permetre'ns veure fenòmens òptics produïts per la llum.

Quan juguem amb les joguines utilitzem l'energia mecànica acumulada en els músculs del nostre cos, que procedeix de l'energia química dels enllaços que formen les plantes i, aquestes, l'obtenen en el seu procés de fotosíntesi. Quan ingerim aliments podem menjar les plantes directament o indirectament a partir d'algun animal que n'hagi consumit anteriorment. Aquest procés de fotosíntesi, per realitzar-se necessita l'energia solar. Així doncs, és el sol qui, al cap i a la fi, està movent la joguina si volem arribar al fons de la qüestió.

Una vegada ha iniciat la seva acció, segueix necessitant energia per seguir en funcionament. L'energia inicial es va transformant en altres tipus d'energies.

Xutar, llençar i botar una pilota; empènyer i estirar un cotxe; impulsar un avió; prémer un botó... en tots els casos utilitzem l'energia mecànica acumulada en els músculs del nostre cos per jugar o posar en funcionament la joguina.

En el nostre cas també hem analitzat joguines que emmagatzemen l'energia potencial en forma d'energia elàstica quan l'acumulen en gomes elàstiques, molles, ressorts... i posteriorment es transforma en energia cinètica quan fa moviment i en energia acústica quan produeix so.

També hem experimentat amb joguines que per funcionar utilitzen l'energia lluminosa del sol, l'energia eòlica, l'energia química de les piles, l'energia de la pressió de l'aire i l'energia calorífica produïda pel vapor d'aigua per convertir-se en energia cinètica i permetre el moviment de les joguines.

Altres utilitzen l'energia potencial gravitatòria (posició de l'objecte) per iniciar el moviment i convertir-la en energia cinètica quan comencen a funcionar.

Cinemàtica

En les joguines que produeixen moviment hem analitzat la seva posició en diferents moments del seu funcionament, sempre tenint present un sistema de referència. Hem representat la trajectòria del seu desplaçament i el temps que ha necessitat per fer-ho.

A la nostra mostra hi ha joguines que presenten els següents tipus de moviments:

- Moviment rectilini i uniforme.
- Moviment no uniforme o variat.
- Moviment rectilini uniformement variat.
- Caiguda lliure de cossos.
- Moviment circular.

Dinàmica

Els factors i funcionaments que entren dins l'àmbit de la dinàmica, tan sols els hem explicat, ja que no disposàvem de prou material ni coneixements com per poder fer estudis científics. Hem tractat principis d'inèrcies, forces com la de la gravetat i el pes, equilibris, pressions, lleis de Newton,...

6.- Bibliografia

Revistes

Lozano, O., Garcia-Molina, R., Solbes, J. (OCT. 2007). Didáctica de las Ciencias Experimentales. Experiències practicas: Cuatro juegos que ilustran la conservación de la energía. Alambique.- Núm. 54, (p. 115-118)

Garcia-Molina, Rafael. (1998). Física, joguets i regals. Revista de Física.

López García, Vicente. (2004). La física de los juguetes. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias. Vol.1. Núm.1, (p. 17-30).

Varela Nieto, P., Martínez Montalbán, J.L. (2005). Jugando a divulgar la física de los juguetes. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias. Vol.2, Núm.2, (p. 234-240)

Mauriras Bousquet, Martine. (1972). Lo que incita a jugar y lo que incita a aprender. Prespectivas. Revista de educación Unesdoc.

Llibres

Huizinga, J. (1972). Homo Ludens. Alianza/ Emecé. Madrid

Weber, Alfred ; Recaséns Siches, Luis. (1956). Historia de la cultura. Fondo de Cultura Económica. México.

Platón. (2003). Diálogos. Volumen IV: República. Editorial Gredos. Madrid

Webs

<http://www.xtec.cat/~jramire7/tallers/Taller%20joguines%20i%20f%EDsica.pdf>

http://www.vilanova.cat/doc/doc_14772283_1.pdf

<http://baldufa.upc.edu/revista/num/html/num1/revista.html>

http://www.apaceureka.org/revista/Volumen1/Numero_1_1/LA%20F%CDSICA%20DE%20LOS%20JUGUETES.pdf

http://www.ipimentel.com/ciencias_experimentales/pagwebciencias/pagweb/Los_talleres_de_ciencias/Taller_de_fisica_y_juguetes.htm

<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/920/92020209.pdf>

<http://www.loreto.unican.es/Carpeta2011/RlbAmFis-Juguetes-Sep-2010.pdf>

<http://www.caosyciencia.com/ideas/articulo.php?id=050106>

[http://bohr.inf.um.es/miembros/rgm/TeachPubl/Educar2000\(2003\)33-JugandoFisica.pdf](http://bohr.inf.um.es/miembros/rgm/TeachPubl/Educar2000(2003)33-JugandoFisica.pdf)

<http://www.mjoguets.com/>

<http://www.mineduacion.gov.co/cvn/1665/article-118639.html>

<http://www.mjc.cat/>

<http://www2.noticiasdegipuzkoa.com/ediciones/2008/02/15/vecinos/donostia-auzoak/d15don32.927644.php>

<http://scitoys.com/>

http://www.cienciaredcreativa.org/enlaces/fisica_eer.htm#fis_juguetes

<http://www.diariovasco.com/20080219/san-sebastian/juguetes-estimulan-ninos-estudiar-20080219.html>

<http://www.disfrutalaciencia.es/articulos/fisicajuguetes.pdf>

<http://www.slideshare.net/geopaloma/energa-y-juguetes>

http://issuu.com/geopaloma/docs/energ_a_y_juguetes

http://www.ceibal.edu.uy/UserFiles/P0001/ODEA/ORIGINAL/100220_energia.elp/index.html

http://www.cab.cnea.gov.ar/talleres/escuelaitinerante/energia/energia_f2.pdf

<http://www.madrimasd.org/cienciaysociedad/feria/publicaciones/Feria3/12/diviertete.pdf>

[http://bohr.inf.um.es/miembros/rgm/TeachPubl/Atomo9\(2006\)2-JugandoFisica.pdf](http://bohr.inf.um.es/miembros/rgm/TeachPubl/Atomo9(2006)2-JugandoFisica.pdf)

<http://www.loreto.unican.es/Carpeta2007/00TorreonCartes2007/M29MaxwellYoyo.pdf>

<http://amazings.es/2011/03/30/la-fisica-de-la-peonza-celta-o-rattleback/>

http://www.museodeljuego.org/_xmedia/contenidos/0000000781/docu1.pdf

http://www.csicsif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_20/SILVIA_GARCIA_%20SEPULVEDA02.pdf

http://www.vilanova.cat/doc/doc_14772283_1.pdf

<http://www.brewstersociety.com/types.html>

http://www.funlibre.org/documentos/idrd/juguetes.html#_ftnref1