



Exercicis de física interactius

Jorge Molero

Grau en Enginyeria Informàtica

Consultors: **Jordi Duch Gavaldà i Heliodoro Tejedor Navarro**

22 de Gener de 2014



Aquesta obra està subjecta a una llicència de [Reconeixement 3.0 Espanya de Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/es/)

FITXA DEL TREBALL FINAL

Títol del treball:	Exercicis de física interactius
Nom de l'autor:	Jorge Molero Calafell
Nom del consultor:	Jordi Duch Gavaldà i Heliodoro Tejedor Navarro
Data de lliurament (mm/aaaa):	01/2014
Àrea del Treball Final:	Videojoc Educatiu
Titulació:	Grau d'Eng. Informàtica
Resum del Treball (màxim 250 paraules):	

El present projecte pretén proposar una alternativa més d'afrontar la física de 1º de Batxillerat, esperant alhora que les conclusions extretes pels alumnes siguin més esclaridores.

El resultat és una web amb una sèrie d'exercicis que mostren una solució implementada amb Box2D i que crec aconsegueix força amb les expectatives proposades.

Abstract (in English, 250 words or less):

This project aims to propose an alternative to deal with physics in high school, while waiting for the conclusions drawn by the students to be more enlightening.

The result is a website with a series of exercises that show a solution implemented with Box2D that I think quite fulfills the expectations suggested.

Paraules clau (entre 4 i 8):

Escena, simulació, física, cinemàtica, dinàmica, web, batxillerat.

Índex

1. Introducció	8
1.1 Context i justificació del Treball	8
1.2 Objectius del Treball	8
1.3 Enfocament i mètode seguit	9
1.4 Planificació del projecte	9
1.5 Breu sumari de productes obtinguts	10
1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria	10
2. Decisions de disseny	11
2.2. Decisions de disseny de cada escena que difereixen de la resta	11
2.2.1 Escena 1 - Newton i la poma	11
2.2.2 Escena 2 - Cotxes	11
2.2.3 Escena 3 - Cursa	11
2.2.5 Escena 5 - Sínia	11
2.2.6 Escena 6 - Vehicle aeri no tripulat	12
2.2.7 Escena 7 - Basquet	12
2.2.8 Escena 8 - Canó	12
2.2.9 Escena 9 - Rampa	12
2.2.10 Escena 10 - Politja	13
2.3 Escenes descartades	13
2.5 Recursos emprats	13
3. Conclusions	14
4. Glossari	15
5. Bibliografia	16
6. Annex	17

1. Introducció

1.1 Context i justificació del Treball

El punt de partida del projecte és el de proveir de nous i millors recursos per al aprenentatge als alumnes, tant dins com a fora de l'escola. Tot i que l'estudi s'ha centrat en els continguts de l'assignatura de física per a alumnes 1º de Batxillerat, el concepte es aplicable a tot els àmbits de l'ensenyança.

Avui dia es comú trobar ordinadors personals per a cada alumne, a més de les anomenades pissarres electròniques, en la majoria de les escoles. Tant alumnes com professors tenen a l'abast les eines adequades per a accedir al coneixement, però ¿estan adaptats els continguts a aquesta nova situació?

És cert que a Internet podem trobar més contingut que al llibres de text, per tal de completar millor l'introduït a les classes, però aquest fet per sí mateix no és motiu suficient en molts casos per a justificar el canvi. Tot i ser presents, les possibilitats multimèdia que ofereix la Xarxa en molts casos no són del tot explotades i els continguts és basen en textos i imatges que podríem trobar també en un llibre de text.

Donat també que els alumnes acostumen a conèixer amb antelació com utilitzar aquestes eines, els jocs educatius són un mitjà idoni per acostar el coneixement i millorar-ne la seva comprensió, alhora que en milloren l'experiència de l'aprenentatge

1.2 Objectius del Treball

Proveir exercicis interactius que simulin escenes de problemes de física de 1º de Batxillerat. Per a potenciar la interacció amb l'usuari, els paràmetres de les fórmules posades a prova seran editables i visualitzables en temps real. A més, alguns exercicis poden incorporar algun tipus d'objectiu a realitzar dins de la simulació per a fomentar la motivació. Per exemple, si la simulació tracta sobre el tir parabòlic, un objectiu pot ser el de llençar una pilota de basquet dins d'una cistella.

Els exercicis han de ser el més variats possibles per posar a prova el motor físic en dues dimensions utilitzat. Així es comprovarà si aquest és viable per a reproduir tot els conceptes típics en aquesta assignatura (cinemàtica, dinàmica, tipus de moviments diferents, etc).

Finalment es presentaran tots els exercicis viables en conjunt en una mateixa web local llesta per a ser publicada, que faci de fil conductor i segueixi l'estructura en unitats temàtiques com les que podem trobar en un llibre de text de física. La web contindrà un mínim de la teoria necessària seguida de blocs incrustats al document amb exercicis interactius que serveixin de camp de proves.

1.3 Enfocament i mètode seguit

El projecte requereix d'un motor gràfic, ja que altrament caldria una quantitat massa gran fer-lo de zero. Dintre de del gran nombre de motor per a jocs disponibles he triat utilitzar Box2D per tractar-se d'un motor físic. El fet que les unitats en el motos siguin KMS (kilograms, metres, segons i inclús radiant), tot en sistema internacional, n'es una mostra de perquè n'ha facilitat la feina. Seria molt costós adaptar un altre dels típics motor per a jocs.

A més, Box2D esta disponible en gran varietat de llenguatges. Hi ha versió per a Java, C++, Flash i Javascript. Finalment he triat la versió Box2DWeb per ser en Javascript i per la facilitat d'introduir les escenes en un canvas HTML5.

1.4 Planificació del projecte

	Data Inici	Data Fi
Inici curs	18/09/2013	30/01/2014
PAC1 Disseny del joc	20/09/2013	27/10/2013
Tria del joc a realitzar	20/09/2013	23/10/2013
Tria del motor de jocs a partir de comparativa	20/09/2013	27/10/2013
Tria de les eines	26/09/2013	27/10/2013
PAC2 Versió jugable	28/10/2013	12/01/2014
Aprenentatge i realització exercicis amb llibre de Javascript	27/10/2013	25/11/2013
Aprenentatge dels canvas HTML5	25/11/2013	27/11/2013
Aprenentatge amb el manual de Box2D	25/11/2013	30/11/2013
Pràctiques d'utilització del API de Box2D	01/12/2013	21/01/2014
Edició HTML de les escenes	25/11/2013	21/01/2014
Edició CSS de les escenes	25/11/2013	21/01/2014

	Data Inici	Data Fi
Visualització de 20 videotutorials de R.U.B.E	18/11/2013	01/12/2014
Edició de 16 escenes amb R.U.B.E	18/11/2013	21/01/2014
Selecció i edició de textures	18/11/2013	06/01/2014
Programació i debugging de 11 escenes a partir dels export de R.U.B.E	25/11/2013	21/01/2014
PAC3 Entrega Final	13/01/2014	30/01/2014
Formulació d'enunciats del exercicis	25/11/2013	19/01/2014
Edició HTML de la web	17/01/2014	19/01/2014
Adaptació final de les escenes als enunciats del exercicis	17/01/2014	26/01/2014
Edició CSS de la Web	26/01/2014	26/01/2014
Edició final de la memòria	27/01/2014	30/01/2014
Gravació del vídeo de demostració	30/01/2014	30/01/2014

1.5 Breu sumari de productes obtinguts

Amb l'execució del projecte s'han obtingut els següents productes:

- 11 Escenes funcionals que inclouen la visualització i edició de paràmetres.
- 4 Escenes descartades per no ser adaptables a un enunciat d'un problema de física.
- Una web local amb les escenes funcionals, llesta per a ser publicada, que inclou parts de teoria i els enunciats als problemes que motiven l'utilització de les escenes.

1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

El capítol 2 conté les decisions de disseny més destacades a l'hora de recrear les escenes i la web que les contindrà. Aquestes decisions han determinat la planificació i la vida del projecte. A més, l'assoliment o no dels diferents productes en determinarà la viabilitat del el motor físic dispostat i extreure la conclusió del projecte.

2. Decisions de disseny

2.2. Decisions de disseny de cada escena que difereixen de la resta

A continuació s'exposen aquelles decisions que he trobat més interessant, encara que la codificació de les escenes n'ha suposat moltes altres.

2.2.1 Escena 1 - Newton i la poma

Aquesta escena només serveix per a familiaritzar-nos amb els controls que en trobarem a cada escena.

2.2.2 Escena 2 - Cotxes

Aquesta escena no acaba de ser del tot fluida i els cotxes fan un petit salt al inici. He provat totes les combinacions de paràmetres que he pogut i però torbo l'error. Tot i això a al visualitzador de R.U.B.E. això no passa, així que sospito que és algun dels molts paràmetres que no carrega bé al iniciar el "world" al Javascript.

2.2.3 Escena 3 - Cursa

Per a que els dos corredors es puguin superposar sense afectar a la fluïdesa de l'animació he fet servir cossos kinemàtics. El problema es que aquests cossos no es veuen afectats per forces però si poden tenir velocitat. Així, el que he fer es aplicar l'acceleració amb un timer que canvia la velocitat cada interval de temps.

2.2.5 Escena 5 - Sínia

He afegit un botó per eliminar les cabines i millorar així la fluïdesa. A més, tot i que ho tenia configurat a R.U.B.E he tingut que reaplicar el damping de les cabines, per atenuar la seva velocitat al llarg del temp, per a que no saltessin de banda a banda sense control.

2.2.6 Escena 6 - Vehicle aeri no tripulat

Primerament vaig unir la capsa em el vehicle amb un joint, amb la intenció de eliminar el joint quan es vol deixar el paquet. La solució funciona, però al igual que en les escenes descartades el joint m'ha donat problemes. No he pogut assignar-li una rigidesa màxima i el paquet anava rotant sense control al voltant del joint.

El que he fet doncs és crear el vehicle no tripular com un cos kinemàtic perquè no respongui a la gravetat. He posat la gravetat a zero inicialment fins a que es vol deixar caure el paquet. Llavors com que la capsa sí és un cos dinàmic cau quan es canvia la gravetat a -10 m/s^2 .

2.2.7 Escena 7 - Basquet

Aquesta escena té dos sensors en la cistella un a sobre de l'altre. D'aquesta forma, encara que s'apliquin forces successivament per a mirar de fer trampa i encistellar la pilota sense ver un tir parabòlic net, la escena no mostra el missatge de enhorabona.

Per a fer això he aniuats els dos listeners de contacte entre la pilota i els sensors de la cistella. Quan apliquem una velocitat nova encara que no reiniciem l'escena la pilota és mou i es pot encistellar, però cada vegada que apliquem la velocitat és deshabiliten els sensor fins que no és reinicia de nou.

2.2.8 Escena 8 - Canó

Primerament havia fet la estructura del canó amb un cos estàtic. Si feia servir però aquest sistema, les escenes no eren congruent amb les solucions que podíem trobar fent l'es equacions en paper i llapis, ja que la bola perdia velocitat al contactar amb el canó.

Per a solucionar-ho, en comptes de tenir un cos que fa de canó i que varia el angle, vaig aplicar la velocitat directament al projectil, però sense utilitzar canó. Llavors va sortir el problema de que la textura del canó no girava en no tenir cos associat. Així doncs, el que he fet és que es redibuixi el canó aplicant la mateixa fórmula que han de fer servir els alumnes en el exercici per a obtenir sempre l'angle correcte. A més això serveix com a paràmetre ver a ser visualitzat en la taula de sota de l'escena.

2.2.9 Escena 9 - Rampa

A la rampa volia poder afegir la funcionalitat per aplicar forces de fregament, però el fregament de Box2D no coincidia amb el de les equacions reals.

2.2.10 Escena 10 - Politja

El joint utilitzat de politja no està inclòs a Box2D així que l'he hagut de fer directament en codi.

2.3 Escenes descartades

Algunes de les escenes (que es mostren al vídeo adjunt amb la memòria) no són útils per a formular enunciats per a conformar un exercici de física "real".

2.5 Recursos emprats

Com a recursos a destacar a banda de editor de text, navegador, etc. destacaria l'ús de R.U.B.E per a editar les escenes. Aquest té un cost d'uns 20€ i facilita força la feina. Aquest editor exporta el món creat en format JSON que es fàcilment importat a Javascript. Trobo que és el millor editor per a Box2D amb diferència.

Tot i això és requereix força edició del codi Javascript per a carregar els paràmetres que volem i no sempre càrrega tot el que hem editat a R.U.B.E. i cal forçar-ho repetint el setter des de JS. A més a vegades la reproducció a la web difereix una mica de la del editor i cal retocar-ho.

Pel que fa a les textures, es poden editar i carregar amb l'editor però m'ha calgut refer les rotacions, escalatges i translacions des del codi un altre cop. Caldria millorar la llibreria que ve amb per a carregar els "world" fet amb R.U.B.E.

Un cop tot carregat ja podem treballar en el codi per a definir els comportaments de l'escena.

Per altra banda, també m'ha calgut adquirir el llibre de Javascript anotat a la bibliografia, ja que desconeixia per complet aquest llenguatge. A banda d'això no he hagut de fer cap més despesa, a banda del temps dedicat.

3. Conclusions

Les escenes donen lloc a moltes variacions en els enunciats. Les tres escenes de tirs parabòlics demostren que es poden fer moltes variacions d'un tipus de problemes. Malauradament no totes les escenes que podem trobar a un llibre de text són implementables degudament per a poder formular preguntes sobre elles.

Especialment he trobar problema al caviar al temari que inclou dinàmica. Això no vol dir que sigui impossible afegir les modificacions necessàries a Box2D, però crec que això seria una feina que va més enllà del temps del que he disposat.

Una cosa que canviaria en cas de seguir amb el projecte endavant seria el fitxer de càrrega que importa el world del JSON al Javascript. Això facilitaria realment la feina i es podrien crear noves escenes més ràpidament. Molts paràmetres de R.U.B.E són afegits com a paràmetres d'usuari i no com a paràmetres de Box2D. Milloraria doncs el loader per a facilitar la transició entre editor i codi. La aplicació de les textures en el codi a sigut especialment costosa.

Per altra banda, tenia els meus dubtes pel que fa al port a Javascript de Box2D però a resultat funcionar força bé.

4. Glossari

Escena: És el que a Box2D s'entén com a "world". Conté tots els objectes i paràmetres del que apareix al canvas.

Editor R.U.B.E: Editor d'escenes per a utilitzar a Box2D

Canvas: És un marc HTML5 que permet introduir imatges i actualitzar-les per a fer les animacions dins la web.

Cos estàtic: És un cos inamovible que normalment s'associa amb una massa infinita.

Cos dinàmic: Són cosos que es mouen deguat les forces i col·lisions dins de l'escena.

Cos kinemàtic: És un tipus de cos de Box2D que es pot moure però no és veu afectat per cap força o col·lisió.

Joint: Són les unions entre cosos. Ni ha de molts tipus per a simular punt de soldadura, cordes, molles, etc.

Textura: Són les imatges que es posen suplanten als objectes de Box2D en cada frame de l'animació.

5. Bibliografia

Llibres

Shelley Powers, "Learning JavaScript, 2nd Edition", O'Reilly Media, December 2008

Webs

box2dweb - Box2DFlash port to javascript - Google Project Hosting
["https://code.google.com/p/box2dweb/"](https://code.google.com/p/box2dweb/)

www.box2d.org/manual.html
["http://www.box2d.org/manual.html"](http://www.box2d.org/manual.html)

All Packages - Box2DFlash Documentation
["http://www.box2dfash.org/docs/2.1a/reference/"](http://www.box2dfash.org/docs/2.1a/reference/)

JavaScript Physics with Box2D - Part 1 - YouTube
["https://www.youtube.com/watch?v=tQRiuxJZ_d0&feature=c4-overview&list=UUyR7pHbcXgpGy1wgqInf3Wg"](https://www.youtube.com/watch?v=tQRiuxJZ_d0&feature=c4-overview&list=UUyR7pHbcXgpGy1wgqInf3Wg)

EaselJS | A Javascript library that makes working with the HTML5 Canvas element easy.
["http://www.createjs.com/#!/EaselJS"](http://www.createjs.com/#!/EaselJS)

Box2D Forums • View forum - Javascript
["http://box2d.org/forum/viewforum.php?f=22"](http://box2d.org/forum/viewforum.php?f=22)

Downloads - box2d - A 2D Physics Engine for Games - Google Project Hosting
["https://code.google.com/p/box2d/downloads/list"](https://code.google.com/p/box2d/downloads/list)

R.U.B.E Box2D editor - iforce2d
["https://www.iforce2d.net/rube/"](https://www.iforce2d.net/rube/)

Box2D - Emanuele Feronato
["http://www.emanueleferonato.com/category/box2d/"](http://www.emanueleferonato.com/category/box2d/)

R.U.B.E Box2D editor - iforce2d
["https://www.iforce2d.net/rube/#"](https://www.iforce2d.net/rube/#)

6. Annex

El funcionament de les escenes no requereix massa coneixement previ. De totes formes, tot el necessari està autocontingut en la mateixa web. Si falta informació a la web es perquè s'ha de respatllar amb el contingut del llibre de text de l'assignatura de física de 1º de Batxillerat.

El projecte consta de la memòria, el vídeo i la web. Dins de la carpeta “web” hi ha tot el codi i els recursos.

Dins la carpeta “assets” hi han les textures utilitzades.

A llibres trobem el codi de Box2D, el carregador de escenes exportades amb R.U.B.E., i la llibreria per al canvas HTML.

A la carpeta “RUBE Exports” hi ha el codi JSON amb els paràmetres de les escenes.

A la carpeta “scenes” hi ha cada escena en subcarpetes. Cadascuna inclou el codi Javascript de comportament de l'escena i el codi CSS i HTML de l'escena. Les escenes es poden veure fora de la web resultant si obrim el HTML que hi ha en la seva subcarpeta.

La resta es part de la web. Per veure la web final cal obrir el fitxer “index.html” de la carpeta “web”.