



# RajolesMat

Aplicació per treballar l'àlgebra amb  
rajoles algebraiques (algebra tiles)

Núria Capdevila Ribera

Enginyeria Tècnica d'Informàtica de Gestió

Consultors: Antonio Rodríguez Gutiérrez  
Carlos Sánchez Rosa

Gener 2016



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

## FITXA DEL TREBALL FINAL

<b>Títol del treball:</b>	<i>RajolesMat</i> <i>Aplicació per treballar l'àlgebra amb rajoles algebraiques (algebra tiles)</i>
<b>Nom de l'autor:</b>	<i>Núria Capdevila Ribera</i>
<b>Nom del consultor:</b>	<i>Antonio Rodríguez Gutiérrez</i> <i>Carlos Sánchez Rosa</i>
<b>Data de lliurament (mm/aaaa):</b>	<i>01/2016</i>
<b>Àrea del Treball Final:</b>	<i>Desenvolupament d'aplicacions per a dispositius mòbils HTML5</i>
<b>Titulació:</b>	<i>Enginyeria Tècnica d'Informàtica de Gestió</i>
<b>Resum del Treball (màxim 250 paraules):</b>	
<p>El present treball l'emmarquem dins de l'àrea de Desenvolupament d'aplicacions per a dispositius mòbils multiplataforma sobre HTML5.</p> <p>Es tracta d'una aplicació educativa per a treballar l'àlgebra d'una manera interactiva i manipulativa fent ús de rajoles algebraiques (algebra tiles). La representació geomètrica dels símbols algebraics mitjançant rajoles algebraiques facilita als alumnes la comprensió dels conceptes algebraics abstractes. S'adreça bàsicament a estudiants d'entre 12 i 13 anys que s'inicien en l'àlgebra.</p>	
<b>Abstract (in English, 250 words or less):</b>	
<p>This project is framed within the area of development of cross-platform applications for mobile devices with HTML5.</p> <p>It consists of an educational application for algebra working in an interactive and manipulative way using algebra tiles. The geometric representation of algebraic symbols using algebra tiles enhance students understanding of algebraic abstract concepts. The app is aimed at 12 and 13 years old students taking the first steps in algebra.</p>	
<b>Paraules clau (entre 4 i 8):</b>	
algebra tiles, educativa, matemàtiques, àlgebra, HTML5	

# Índex

Presentació.....	10
1. Introducció.....	11
1.1 Context i justificació del Treball.....	11
1.1.1 Les rajoles algebraïques.....	12
1.1.2 Justificació del treball.....	13
1.2 Objectius del Treball.....	15
1.2.1 Requeriments funcionals.....	15
1.2.2 Requeriments no funcionals.....	16
1.3 Enfocament i mètode seguit.....	16
1.4 Planificació del Treball.....	17
1.4.1 Recursos hardware.....	17
1.4.2 Recursos software.....	17
1.4.3 Planificació temporal.....	17
1.4.4 Riscos del projecte.....	20
1.5 Breu sumari de productes obtinguts.....	21
1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria.....	21
2. Disseny centrat en l'usuari.....	22
2.1. Usuaris i context d'ús.....	22
2.1.1 Justificació metodologies d'indagació.....	22
2.1.2 Plantejament.....	23
2.1.3 Desenvolupament i resultats.....	24
2.1.3.1 Usuari alumne.....	24
2.1.3.2 Usuari professor.....	25
2.1.4 Conclusions.....	26
2.1.5 Perfils d'usuari.....	27
2.2. Disseny conceptual.....	28
2.2.1 Escenaris d'ús i Persones.....	28

2.2.2 Fluxos d'interacció.....	32
2.3 Prototipatge.....	33
2.3.1 Sketches.....	33
2.3.2 Prototipus horitzontal d'alta fidelitat.....	34
2.4 Avaluació.....	37
3. Disseny tècnic.....	38
3.1 Definició dels casos d'ús.....	38
3.1.1 Diagrama de casos d'ús.....	38
3.1.2 Especificació textual dels casos d'ús.....	39
3.1.2.1 Cas d'ús Arrossegar rajoles a l'àrea de treball.....	39
3.1.2.2 Cas d'ús Desplaçar rajoles per l'àrea de treball.....	39
3.1.2.3 Cas d'ús Eliminar rajoles.....	40
3.1.2.4 Cas d'ús Eliminar parelles zero.....	40
3.1.2.5 Cas d'ús Girar rajoles 90°.....	41
3.1.2.6 Cas d'ús Canviar signe rajoles.....	41
3.1.2.7 Cas d'ús Entrar exercici.....	41
3.1.2.8 Cas d'ús Demanar nou exercici.....	42
3.1.2.9 Cas d'ús Escollir tipus exercici.....	42
3.1.2.10 Cas d'ús Netejar pantalla.....	43
3.1.2.11 Cas d'ús Accedir a l'ajuda.....	43
3.2 Disseny de l'arquitectura.....	44
3.2.1 Arquitectura física.....	44
3.2.2 Arquitectura lògica.....	44
3.2.2.1 Capa de presentació: HTML5, CSS3 i JQuery Mobile.....	44
3.2.2.2 Capa de lògica de negoci: jQuery i jQuery UI.....	45
3.2.2.3 PhoneGap i PhoneGap Build.....	45
4. Implementació.....	47
4.1 Desviacions respecte al prototipus.....	47
4.1.1 Flux d'interacció real.....	47

4.1.2	Popups no inclosos al prototipus.....	48
4.2	Arbre d'implementació.....	49
4.3	Pantalles.....	50
4.3.1	Index.html i pantalla_ajuda.html.....	50
4.3.2	Simplificar.html i Multiplicar.html.....	51
4.4	Javascript rajoles.js.....	52
4.4.1	Modelització dels polinomis.....	52
4.4.2	Esriptura dels polinomis per pantalla.....	53
4.4.3	Generació dels exercicis.....	53
4.4.4	Drag & drop.....	53
5.	Proves i testeig.....	55
5.1	Validadors de sintaxi i resultats.....	55
5.2	Proves en diferents dispositius físics i navegadors. Resultats.....	56
5.3	Proves unitàries.....	56
5.4	Proves d'integració.....	57
5.5	Resultats de la fase de proves i testeig.....	57
6.	Empaquetament i instal·lació de l'aplicació.....	58
7.	Manual d'usuari de l'aplicació.....	58
8.	Conclusions.....	59
8.1	Consecució dels objectius.....	59
8.2	Valoració personal.....	59
8.3	Línies obertes.....	60
	Bibliografia.....	61

## Índex d'imatges

Imatge 1: Rajoles algebraiques adquiribles al web: <a href="http://www.assessmentservices-edu.com/algebra-tiles.aspx">http://www.assessmentservices-edu.com/algebra-tiles.aspx</a> .....	11
Imatge 2: Rajoles algebraiques positives.....	12
Imatge 3: Rajoles algebraiques negatives.....	12
Imatge 4: Modelització d'un polinomi amb rajoles algebraiques.....	12
Imatge 5: Captura de pantalla en el moment en què l'applet valida que s'ha resolt correctament el producte d'un monomi per un binomi.....	13
Imatge 6: Captura de pantalla en el moment en què l'applet valida que s'han modelat els dos polinomis a sumar.....	13
Imatge 7: Captura de pantalla després d'arrossegat diverses rajoles a l'àrea de treball.....	13
Imatge 8: Captura de la pantalla preparada per resoldre una equació.....	13
Imatge 9: Icona de l'app.....	14
Imatge 10: Icona de l'app.....	14
Imatge 11: Icona de l'app.....	14
Imatge 12: Icona de l'app.....	14
Imatge 13: Metodologia àgil.....	16
Imatge 14: Desenvolupament de programari en cascada.....	16
Imatge 15: Prototipus: pantalla simplificar.....	34
Imatge 16: Prototipus: rajoles negatives.....	35
Imatge 17: Prototipus: hem passat al següent pas.....	35
Imatge 18: Prototipus: s'han eliminat parelles zero.....	35
Imatge 19: Prototipus: Escollir tipus exercici.....	35
Imatge 20: Prototipus: pantalla multiplicar.....	36
Imatge 21: Prototipus: col·locació de factors.....	36
Imatge 22: Prototipus: s'ha completat la multiplicació.....	36
Imatge 23: Un dels temes de l'Ajuda.....	36
Imatge 24: Temes de la pantalla Ajuda.....	36
Imatge 25: Capes del MVC.....	44
Imatge 26: MVC també proveeix relació entre capes.....	44
Imatge 27: Les UI layer serien les interfícies pròpies de cada dispositiu.....	45
Imatge 28: PhoneGap Build: servei de compilació en el núvol.....	46
Imatge 29: Flux d'interacció o estructura de navegació.....	47
Imatge 30: Captura de la pantalla de l'aplicació Phonegap d'escriptori. Ho observem el projecte RajolesMat en marxa.....	49
Imatge 31: Detall de les carpetes css i js.....	49
Imatge 32: Arbre de l'aplicació en l'editor Sublime Text 2.....	49
Imatge 33: Pantalla inicial de RajolesMat.....	50
Imatge 34: Codi a index.html, pàgina interna.....	50
Imatge 35: Codi a la pàgina externa pantalla_ajuda.html, enllaç a pàgina afegir.....	50
Imatge 36: Pantalla Multiplicar.....	51
Imatge 37: Pantalla Simplificar.....	51
Imatge 38: Ús de draggable().....	53
Imatge 39: Ús de droppable.....	53
Imatge 40: Resultat de la validació de rajoles.css.....	55
Imatge 41: Codi de rajoles.css validat.....	55
Imatge 42: En introduir codi de simplificar.html.....	55

Imatge 43: Resultat del test.....	55
Imatge 44: Entrada de valors a Simplificar.....	56
Imatge 45: Comprimim arxius del requadre vermell.....	58
Imatge 46: Phonegap Build ja ha compilat la nostra app.....	58



## Presentació

El present treball l'emmarquem dins dels desenvolupaments per a dispositius mòbils multiplataforma sobre HTML5.

El fet de poder crear una aplicació per a qualsevol tipus de mòbil (iOS, Android, Windows Phone) suposa per a mi tot un repte. Al llarg dels estudis d'ETIG he hagut de programar en diverses ocasions, però sempre ha estat d'una manera dirigida, en el sentit que se'ns donava què havia de fer el programa resultant o aplicació i, a més, es tenia la tasca molt pautada (determinades classes se'ns donaven fetes, se'ns deien quines havíem de crear,...). És en el TFC que som nosaltres que direm com volem que sigui el resultat final i serem nosaltres que partint de zero aconseguim l'objectiu!

L'aplicació que jo crearé serà una aplicació educativa per a treballar l'àlgebra d'una manera interactiva i manipulativa. Sóc professora de Secundària i Batxillerat en un escola concertada on actualment faig classes de matemàtiques i tecnologia industrial. M'agrada la meva feina, m'agrada la dimensió humana de ser escola i fer escola, i també m'agrada preparar les classes: m'interessa la manera d'ensenyar, la manera d'aprendre. Fins ara la meva feina i els meus estudis d'ETIG han anat per camins diferents, desenvolupar una aplicació per a mòbils educativa em permet situar-me en la intersecció d'una feina que m'apassiona i d'uns estudis que finalitzen.

# 1. Introducció

## 1.1 Context i justificació del Treball

Actualment en el sistema educatiu, l'àlgebra s'introdueix al nivell de 1r i 2n ESO. La iniciació a l'àlgebra segueix fent-se, majoritàriament, de la manera tradicional: d'una manera abstracta, sense mostrar la interrelació entre les matemàtiques i la realitat, utilitzant molt poc la geometria. L'experiència ha demostrat que l'àlgebra és una de les parts de les matemàtiques que més dificultat té pels alumnes. Per molts d'ells, el salt de l'aritmètica a l'abstracció de l'àlgebra és un salt insalvable, així repeteixen i repeteixen exercicis mecànics i rutinaris sense entendre'n el veritable significat, cosa que fa que al cap d'un temps encara demanin:  $x \cdot x$  és  $2x$  o bé  $x^2$ ?

L'àlgebra es considera la porta cap a estudis superiors. No podem permetre que alumnes fracassin en un tema tan important i necessari per Batxillerat, és per això que contínuament es fan estudis i treballs de recerca sobre l'àlgebra, la manera d'enfocar-la, reinventar-la. Així trobem que el grup Vilatzara de l'ICE de la UAB proposa reinventar-la a partir del context per donar cabuda a tots els alumnes sense excepció<sup>1</sup>. I n'hi ha que, sabent que les representacions visuals ajuden els estudiants a entendre conceptes abstractes algebraics, investiguen amb les rajoles algebraiques i les utilitzen per representar variables i constants en la resolució de problemes<sup>2</sup>.

Les rajoles algebraiques, en anglès, algebra tiles, és un material manipulatiu que permet als alumnes comprendre més bé l'àlgebra. Es tracta d'un material en què el símbols de l'àlgebra són interpretats geomètricament:  $x^2$  es representa com un quadrat de costat  $x$ ,  $x$  com un rectangle de costat  $x$  i  $1$  com un quadrat petit. El treball purament abstracte de sumar, restar, multiplicar expressions algebraiques, deixa de ser-ho en el moment que podem manipular, i és aquí on rau tot el seu potencial pedagògic: pas de l'abstracció al que és tangible, visualitzable. En la següent fotografia observem un joc de rajoles algebraiques que es pot comprar al web: <http://www.assessmentservices-edu.com/algebra-tiles.aspx>.



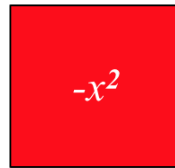
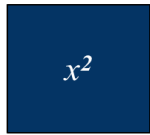
Imatge 1: Rajoles algebraiques adquiribles al web: <http://www.assessmentservices-edu.com/algebra-tiles.aspx>.

<sup>1</sup> [blogs.uab.cat/icematematiques/files/2012/08/algeb.pdf](http://blogs.uab.cat/icematematiques/files/2012/08/algeb.pdf) □

<sup>2</sup> <http://algebraicthinking.org/>

## 1.1.1 Les rajoles algebraiques

El material està format pels quadrats i rectangles següents<sup>3</sup>:



Imatge 3: Rajoles algebraiques positives

Imatge 2: Rajoles algebraiques negatives

Símbol de  $x^2$ : quadrat de costat  $x$  de color blau en la majoria dels casos.

Símbol de  $-x^2$ : quadrat de costat  $x$  de color vermell.

Símbol de  $x$ : rectangle de costat  $x$  i  $1$  de color verd en la majoria de casos.

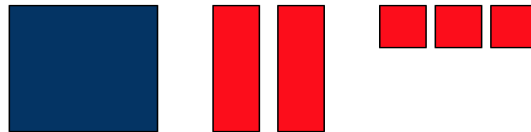
Símbol de  $-x$ : rectangle de costat  $x$  i  $1$  de color vermell.

Símbol de la unitat: quadrat de costat  $1$  de color groc.

Símbol de la unitat negativa: quadrat de costat  $1$  vermell.

Les rajoles ens representen polinomis, aquí tenim un exemple:

Imatge 4: Modelització d'un polinomi amb rajoles algebraiques.



Les rajoles algebraiques s'empren per a representar (entre altres coses):

- Sumar / restar / multiplicar / dividir nombres enters
- Identificar termes semblants
- Sumar / restar / multiplicar / dividir polinomis
- Factoritzar polinomis
- Resoldre equacions lineals

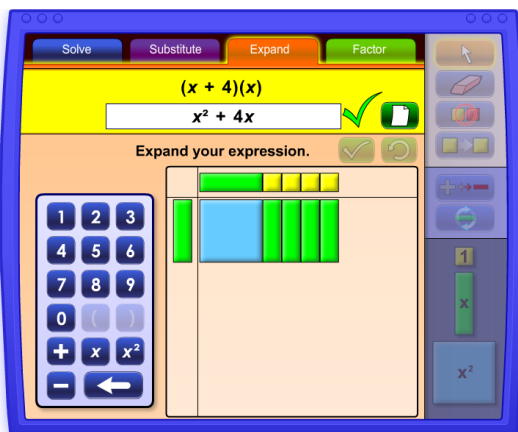
<sup>3</sup> Imatges d'aquest apartat extretes de la presentació Algebra Tiles Full Show que es pot descarregar des de: <http://mathsyear7.wikispaces.com/file/detail/Algebra%20Tiles%20Full%20Show.ppt>

## 1.1.2 Justificació del treball

Existeix la versió real (tangible) de les rajoles algebraiques. Com hem comentat, al web: <http://www.assessment-services-edu.com/algebra-tiles.aspx> es pot comprar el material. No hi ha distribuïdor d'algebra tiles a l'Estat Espanyol.

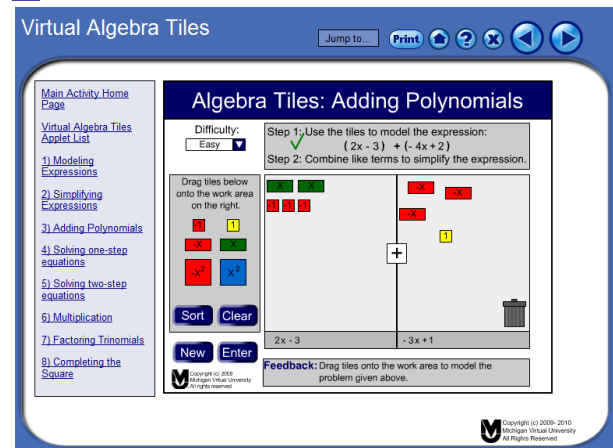
Existeixen també diverses webs amb applets de java per treballar amb rajoles algebraiques. Aquí en presentem algunes:

Web: Illuminations, resources for teaching maths  
<http://illuminations.nctm.org/ActivityDetail.aspx?ID=216>



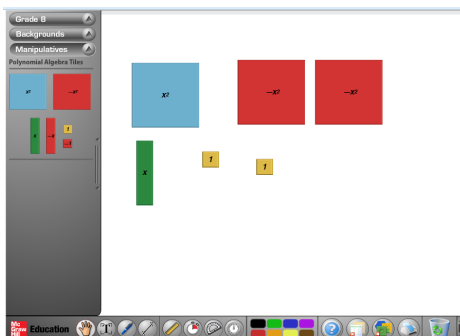
Imatge 5: Captura de pantalla en el moment en què l'applet valida que s'ha resolt correctament el producte d'un monomi per un binomi.

Web: Universitat Virtual de Michigan  
[http://media.mivu.org/mvu\\_pd/a4a/homework/index.html](http://media.mivu.org/mvu_pd/a4a/homework/index.html)



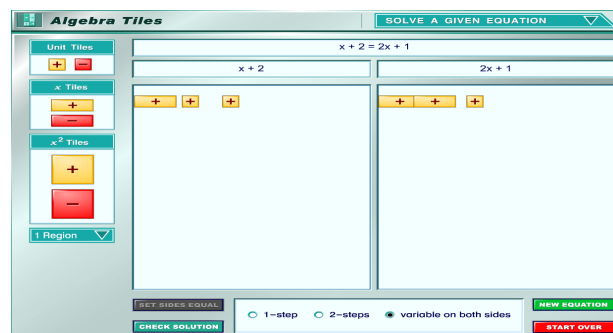
Imatge 6: Captura de pantalla en el moment en què l'applet valida que s'han modelat els dos polinomis a sumar.

Web: Glencoe Virtual Manipulatives  
[http://www.glencoe.com/sites/common\\_assets/mathematics/ebook\\_assets/vmf/VMF-Interface.htm](http://www.glencoe.com/sites/common_assets/mathematics/ebook_assets/vmf/VMF-Interface.htm)



Imatge 7: Captura de pantalla després d'arrossegar diverses rajoles a l'àrea de treball.

Web: HMH School  
[http://my.hrw.com/math06\\_07/nsmedia/tools/Algebra\\_Tiles/Algebra\\_Tiles.html](http://my.hrw.com/math06_07/nsmedia/tools/Algebra_Tiles/Algebra_Tiles.html)







Imatge 8: Captura de la pantalla preparada per resoldre una equació.

Tota la feina d'arrossegar les rajoles es realitza mitjançant el ratolí de l'ordinador. La idea del projecte ha estat: per què no passem aquests applets a aplicacions per a dispositius mòbils?

A qualsevol tipus de plataforma mòbil. Els adolescents acostumen a ser mandrosos, si els posem a l'abast una aplicació tàctil, tenim l'èxit assegurat!

Existeix aquest producte al mercat? Hem trobat quatre aplicacions per iPad:

<p>Algebra Tiles, Brainingcamp, LLC Versió 2.0.0 0.99 €</p>  <p><i>Imatge 9: Icona de l'app.</i></p>	<p>Punts forts: darrera versió 2.0.0 presenta una interfície totalment nova, en aquesta versió han ampliat les rajoles a la variable y, les rajoles poden canviar de tamany, és possible fer anotacions a l'àrea de treball, snapping que permet col·locar i alinear rajoles fàcilment, permet treballar molts aspectes del càlcul amb polinomis així com també equacions.</p> <p>Punts febles: és de pagament, compatible només amb iPad, requereix iOS 7.0 o posterior, només en anglès, no genera exercicis automàticament ni hi ha la possibilitat d'entrar un exercici a resoldre.</p>
<p>Algebra Tiles for factoring and solving, by Steve Rhine Versió 1.1</p>  <p><i>Imatge 10: Icona de l'app.</i></p>	<p>Punts forts: atractiva visualment. Gratuïta. Té una pàgina on explica funcionament No cal fer esforç d'arrossegar perquè les rajoles es posen al taulell quan fem «tap» en la pantalla. Genera els exercicis a resoldre.</p> <p>Punts febles: compatible només amb iPad, requereix iOS 6.0 o posterior. Pàgina d'explicació del funcionament no té cap imatge que ajudi a la comprensió, només en anglès, les rajoles no queden alineades en rectangles ni en els factors ni en la multiplicació. No hi ha la possibilitat d'entrar un exercici a resoldre. Poc feedback del que s'està fent.</p>
<p>Algebra Tiles, Visualize maths by Reese Mclean Versió 1.2 2.99 €</p>  <p><i>Imatge 11: Icona de l'app.</i></p>	<p>Punts forts: possibilitat de guardar els exercicis, rajoles amb variable x i y, possibilitat de canviar el color de les rajoles, equacions també són possibles.</p> <p>Punts febles: és de pagament, compatible només amb iPad, requereix iOS 6.0 o posterior, només en anglès, no té esborrador, les rajoles no estan rotulades. No genera exercicis automàticament ni hi ha la possibilitat d'entrar un exercici a resoldre.</p>
<p>Algebra Concepts for iPad by Ventura Educational Svstems Versió 2.0 \$1.99</p>  <p><i>Imatge 12: Icona de l'app.</i></p>	<p>Punts forts: atractiva visualment. Té algunes pàgines de resum de fórmules i conceptes matemàtics.</p> <p>Punts febles: és de pagament, compatible només amb iPad, requereix iOS 7.0 o posterior, només en anglès, les rajoles no estan rotulades. No genera exercicis automàticament ni hi ha la possibilitat d'entrar un exercici a resoldre.</p>

La dues primeres apps es pot dir que pràcticament ens ofereix tots els tipus d'exercici que ens ofereixen els applets de java que trobem al web, no passa així en la resta d'apps. Només la segona genera exercicis automàticament i xequeja que estiguin ben resolts. Es podria dir que les altres no deixen de ser una pissarra on arrossegar rajoles, molt atractiu i llaminer degut a la possibilitat de canviar colors de les rajoles o d'escriure a mà alçada sobre la pissarra taulell, però està clar que no dirigeix el treball de l'usuari en cap sentit, només la segona dóna feedback de la resolució de l'exercici.

No s'han trobat aplicacions similars per Android ni en cap altra plataforma, és sorprenent.

L'app que volem fer en aquest TFC pretén serà complementària de les existents ara al mercat i alhora ampliarà el que hi trobem en aquestes. Es pretén ajuntar el millor de les apps per mòbils amb el millor dels applets java dels webs. Així doncs que hem decidit adaptar el més complet de tots els applets als dispositius mòbils. Trobareu que s'assemblarà molt als applets de la Universitat virtual de Michigan, ens hi inspirarem, però no podrà oferir tot el que ofereixen aquests degut a la durada curta del projecte.

Les aportacions que farà seran:

- serà en català. Els alumnes estaran treballant les matemàtiques en la seva llengua materna o si més no, la llengua emprada a l'escola, no afegirem la dificultat de la llengua a la dificultat de les matemàtiques per elles mateixes<sup>4</sup>. Si anéssim bé de temps ampliaríem al castellà i l'anglès.
- serà una aplicació multiplataforma, ara mateix aquestes apps només estan disponibles per iPads.
- permetrà introduir un exercici, cosa que no hem trobat en cap de les quatre apps anteriors i sí en les aplicacions web (applets de java).
- escollir el grau de dificultat de l'exercici a practicar, tampoc ho hem trobat en les apps esmentades i sí el web de la Universitat Virtual de Michigan.
- ens guiarà en la resolució de l'exercici.

## 1.2 Objectius del Treball

L'objectiu principal d'aquest projecte és desenvolupar una aplicació educativa per a dispositius mòbils multiplataforma que permetrà el treball de l'àlgebra amb rajoles algebraïques (algebra tiles). Els dispositius seran tant els de mida mitjana, com iPads i tauletes, com els de mida més petita com iPhones, HTC's,...

Per a la consecució d'aquest gran objectiu, primer ens caldrà haver assolit els objectius següents:

- Conèixer les últimes tecnologies per a la creació d'aplicacions multiplataforma: HTML5, CSS3 i JavaScript.
- Conèixer els frameworks existents i escollir el que millor s'adapti a les necessitats del projecte.

Està clar que per a poder arribar a obtenir l'aplicació, seguirem els passos propis del desenvolupament de programari: anàlisi de requeriments, disseny tècnic, implementació i verificació.

### 1.2.1 Requeriments funcionals

L'aplicació ha de permetre a l'usuari practicar dos tipus d'exercici:

- Reducció de termes semblants.
- Producte de dos polinomis a escollir entre: producte de dos monomis, producte de monomi per binomi i producte de dos binomis.

Pel que fa als exercicis a practicar, hi haurà quatre funcionalitats:

- Generar l'exercici per part de la pròpia aplicació, escollint el nivell de dificultat.
- Entrar l'exercici per part de l'usuari. L'aplicació avaluarà la dificultat del mateix.
- Dur recompte dels exercicis iniciats i dels exercicis resolts (incorporada després de DCU).

---

<sup>4</sup> Entre altres articles que conclouen que les matemàtiques haurien de ser donades en la llengua materna i no pas en llengua estrangera trobem a [SciencDev.net](http://SciencDev.net), "*Don't teach maths and science in English*".

- Informar a l'usuari de quin punt de la resolució es troba i com ha de continuar.

Pel que fa al treball amb rajoles algebraiques:

- Generar rajoles algebraiques.
- Canviar el signe de la rajola .
- Canviar l'orientació de la rajola (de vertical i horitzontal i a la inversa).
- Canviar de lloc les rajoles en la zona de treball mitjançant drag and drop.
- Eliminar rajoles algebraiques de la zona de treball arrossegant-les cap a la paperera.
- Eliminar rajoles algebraiques de la zona de treball superposant dues rajoles de valors oposats (1 i -1,  $x$  i  $-x$ ,  $x^2$  i  $-x^2$ )
- Arreglar i ordenar les rajoles de la zona de treball.
- Escriure algebraicament el contingut de la zona de treball per part de l'aplicació.

### 1.2.2 Requeriments no funcionals

El fet que volem que la nostra app funcioni en dispositius de mida petita comporta que:

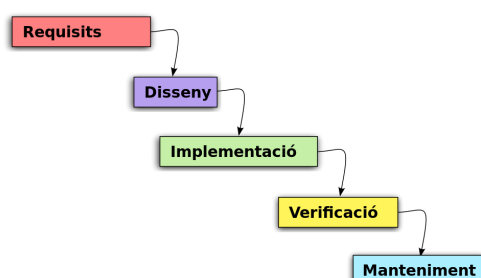
- Només tinguem a la pantalla les rajoles d'un signe, ens ocupen la meitat d'espai a la pantalla. Ja tindrem un funcionalitat que serà el canvi de signe.
- Les informacions als usuaris seran en forma de popups, es vol deixar el màxim d'espai per l'àrea de treball.

Pel fet d'estar destinada a un públic jove i amb la intenció de fer matemàtiques, no pas de jugar, caldrà:

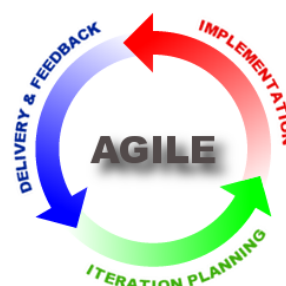
- Fer una interfície el més atractiva possible.
- Facilitat d'ús per tal que el temps d'aprenentatge a manejar-la sigui el mínim possible.

## 1.3 Enfocament i mètode seguit

En quant a la metodologia de desenvolupament de programari que seguirem, hem escollit la metodologia àgil enfront la metodologia en cascada tradicional. La metodologia en cascada no involucra l'usuari, es passa d'una fase a la següent sense poder tornar enrera. El nostre disseny és centrat en l'usuari, el tenim involucrat des del començament. Per altra banda rebrem feedbacks dels consultors en cada lliurament del treball, la manera de poder encabir aquestes feedbacks en el treball és amb un procés iteratiu com el proposat per la metodologia àgil. I per acabar, el fet que el temps de desenvolupament sigui fixe pot provocar canvis si surten imprevistos en la planificació que facin que no es pugui desenvolupar tot el que inicialment es desijava, canvis que metodologia en cascada no permet.



Imatge 14: Desenvolupament de programari en cascada



Imatge 13: Metodologia àgil

## 1.4 Planificació del Treball

### 1.4.1 Recursos hardware

Pel desenvolupament del projecte, s'utilitzarà:

Dispositiu	Característiques tècniques	Ús
MacBookPro	Processador: 2,6 GHZ Intel Core i5 Memòria 8 Gb RAM 1600 MHz DDR3 Sistema operatiu: OS X Yosemite versió 10.10.1	Disseny i desenvolupament de l'app.
Iphone 4	Processador: Apple A4 Memòria: 505 Mb RAM Sistema operatiu: iOS 7.1.2 Pantalla: 960x640 Connexió 3G /WiFi	Provar l'app en un dispositiu real
HTC One_M8	Processador: qualcomm Snapdragon 801 Memòria: 2 Gb RAM Sistema operatiu: Android 5.0.1 Pantalla: 1080x1920 Connexió 3G /WiFi	Provar l'app en un dispositiu real

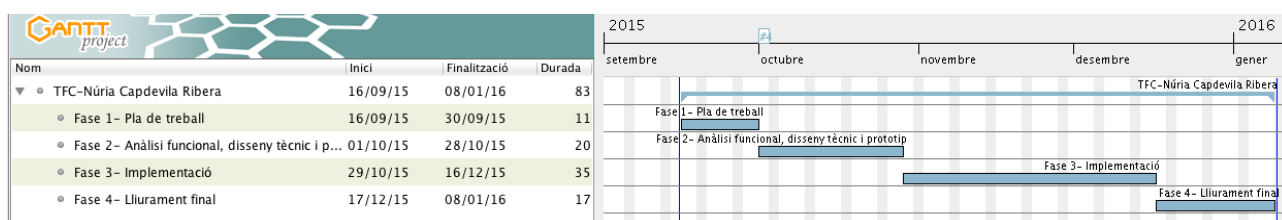
### 1.4.2 Recursos software

Pel que fa al software que emprarem pel desenvolupament de l'app i confecció de la memòria:

Programari	Ús
Sublime Text 2	Editor de codi HTML, javascript, CSS.
Phoneygap	Framework que permet executar aplicacions desenvolupades amb HTML, CSS i javascript com si fossin aplicacions natives per a telèfons mòbils i tauletes.
Google Chrome	Navegador web que usarem per provar l'app emprant l'emulador compatible Ripple.
GanttProject	Aplicació per a la confecció de diagrames de Gantt per a la organització i planificació de tasques.
LibreOffice Writer	Editor de text per redactar la memòria del treball.
MagicDraw UML	Eina pel disseny de diagrames.
Adobe Reader	Software per llegir i/o imprimir tota la part de recerca bibliogràfica.
QuickTimePlayer	Reproductor multimèdia per enregistrar vídeo de presentació del projecte.
iMovie	Editor de vídeo per Mac OS X.

### 1.4.3 Planificació temporal

El calendari general està marcat per les dates de lliurament de les diferents parts del projecte, he anomenat fases les diferents parts que s'han d'anar lliurant:





Per fer el recompte en hores de feina he escrit cada dia del projecte l'estona que potser dedicaria. No he pogut generalitzar el que passa una setmana perquè la feina que tinc a casa de l'escola (sóc profe) varia molt segons les setmanes. He vist que en promig setmanalment podria dedicar unes 10 hores,  $10 \text{ h} \cdot 16 \text{ setmanes} = 160 \text{ h}$ . Afegint a aquest nombre les hores de més que hi podré dedicar en ponts i vacances de nadal, i partiré que dispo de 240 hores per fer el projecte.

La distribució general prevista seria:

Fase 1: 20 hores a la fase 1 i 2 dedicaré menys temps perquè tinc una mica fet de fa dos anys, quan em vaig quedar aturada en la implementació de l'app degut a no funcionar drag&drop en el mòbil.

Fase 2: 20 hores

Fase 3: 140 hores, aquestes 100 hores que demanaria tota la implementació sé que no estaran fetes a dia 16 de desembre, a la pac3 es lliurarà el que es tingui i tocarà acabar-ho tot per vacances de nadal.

Fase 4: 60 hores

Detallem fase a fase:

	Inici	Fi	Nº hores
Fase 1: Pla de Treball	16/09/2015	30/09/2015	20h
Lectura dels mòdul didàctics suggerits a la pac1	16/09/2015	20/09/2015	3h
Comparar IDEs i escollir-ne	21/09/2015	22/09/2015	2h
Instal·lar IDE i Phonegap amb emulador	23/09/2015	25/09/2015	1h
Mirar memòries de l'arxiu UOC	26/09/2015	28/09/2015	3h
Estudi de mercat apps	26/09/2015	30/09/2015	2h
Redacció del Pla de Treball	28/09/2015	30/09/2015	9h
Lliurament del Pla de Treball	30/09/2015	30/09/2015	5'

L'especificació dels casos d'ús ja està feta, tan sols caldrà fer-ne la revisió així com del diagrama de casos d'ús. En aquí hem previst tenir la feina enllestida a dia 15 d'octubre de tal manera de poder començar amb la implementació abans d'haver lliurat la pac2.

	Inici	Fi	Nº hores
Fase 2: Anàlisi funcional, disseny	01/10/2015	28/09/2015	20h
Anàlisi funcional de requeriments	3/10/2015	5/09/2015	2h
Diagrama de casos d'ús	06/10/2015	07/10/2015	15'
Especificació dels casos d'ús	7/10/2015	07/10/2015	30'
Arquitectures	08/10/2015	08/10/2015	2h
Prototip (cerca de software inclosa)	05/10/2015	15/10/2015	15h
Lliurament del Disseny tècnic	28/10/2015	28/10/2015	5'

	Inici	Fi	Nº hores
Fase 3: Implementació	15/10/2015	16/12/2015	140h
De l'àrea de treball	15/10/2015	25/10/2015	10h
Rajoles algebraiques	26/10/2015	2/11/2015	10h
Suma de polinomis	3/11/2015	20/11/2015	45h
Entrada de polinomis	21/11/2015	26/11/2015	10h
Produte de polinomis	27/11/2015	15/12/2015	50h
Redacció de la pac3	10/10/2015	16/12/2015	10h
Lliurament pac3	16/12/2015	16/12/2015	5'

És difícil precisar en hores, en programació passa sovint que t'encalles i perds hores i hores i potser en una altra ocasió se n'avança molt més.

	Inici	Fi	Nº hores
Fase 4: Lliurament final	17/12/2015	28/01/2016	60h
Proves	20/12/2015	1/1/2016	20h
Avaluació, redacció	1/1/2016	3/1/2016	10h
Formació edició vídeo	2/1/2016	4/1/2016	10h
Confecció presentació	5/1/2016	7/1/2016	5h
Gravar i editar vídeo	7/1/2016	7/1/2016	10h
Lliurament final	8/1/2015	8/1/2016	5'

## 1.4.4 Riscos del projecte

No podem donar per acabat el nostre pla de treball sense fer referència als riscos del projecte. Recollir tots els possibles riscos, valorar-ne la probabilitat d'aparició, l'impacte en el desenvolupament del projecte és una tasca important a fer durant la planificació del projecte. El fet d'avançar-nos a les possibles eventualitats que ens puguem trobar i tenir planificades accions per a dur a terme en cas que succeeixin ens durà la tranquil·litat de saber com hem d'actuar i que no caldrà retocar tot el pla de treball per aquell motiu.

Risc	Descripció	Probabilitat d'aparició	Impacte	Accions a dur a terme
<b>Coneixements del llenguatge HTML5, javascript i css minsos i rovellats.</b>	En fer temps que no treballa amb aquests llenguatges fa que el poc que sabia estigui obliat, quasibé cal tornar a començar de zero; el temps d'implementació del projecte serà gran.	Segur	Crític	- Cerca de tutorials d'HTML5 a la xarxa i a la biblioteca municipal, vídeos,... -Començar a refrescar memòria i aprendre molt més des de l'inici del projecte.
<b>Manca de coneixements de Phonegap.</b>	La manca de coneixements de com provar i passar l'aplicació de l'IDE de desenvolupament al dispositiu mòbil.	Segur	Alt	-Cerca de tutorials i de vídeos que guiïn en aquest aspecte.
<b>Malaltia de desenvolupador</b>	Refredats i gripes, febre i congestió nasal elevada són freqüents durant curs escolar.	Baixa	Baix	-En cas de febre aprofitar els moments en què febre baixi per treballar.
<b>Malaltia dels fills del desenvolupador</b>	Els fills petits es posen sovint malalts durant el curs escolar, angines i otitis fan que a les nits es despertin sovint, cosa que impedeix el descans del desenvolupador, manca d'hores de son que caldrà recuperar en algun moment.	Alta	Mitjà	-Demandar al pare dels fills que sigui ell el que s'aixequi del llit per atendre els fills.
<b>Entretenir-me més del compte a cada pas</b>	Sóc una persona molt perfeccionista, abans de fer qualsevol cosa consulto de múltiples fonts, vull tenir tota la informació per després elaborar la meua. Això em fa una persona lenta i que no va per feina.	Alta	Alt	Difícil quan fa més de 40 anys que sóc així. S'intentarà marcant-me horari fixat per fer una determinada tasca.
<b>Pics de feina</b>	Els que ens dediquem a l'ensenyament sabem que hi ha unes dates en què el volum de feina augmenta considerablement, els finals de trimestres en són una mostra: preparar i corregir exàmens, assistir a les avaluacions, comentar informes dels alumnes,...	Segur	Crític	-- En la mesura que sigui possible no preparar exàmens nous i aprofitar el de cursos anteriors. - En cas d'haver de fer exàmens nous, tenir en compte que siguin de molt fàcil correcció. -En les assignatures en què som és d'un company, demanar que siguin ells els que preparin els exàmens.
<b>Conciliació familiar durant les festes de Nadal</b>	És clar que hi ha moments de les vacances de Nadal per estar en família, comprar regals, fer dinars (malauradament no tenim àvies). Això es compensarà amb el fet de tenir vacances de Nadal.	Segur	Baix	-Cuinar menjars senzills que no comportin moltes hores a la cuina. -Comprar regals sense mirar a totes les botigues. Delegar part de la feina al marit.

## 1.5 Breu sumari de productes obtinguts

En finalitzar el termini assignat al projecte, tindrem:

- el producte final, és l'app desenvolupada i en l'escriptori del nostre dispositiu mòbil.
- una memòria on quedi recollit tot el projecte tècnic de principi a fi (problema a resoldre, context, estudi de mercat, plantejament de solució, objectius, requeriments funcionals i no funcionals, mètode seguit, recursos necessaris, planificació temporal, anàlisi i disseny, implementació, proves i testeig, avaluació, possibles millores).
- una presentació que resumeix els aspectes més rellevants del desenvolupament i on es mostra el funcionament de l'app.

## 1.6 Breu descripció dels altres capítols de la memòria

En el següent capítol veurem la segona fase del desenvolupament de programari: **l'anàlisi i el disseny conceptual**. El disseny serà centrat en l'usuari, explicarem detalladament com s'ha dut a terme, els perfils d'usuari, els escenaris i contextos d'ús. En aquí s'analitzen amb més profunditat els requeriments que havíem introduït en el primer capítol. En funció de la finalitat de l'aplicació, els usuaris a qui va dirigida, els mitjans tècnics necessaris i tenint en compte possibles limitacions, es podrà acotar molt bé l'abast de l'aplicació. Les pantalles del prototip de l'app seran el darrer punt del segon capítol.

Seguidament es procedirà al disseny tècnic de l'aplicació. La confecció del diagrama de casos d'ús i l'especificació textual dels casos d'ús identificats, així com el disseny de l'arquitectura formen part d'aquest tercer capítol.

Quart capítol: implementació. S'explicaran les parts més essencials del codi, així com també les decisions, les dificultats trobades i com s'han resolt.

Cinquè: testeig i avaluació. Es planificaran proves a realitzar, es duran a terme i s'avaluaran.

S'acabarà el treball amb les conclusions, avaluant el grau d'assoliment dels objectius plantejats i proposant millores de l'app.

## 2. Disseny centrat en l'usuari

Es pretén desenvolupar una app educativa per comprendre l'àlgebra bàsica, fer més tangible el que és tan abstracte pels alumne de la Secundària. Si des del primer moment que comencem el projecte tenim en compte l'usuari final de l'aplicació: qui és ? Què fa? Com ho fa? On? Quan? Per què?, garantirem que el producte final satisfà les seves necessitats, l'usuari el troba útil i usable. Aquesta és la manera de procedir del que s'anomena Disseny centrat en l'usuari.

Així doncs, iniciem aquest capítol identificant els usuaris del nostre producte. Com a usuaris principals de la nostra aplicació tenim dos:

- **l'usuari alumne:** és l'usuari que farà servir l'aplicació per entendre els conceptes algebraics, practicar exercicis. Creiem que en pràcticament la totalitat dels casos serà un professor qui li mostrarà l'app i el que ha de fer.
- **l'usuari professor.** És l'encarregat de dirigir la feina que faran els alumnes, d'indicar-los què han de fer, com, supervisar la seva feina.

### 2.1. Usuaris i context d'ús

#### 2.1.1 Justificació metodologies d'indagació

Una vegada identificats els nostres principals usuaris, ens cal conèixer les seves característiques necessitats, objectius, contextos d'ús. De les diferents metodologies d'indagació, descartem:

Metodologies descartades	Justificació
Enquestes	<ul style="list-style-type: none"><li>- Poca disponibilitat de temps. En tractar-se d'una tècnica quantitativa, s'exigeix un estudi rigorós que demana una bona planificació i execució: escollir una mostra representativa (heterogènia i amb volum suficient), redactar enquesta, passar-la, tractament de dades i avaluació de resultats. Tot això demana temps del qual no disposem.</li><li>- Dificultat en què la formulació de les preguntes. En tractar-se d'un tema que s'escapa de la quotidianitat de l'usuari, tant pel que fa a l'usuari alumne com pel que fa a l'usuari professor (molts professors no saben ni que són les rajoles algebraiques), és difícil poder preguntar aspectes del producte que volem dissenyar.</li></ul>
Logging	<ul style="list-style-type: none"><li>- No tenim el producte a punt per fer-ne un monitoratge informàtic.</li></ul>
Dinàmiques de grup	<ul style="list-style-type: none"><li>- Impliquen de 6 a 8 persones. És difícil tenir a la meua disposició un grup tan gran d'usuaris professors que puguin i vulguin dedicar temps al meu projecte.</li><li>- No recull el que pensa i creu cada individualitat.</li><li>- Poca profunditat en comparació amb una entrevista.</li><li>- Poca disponibilitat de temps de les persones implicades.</li></ul>

Escollim l'**anàlisi competitiva**. El producte que volem dur al mercat és una adaptació d'un existent al mercat com a applet de java: [http://media.mivu.org/mvu\\_pd/a4a/homework/applets\\_expressions.html](http://media.mivu.org/mvu_pd/a4a/homework/applets_expressions.html) de la Michigan Virtual University. També existeixen apps similars per iPad. Observar als usuaris com interactuen amb aquests productes ja existents ens permetrà saber quins elements funcionen, quines funcionalitats no s'utilitzen,... Per a les posteriors etapes de disseny, l'anàlisi competitiva ens permetrà analitzar la manera com s'ha resolt el disseny de la interfície, l'arquitectura de la informació,...

Metodologia escollida	Tipus d'usuari	Metodologia	Justificació
Anàlisi competitiva	Alumne	Observació Investigació contextual	- Veurem les dificultats en què es troben, la usabilitat de l'aplicació. - Ens permetrà conèixer les funcionalitats més usades.
	Professor	Entrevista en profunditat	- Es treballa amb mostra petita. - No es busca representativitat, és més senzill escollir persones a entrevistar. - No cerca quantificar sinó entendre i conèixer necessitats reals dels usuaris. - No exigeix una superpreparació anterior a l'entrevista, no cal guió previ concret.

Pel que fa a l'ús del mòbil entre adolescents, usuaris majoritaris del nostre producte, sí que farem ús d'estudis que trobem a la xarxa (Institut Nacional d'Estadística, Generalitat de Catalunya,...).

### 2.1.2 Plantejament

El següents quadres recullen el plantejament de les observacions i les entrevistes amb profunditat.

Usuari: alumne.	
Metodologia: Anàlisi competitiva. Observació i investigació contextual.	
Alumnes	S'observarà treballant un alumne de nivell de matemàtiques de reforç, un de nivell mitjà i una de nivell d'ampliació del primer cicle de l'Educació Secundària.
En què consistirà?	Es demanarà als alumnes que modelin una operació algebraica amb l'ordinador i seguidament la resolguin. Es farà la mateixa operació amb l'app en l'Ipad. S'observarà com realitzen tot el procediment. Es prendrà nota de l'ús de les funcionalitats de l'aplicació, dificultats trobades, agilitat, intuïció,...
Lloc	Aula de l'escola.

Material	- Ordinador amb connexió a Internet. Web: Universitat Virtual de Michigan <a href="http://media.mivu.org/mvu_pd/a4a/homework/index.html">http://media.mivu.org/mvu_pd/a4a/homework/index.html</a> - Ipad amb app instal·lades.
----------	---

Usuari: professor.	
Metodologia: Anàlisi competitiva. Entrevista en profunditat.	
Professors	S'entrevistarà a un professor de matemàtiques de la Secundària amb experiència de classe i en l'ús de les noves tecnologies aplicades a l'aula.
En què consistirà?	Partint dels productes de mercat existents a la xarxa i en apps per iPad, es discutiran punts forts i febles de cadascun, necessitats, què demanarien a un producte similar nou,...
Lloc	Aula de l'escola.
Material	- Ordinador amb connexió a Internet, amb totes els applets estudiats en l'estudi dels productes existents (veure apartat corresponent de la memòria). - Ipad amb apps instal·lades.

Pel que fa als estudis que farem servir per conèixer dades sobre l'ús del mòbil i tauletes entre la població, majoritàriament ens fixarem en adolescents d'entre 12 i 16 anys. Hem treballat sobre:

- Encuesta sobre Equipamiento y Uso de Tecnologías de Información y Comunicación en los Hogares. Año 2015. <http://www.ine.es/prensa/np933.pdf>

- “Menores de Edad y Conectividad Móvil en España: Tablets y Smartphones”, enero 2014, p. 3. Document elaborat per l'Asociación española Protégeles, publicat al seu lloc web:

[http://www.diainternetsegura.es/descargas/estudio\\_movil\\_smartphones\\_tablets\\_v2c.pdf](http://www.diainternetsegura.es/descargas/estudio_movil_smartphones_tablets_v2c.pdf) (Última consulta 28 de mayo de 2015).

- «Les tecnologies mòbils als centres educatius», document aprovat pel Ple del Consell Escolar de Catalunya el 4 de març de 2015. Es pot descarregar a:

[http://mschools.mobileworldcapital.com/wp-content/uploads/2015/02/ConsellCat\\_Doc1-15\\_Tecnologies\\_mobils.pdf](http://mschools.mobileworldcapital.com/wp-content/uploads/2015/02/ConsellCat_Doc1-15_Tecnologies_mobils.pdf)

## 2.1.3 Desenvolupament i resultats

### 2.1.3.1 Usuari alumne

En el transcurs d'una classe del grup de reforç de 2<sup>n</sup> d'ESO de l'Escola Pia Sabadell, s'ha demanat a una alumna que faci una suma de polinomis amb l'aplicació web i amb l'app de l'iPad.

Durant una hora del pati, s'ha fet el mateix exercici a dos alumnes del grup gran de matemàtiques, un de nivell d'ampliació (noi) i un de nivell mitjà (noia).

Aquests són els resultats resumits:

Alumne del grup de reforç: hem començat amb l'app. Moltes dificultats per saber què se li demanava, posava rajoles a l'àrea de treball sense entendre què representaven, no veia la relació entre el polinomi i les rajoles. Hem fet un exercici amb ella, després li hem dit «ara tu sola», ha començat bé, després de 5 minuts ho havia esborrat tot i no tenia encara el polinomi a l'àrea de treball. Clarament són dificultats en les matemàtiques i no en l'usabilitat de l'app. Jugar amb els retoladors de l'app dibuixant coses sobre la pantalla li ha encantat. Degut a l'estona dedicada a l'app, no hem tingut temps de provar amb l'applet de la web.

Alumne de nivell mitjà: després d'explicar-li com es modelava la suma, ha estat capaç de realitzar-la tota sola, trigant força estona. S'ha entretingut a provar la paperera, el gir de rajoles, el canvi de color. L'ha motivat molt més l'app que no pas l'applet, el fet de treballar amb els dits i no amb el ratolí fa que sigui molt més atractiu.

Alumne de nivell d'ampliació: no té cap mena de dificultat en modelar la suma de polinomis i resoldre-la. En l'applet de seguida ha anat a canviar el nivell de dificultat, volia veure si se'n sortia tan fàcilment amb el de nivell més alt. Troba a faltar un rellotge que li marqui el temps de resolució de l'exercici, li agradaria saber que és més ràpid que altres companys.

### 2.1.3.2 Usuari professor

Inicialment es volia mantenir una entrevista amb dues professores del Departament de Matemàtiques de l'Escola Pia Sabadell. Finalment només s'ha dut a terme una entrevista amb la professora de matemàtiques Núria Alot Fornals, arquitecte, amb 6 anys d'experiència ensenyant matemàtiques. Fa ús de les noves tecnologies durant les classes i en l'aula d'informàtica. Treballant amb grups reduïts de reforç, dedica una hora setmanal a fer matemàtiques amb aplicacions web.

A dia 13 d'octubre de 2015, de 18:00 a 18:40h, tenim xerrada amb applets i iPad al davant. En resum, les coses que van sortir van ser:

- L'applet de la Universitat Virtual de Michigan, [http://media.mivu.org/mvu\\_pd/a4a/homework/index.html](http://media.mivu.org/mvu_pd/a4a/homework/index.html), és molt complet, hi ha tota mena d'operacions per practicar. La interfície no és molt atractiva. Paperera està molt bé. Diferents nivells de dificultat ajuda al tractament de la diversitat d'alumnes. Posar tot el que hi ha en aquest applet en una pantalla de mòbil és difícil, caldrà simplificar molt.
- L'applet de <http://illuminations.nctm.org/ActivityDetail.aspx?ID=216> molt bé, molt atractius els colors, la barra lateral amb totes les funcionalitats també molt bé. Els botons girar rajoles, la goma d'esborrar estan bé. Costa saber què has de fer.
- L'app del Braining Camp, Algebra Tiles, disposa de retoladors per escriure lliurement per la pantalla. Aquesta funcionalitat no és útil, seria una font de distracció pels alumnes que es posarien a dibuixar per la pantalla i no farien el que toca. No creu necessària tampoc la funcionalitat del canvi de color de les rajoles algebraiques, fóra millor mantenir



els colors estàndard de les rajoles per no confondre els alumnes.

- Hi ha una mancança en tots els applets i l'app, és que no tenim res que ens indiqui què ha fet l'alumne, quants exercicis ha practicat, quants ha resolt correctament, de quin nivell de dificultat els ha realitzat. La Núria està molt acostumada a treballar amb [www.thatquiz.org](http://www.thatquiz.org), aquesta web permet als alumnes practicar una gran varietat de temes matemàtics a través de tests, sempre amb el feedback de quants exercicis s'han fet i quant encerts. Thatquiz també permet registrar-se com a professor, les funcionalitats són potents: editar classes d'alumnes, assignar-los test per fer, editar tests per passar-los als alumnes, accedir a un repositori de proves fetes per altres professors, editar proves fetes per altres professors, veure els resultats que els alumnes han tret en els tests,... Sabem que això no tindrem el temps d'implementar-ho en la nostra app però està bé que la Núria ens proposi millores futures. Una funcionalitat que sí que ens veiem en cor d'implementar és una que vagi informant dels exercicis fets i els completats correctament.

- Com a mare de dos fills, pensa en altres pares que ajuden els fills a fer els deures, pensa que una ajuda en l'app per explicar quatre coses bàsiques de l'aplicació hi hauria de ser.

### 2.1.4 Conclusions

Pel que fa a l'usuari adolescent, tots sabem com estan d'avesats a tota mena de dispositius mòbils, per ells no suposa cap esforç veure com funciona l'aplicació en quant a moviment de rajoles, girs, navegació per les pantalles. Ara bé, sí que els costa més saber què han de fer a nivell matemàtic, és per això que caldrà que els exercicis estiguin mínimament guiats per part de l'aplicació.

Pel que fa a l'usuari professor, descartem tot allò que pugui distreure l'alumne del que és la resolució de l'exercici pròpiament dita: canvi de color de rajoles, retoladors per poder escriure i dibuixar per la pantalla,... Fóra bo que l'app disposés d'un registre del nombre d'exercicis practicats i el nombre d'exercicis completats correctament. Seria ideal que hi hagués entrada com a alumne i entrada com a professor i s'implementessin tota mena de funcionalitats de seguiment de l'alumne.

Pares d'aquests adolescents, adults que estiguin estudiant per treure el títol de la Secundària, també poden usar l'aplicació, per a ells estaria bé que l'aplicació disposés d'alguna mena d'ajuda.

A tall de conclusió, tenim:

1. Cal que l'aplicació detalli els passos a seguir en la resolució dels exercicis.
2. Cal que l'aplicació sigui de fàcil navegació, intuïtiva, ràpida i àgil.
3. Els usuaris adolescents necessiten una interfície atractiva que els motivi a treballar.
4. Als usuaris de més edat els aniria molt bé que l'aplicació disposés d'una Ajuda on recórrer si no saben com es realitzen determinats processos lligats directament amb la manipulació tàctil de rajoles.
5. S'intentarà que en la primera versió de l'app s'informi del nombre d'exercicis completats correctament.
6. En versions futures estaria bé registrar-se a l'entrada com a alumne o com a professor i tenir una plataforma semblant a la de ThatQuiz.

Pel que fa a la lectura dels articles esmentats en l'apartat 1.2, destaquem que l'increment de l'ús dels mòbils entr els adolescents és una realitat inqüestionable. Enquesta 2014 de l'INE afirma que als 15 anys els 90 % del adolescents tenen mòbil, hi ha indicis d'un augment accelerat d'aquest percentatge. A la vista d'aquests resultats, el Consell Escolar de Catalunya manifesta que el potencial educatiu de la tecnologia creix contínuament. Això ens fa pensar en la relativa facilitat en què la nostra app pot arribar al públic majoritari, adolescents a l'escola, i en la necessitat de fer un producte el més portable i usable possible per garantir-ne l'èxit.

## 2.1.5 Perfils d'usuari

Un cop acabada la fase d'indagació, amb la informació obtinguda, recollim per als perfils d'usuari alumne i professor les seves característiques, els contextos d'ús, les tasques i les característiques de la interfície de la nostra aplicació.

Perfil d'usuari: Alumne que estudia matemàtiques (nombre enters i àlgebra bàsica).	
Característiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Majoritàriament adolescents d'entre 12 i 16 anys, que cursen l'Educació Secundària Obligatòria, i en menor nombre, adolescents 16-18 anys que no han superat l'ESO i segueixen PFI (programes de formació i inserció). També en petit percentatge, considerem alumnes persones d'entre 18-65 anys que aprenen matemàtiques en una escola d'adults.</li> <li>- Un percentatge alt disposen d'un mòbil per a ús personal amb connexió a Internet, molts d'ells a casa disposen d'una tablet per ús compartit de la família.</li> <li>- Utilitzen el mòbil a diari, n'hi ha que en són addictes.</li> </ul>
Contextos d'ús	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilitzaran l'app a l'escola, en una acadèmia de repàs, a casa, biblioteca.</li> <li>- En el transcurs d'una classe, o bé mentre fan deures o estudien.</li> <li>- Envoltat dels seus companys de classe i professor, o bé sol, o bé acompanyat de pares.</li> </ul>
Anàlisi de tasques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Practicar exercicis generats per l'aplicació.</li> <li>- Practicar exercicis donats pel professor.</li> <li>- Practicar incrementant nivell dels exercicis.</li> <li>- Practicar reducció termes semblants, producte polinomis (si fos possible equacions,...)</li> <li>- Corregir la feina que es va fent pas a pas.</li> </ul>
Característiques interfície	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facilitat d'ús, app intuïtiva (les matemàtiques ja suposen una dificultat de per sí, no es vol afegir dificultat en l'ús de l'app).</li> <li>- Escollir diferents tipus d'exercicis.</li> <li>- Generar exercicis.</li> <li>- Nivells de dificultats diferents.</li> <li>- Correcció pas a pas de la resolució dels exercicis.</li> </ul>

Perfil d'usuari: Professor	
Característiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Professors/es de matemàtiques centre públics i concertats, d'ESO, PFI, escoles d'adults, acadèmies de repàs,... amb certes inquietuds per innovar, usar noves tecnologies, interessats en la didàctica de les matemàtiques, que van més enllà d'explicar l'àlgebra de manera tradicional.</li> <li>- Percentatge altíssim amb mòbil d'ús personal, alguns disposen de tauletes personals, d'altres de tauletes que seus centre educatiu els han proporcionat.</li> <li>- Acostumats a l'ús de tecnologies mòbils i amb experiència amb aplicacions web educatives.</li> </ul>
Contexts d'ús	<ul style="list-style-type: none"> <li>- A escola, casa, biblioteca, tren,...</li> <li>- Moments de treball personal preparant sessions per treballar amb els alumnes.</li> <li>- Envoltat d'altres professors, de la família, passatgers del transport públic, o bé sol.</li> </ul>
Anàlisi de tasques	No hi ha tasques específiques de professor. El professor ha de conèixer bé el que pot fer l'app per tal de dirigir l'alumnat en el seu procés d'aprenentatge. Inicialment li caldrà experimentar amb totes les funcionalitats de l'app, una vegada se les conegui dissenyarà activitats d'aprenentatge pel seu alumnat.
Característiques interfície	Mateixes que les de l'alumne. L'aplicació no disposarà de diferent tipologia d'usuari, hi haurà una sola interfície. El paper del professor serà de dirigir tasques de l'alumne.

## 2.2. Disseny conceptual

En un primer punt descrivim els principals escenaris d'ús que ens permetran determinar necessitats dels usuaris i de disseny. Aquests ens ajudaran a conceptualitzar l'estructura de l'aplicació i els fluxos d'interacció que trobareu al segon apartat.

### 2.2.1 Escenaris d'ús i Persones

Ens ha semblat interessant i útil la generació de fitxes d'escenaris i persones a la vegada, com es suggereix al mòdul 1 dels materials de la UOC «Usuaris i sistemes interactius». Hem ideat 4 escenaris d'ús corresponents a tres perfils d'usuari alumne i un perfil d'usuari professor. En la descripció dels escenaris d'ús hem descrit el perfil d'usuari, el context en què es troba, els objectius que té, les tasques que duu a terme, la informació que necessita, les funcionalitats que necessita, i les característiques emocionals de la persona en interactuar amb l'aplicació. Breument hem escollit:

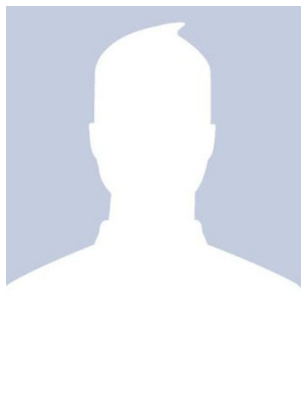
Roger, estudiant 2<sup>n</sup> ESO nivell ampliació, escenari d'ús: a classe de matemàtiques, primer dia d'ús, ja té l'app instal·lada.

Alèxia, estudiant grup reforç 2<sup>n</sup> ESO, escenari d'ús: a classe de matemàtiques, multiplicacions.

Xavi, estudiant escola adults, escenari d'ús: a casa fent deures.

Estefania, professora de matemàtiques, escenari d'ús: preparació d'una classe amb l'app per 1r ESO.

Aquí les seves fitxes<sup>5</sup>:

 <p>Nom: Roger Edat: 13 anys Estudiant de 2<sup>n</sup> ESO a en una escola concertada de Rubí. Viu a Rubí.</p>	<p>Descripció de la persona:</p> <p>El Roger és el gran de tres germans.</p> <p>Sempre ha tingut facilitat per les matemàtiques, de seguida les capta i acaba ràpid les tasques, és per això que sovint s'avorrex a classe quan es repeteixen les coses massa vegades. Poques vegades s'enduu deures a casa perquè els ha enllestit a classe. Li cal estudiar poc pels exàmens de mates perquè ja ho sap fer tot.</p> <p>A classe de mates sovint treballen en grups, ell prefereix els grups homogenis de nivell, en què li toca treballar amb companys de nivell d'ampliació, tots són ràpids i quan acaben feina comuna els donen reptes que els motiven a superar-se.</p> <p>La competició amb companys de classe també li agrada, és capaç d'acabar les feins abans que l'Albert?</p> <p>Té un mòbil d'ús personal, Samsung Galaxy S3mini, que fa servir bàsicament per comunicar-se amb els seus amics, jugar i instagram. A casa comparteixen una tauleta, una Sony Xperia Tablet S, l'ús que en fa el Roger és jugar.</p>
<p>Descripció de l'escenari</p> <p>Avui és dimarts, 9:15h, esperant a classe que arribi professora de matemàtiques. El Roger i els seus companys estan molt emocionats perquè és el primer dia que faran ús del mòbil o tauleta a la classe de matemàtiques. A casa s'ha descarregat l'app que li ha dit la professora, ha interactuat una mica amb ella, ha jugat a arrossegar rajoles per l'àrea de treball, tirar-les a la paperera, li ha fet gràcia que la tapadora s'obris i es tanqués. Fer mates jugant amb la tauleta, enlloc d'escoltar deu vegades el mateix rotllo és molt estimulante.</p> <p>Quan la professora arriba els dona el guió a seguir (en la darrera sessió ja els va mostrar una mica l'aplicació projectant un vídeo en què s'interactua amb l'aplicació), no hi ha temps per perdre. La primera part de la sessió és per familiaritzar-se amb l'entorn, conèixer la interfície, arrossegar rajoles, fer parelles zero,... Segona part de la sessió hauran de practicar amb els exercicis generats per l'aplicació, començaran pel nivell senzill i quan completin 3 exercicis ben resolts, podran pujar de nivell. Al final de la classe se'ls donarà un temps limitat de 5 minuts per a veure quants exercicis de nivells diversos són capaços de</p>	

<sup>5</sup> Les fotografies del Roger i l'Estefania són de la família. Les fonts de les altre dues són:

Alèxia: "Oona Laurence May 2015" by Montclair Film Festival -

<https://www.flickr.com/photos/montclairfilmfest/17322557988/>. Licensed under CC BY 2.0 via Wikimedia Commons -

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oona\\_Laurence\\_May\\_2015.jpg#/media/File:Oona\\_Laurence\\_May\\_2015.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oona_Laurence_May_2015.jpg#/media/File:Oona_Laurence_May_2015.jpg)

Xavi : [https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3APablo\\_Del\\_Teso\\_2009.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File%3APablo_Del_Teso_2009.jpg)

Per Pablo Del Teso (Pablo Del Teso) [GFDL (<http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>) o CC BY 3.0 (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>)], via la Wikimedia Commons

resoldre. Treballaran individualment, la professora anirà resolent dubtes que es vagin presentant. Poden consultar també dubtes amb el company amb qui seuen. Els darrers 5' de prova seran de silenci absolut, concentració màxima. Aquesta mena de test de 5' del final de la classe ha motivat molt al Roger, intentarà practicar al màxim durant l'hora de classe per superar al seu amic i rival a mates l'Albert.



Nom: Alèxia  
 Edat: 13 anys  
 Estudiant de 2<sup>n</sup> ESO a en una escola concertada de Sabadell  
 Viu a Sabadell.

Descripció de la persona:

L'Alèxia és la gran de dues germanes.

Té el trastorn de dèficit d'atenció amb hiperactivitat, li costa molt concentrar-se, necessitat un reforç diari a casa que l'ajudi a organitzar-se les feines i realitzar-les.

Des de la Primària fa les matemàtiques a l'aula de reforç, grup petit de 8 a 10 alumnes, treballa els continguts mínims de l'assignatura. Li costa el raonament i arribar a mecanitzar algorismes. A 1<sup>r</sup> d'ESO van iniciar-se en l'àlgebra, ho recorda com una experiència dura. Treballa però cal que li estiguin a sobre per ajudar-la en les seves distraccions.

Té un mòbil d'ús personal, un Iphone 5S, que fa servir bàsicament per comunicar-se amb els seus amics, Facebook i jugar. A casa comparteix una tauleta, apple iPad Air.

Descripció de l'escenari

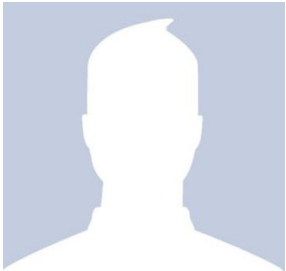
Avui és dimecres, està a classe de matemàtiques al grup de reforç. Avui toca seguir treballant multiplicacions amb l'app. El dia anterior també van haver de dur la tauleta o mòbil a classe, van multiplicar monomis. L'Alèxia s'havia oblidat la tauleta a casa i va haver de treballar amb el mòbil, el seu mòbil no té la pantalla molt gran, va arribar un moment que es va posar molt nerviosa cansada d'haver d'afinar tant amb els dits per posar a l'àrea de treball els monimis factors, rotar-los i sobretot les rajoles 1 i -1 que són les més petites. És per això que avui ha dut la tauleta, té una pantalla molt més gran!!! Avui cal practicar la multiplicació de un monomi per un binomi, sap que haurà d'anar a la pantalla de multiplicar i escollir la dificultat monomi per binomi. Té al costat l'Adriana que sovint la distreu i li pregunta coses que no toquen. Tindrà la professora al costat per ajudar-la a avançar i fer-la tornar a la feina quan es distregui.



Descripció de la persona:

El Xavi va deixar els estudis quan estava meitat de curs de 2<sup>n</sup> ESO. Estava molt desmotivats, estava repetint curs, ja havia repetit 6<sup>è</sup> de Primària i troba a la resta de companys molt petits. A casa seva les coses no havien estat fàcils. El seu pare havia marxat de casa quan ell era petit i la seva mare passava moltes hores fora de casa treballant. Ella passava les tardes al carrer, quan tornava a casa estava amb

<p>Nom: Xavi  Edat: 21 anys  Està fent el curs per obtenir el títol d'ESO en una escola d'adults  Viu a Terrassa.</p>	<p>l'àvia que també vivia amb ell i sa mare. Ara a 21 anys, sense feina i veient que sa mare es fa gran i no sempre el podrà mantenir, s'ha decidit a treure's el títol d'ESO. Assisteix a l'escola d'adults de dilluns a divendres de 18:00 a 21:00h, no està fent absentisme com acostumava a fer a 14 anys.  Està enganxat al mòbil tot el dia, té un Samsung mini2, hi juga, escolta música, xateja, instagram, facebool, twiter.</p>
<p>Descripció de l'escenari</p> <p>Avui és dissabte al matí. Són les 12:00 del migdia, el Xavi està a casa fent uns exercicis que li ha encarregat el professor de matemàtiques. Aquest professor de mates de l'escola d'adults li agrada molt. Des del primer dia que els fa fer moltes coses amb el mòbil. Hi ha una app que van començar a usar pel tema d'enters i que ara estan usant per l'àlgebra. Per primera vegada està entenent les mates, si quan tenia 12 anys li haguessin explicat les mates així, segurament no hagués tret tants zeros. Abans barrejava els signes, les lletres totes li ballaven pel full, què eren x, y, a i b? Les mates no eren números? <math>x+x</math>, com es poden sumar dues lletres? Des de la unitat d'enters que li encanta ajuntar les parelles zero i veure com desapareixen. Avui ha de fer unes multiplicacions de binomis i té el mòbil al costat per comprovar que està aplicant bé la propietat distributiva. Fa la multiplicació en el paper, introdueix els factors en l'app, resol la multiplicació amb l'app i verifica que el resultat que ha fet en paper és correcte. Ara arriba la seva nòvia, l'Anna, li fa il·lusió ensenyar-li l'app que li permet de fer multiplicacions de dos binomis. Li ensenya a l'Anna com es canvien de signe les rajoles algebraiques, com es roten, com es llegeixen els resultats de la pantalla,...</p>	

 <p>Nom: Estefania  Edat: 35 anys  Professora de matemàtiques en un institut de Montcada  Viu a Sabadell.</p>	<p>Descripció de la persona:</p> <p>L'Estefania fa 12 anys que es dedica a ensenyar matemàtiques. És llicenciada en matemàtiques. Durant força anys ha compaginat la feina a l'escola amb la confecció de llibres de text de matemàtiques, però se'n va cansar d'haver de fer el que l'editorial li demanava i no tenir la llibertat de programar les unitats com li hagués agradat.</p> <p>Li agrada la didàctica, forma part d'un grup de treball de matemàtiques del centre de recursos pedagògics de Sabadell. L'estiu passat va fer un curset sobre l'ús dels dispositius mòbils a l'aula, i vol portar algunes idees a la pràctica.</p> <p>Parlant amb una professora del grup de treball, s'assabentà de l'existència de les rajoles algebraiques. Des d'aleshores ha estat fent recerca per la xarxa a veure com podria dur a classe aquesta idea genial per a ella. També ha buscat apps i ha trobat una que li pot fer el pes.</p> <p>Disposa d'una tauleta que li ha subministrat l'escola, i del seu mòbil persona, una iPhone 4S.</p>
<p>Descripció de l'escenari</p>	

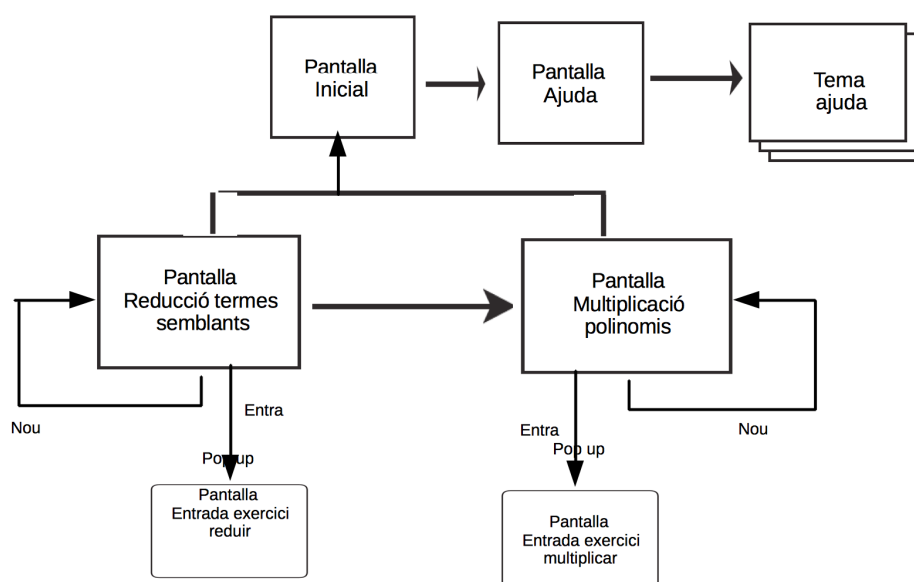
Avui és dijous a la tarda, té una hora lliure abans de l'última classe de la tarda, està a la sala de professors. Disposa de la tauleta de l'escola li ha subministrat aquest any, hi té instal·lada l'aplicació a emprar. Està pensant a preparar la classe de reducció de termes semblants que té la setmana vinent amb 1<sup>r</sup> ESO amb l'app. Els seus alumnes ja estan familiaritzats amb l'app, la van fer servir per les operacions amb nombres enters al primer trimestre.

L'Estefania vol veure si els alumnes podran treballar tots els exercicis del dossier amb l'app. Per això es disposa a esbrinar:

- quin és el nombre màxim de rajoles algebraiques de cada tipus que l'aplicació permet.
- en què consisteixen els diferents nivells, sap que té diferents ritmes d'aprenentatge.
- passos en la resolució d'un exercici. Vol fixar-se bé en els passos que l'app va demanant, per si convé aclarir alguna cosa als alumnes. Tenint 28 alumnes a l'aula treballant individualment amb el seu mòbil o tauleta, és important que puguin treballar amb autonomia, atendre 28 demandes alhora podria ser caòtic.
- comprovar és que si l'app funciona igual de bé en la pantalla del mòbil.

## 2.2.2 Fluxos d'interacció

Representem la macroestructura de la nostra aplicació mitjançant la simbologia proposada per James Garrett<sup>6</sup>. Per motius de temps creiem que només podrem implementar els exercicis de reducció de termes semblants i de multiplicació de polinomis, així que només presentem aquestes dues pàgines principals des de les quals es pot accedir a les pàgines de l'Ajuda de l'aplicació:



6 <http://www.jjg.net/ia/visvocab/spanish.html>

## 2.3 Prototipatge

Per a la confecció del prototip tindrem en compte tot el que s'ha dit en aquest document en referència als usuaris, sense oblidar-nos de:

- la finalitat de l'aplicació: autoaprenentatge per part de l'alumnat d'operar amb polinomis. Es pretén aconseguir que l'alumne construeixi un model basat en rajoles que li permeti visualitzar la multiplicació com a joc senzill de càlcul d'àrees, la reducció com una agrupació de rajoles iguals,...
- El factor temps i grau de coneixements de programació també serà un factor a tenir en compte en el disseny de l'aplicació. Cal fer una aplicació senzilla, limitar les funcionalitats, tipus d'exercicis i modalitats de pràctica. Sempre quedarà la possibilitat de millorar l'aplicació més endavant.
- Les bones pràctiques quan es tracta d'un dispositiu mòbil. En el nostre cas anirem molt en compte amb la mida dels botons i rajoles algebraïques, aquesta ha de ser prou gran com per permetre la manipulació tàctil i que el text que hi posem sigui el més breu possible per la manca d'espai en la pantalla (els passos de la resolució hauran d'expressar-se escuetament).

### 2.3.1 Sketches

A la pantalla principal de la nostra aplicació hi haurà d'haver 6 zones ben diferenciades que responguin als requisits esmentats:

Barra d'enunciats: en aquesta hi haurà l'enunciat de l'exercici a resoldre.

Barra de pas següent: en aquesta s'indicarà que s'ha de fer a continuació.

Barra de resolució: en aquesta s'aniran escrivint algebraicament els passos que s'estan realitzant, serà la que finalment contindrà l'expressió algebraica solució de l'exercici.

Àrea de treball: àrea per manipular les rajoles algebraïques.

Àrea d'stock de rajoles: àrea des d'on es podran triar les rajoles per passar a l'àrea de treball.

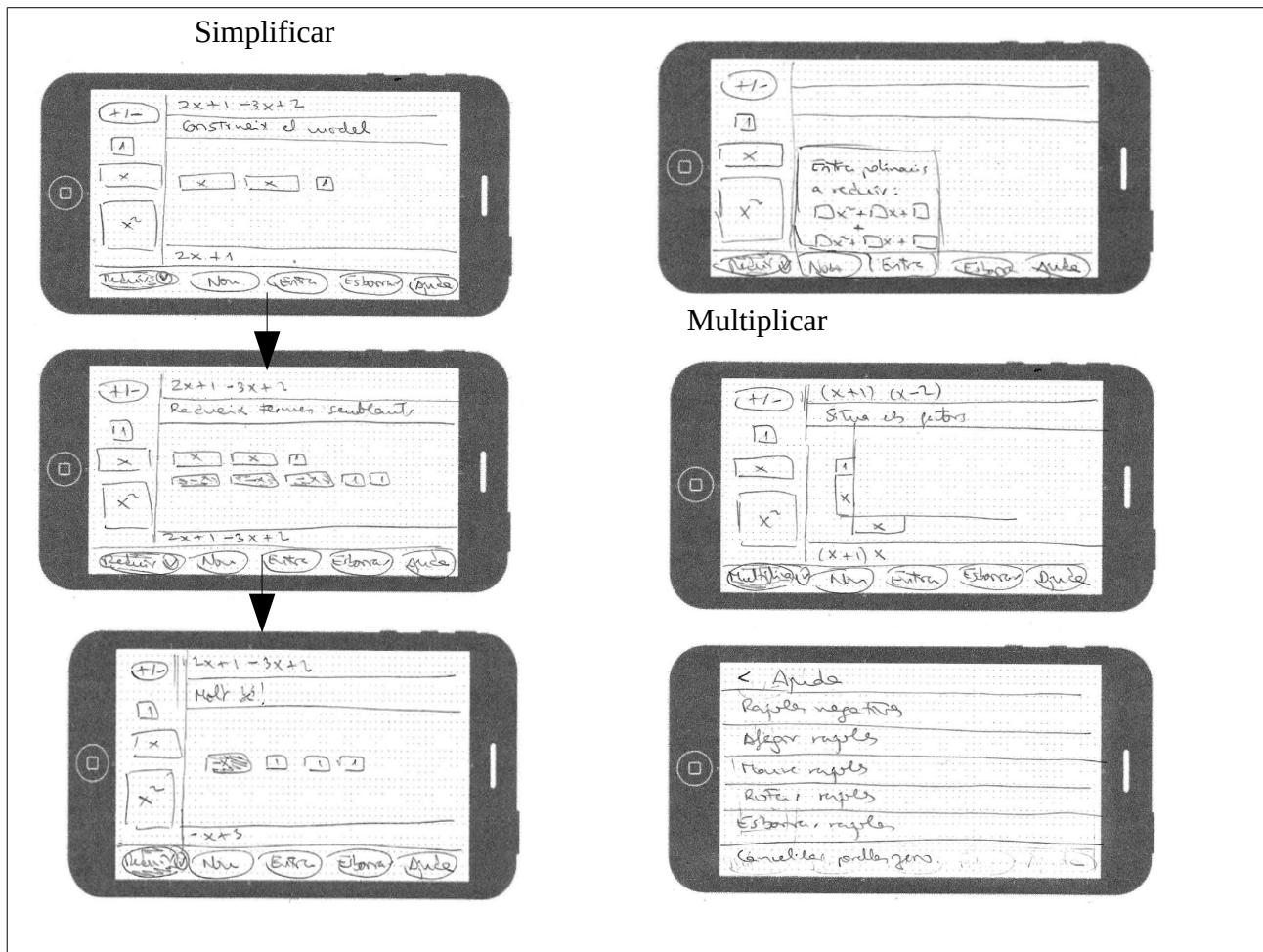
Menú: menú amb els botons necessaris per a les funcionalitats de l'aplicació, entre elles hi haurà l'Ajuda esmentada anteriorment.

Una possible disposició d'aquestes sis zones de l'aplicació la presentem a continuació:

Àrea d'stock de Rajoles algebraïques	Barra d'enunciat
	Barra de pas següent
	Àrea de treball
	Barra de resolució
Menú	



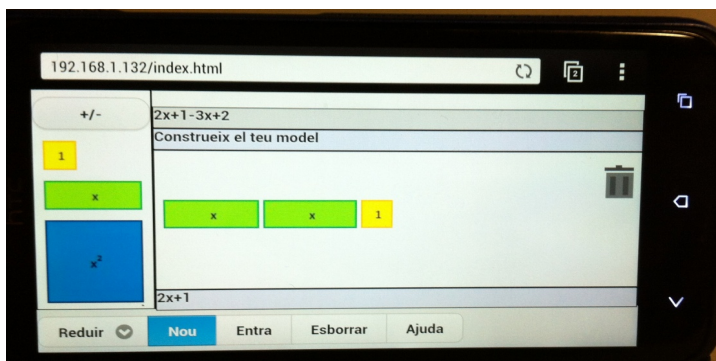
Els sketches, explicarem el detall en el següent punt corresponent al prototipus d'alta fidelitat:



### 2.3.2 Prototipus horitzontal d'alta fidelitat

Presentem aquí les pantalles prototipus principals de l'aplicació.

#### 2.3.2.1 Pantalles corresponents al tipus d'exercici Reduir (reduir termes semblants)

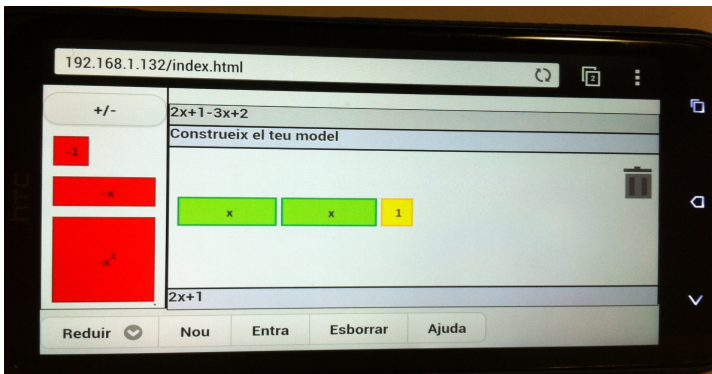


Imatge 15: Prototipus: pantalla simplificar

Mirant el menú inferior de la imatge 13 observem que estem al tipus d'exercici Reduir.

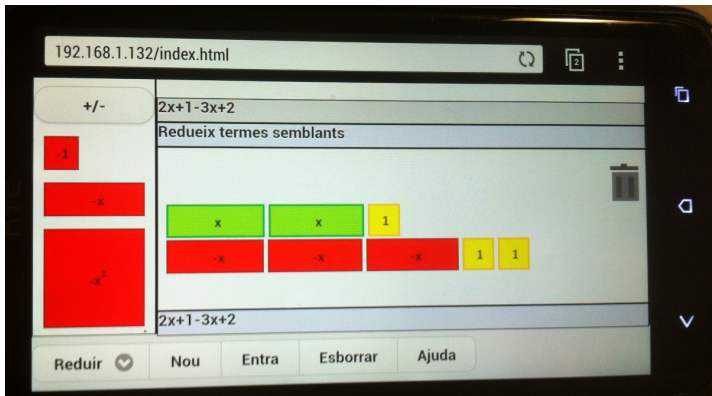
L'aplicació genera un exercici que apareix a la barra d'enunciats. A la barra de pas següent, a l'usuari se li informa que ha de construir el model, això significa que a l'àrea de treball hi ha de posar les rajoles

necessàries per formar l'expressió algebraica de l'enunciat. En el cas de la pantalla que presentem tenim que usuari ha arrossegat a l'àrea de treball dues rajoles de  $x$  i una de  $1$ ; és per aquest motiu que l'aplicació ha escrit a la barra de resolució  $2x + 1$ .



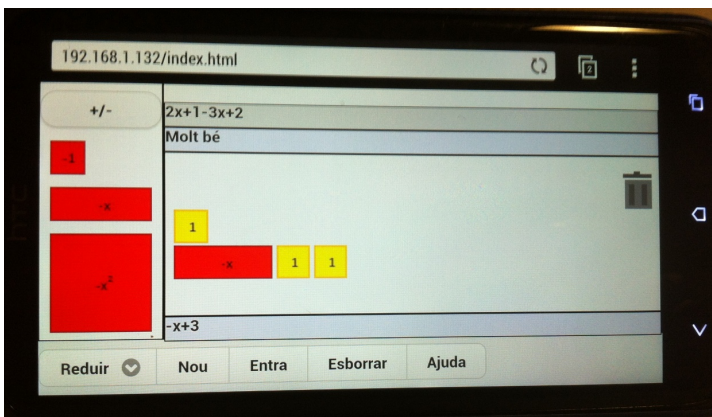
Imatge 16: Prototipus: rajoles negatives

A la següent pantalla (imatge 14 ) observem que les rajoles de l'àrea stock són totes negatives, això és que l'usuari ha premut el botó +/- perquè necessitava afegir a l'àrea de treball tres rajoles  $-x$ .



Imatge 17: Prototipus: hem passat al següent pas.

Un cop afegides les tres rajoles  $-x$  i les dues de 1, el model està completat (figura 15). A la barra de pas següent de l'exercici hi apareix efectivament el pas següent: Redueix termes semblants. Observem també a la barra de resolució que tenim el mateix que a la barra d'enunciat, cosa que indicava que havíem completat el model.

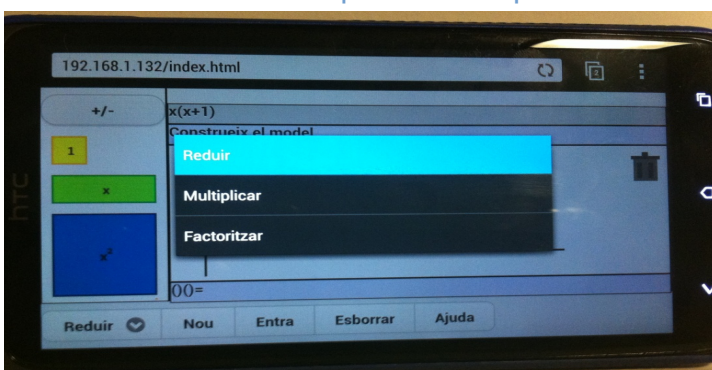


Imatge 18: Prototipus: s'han eliminat parelles zero

Ara l'usuari faria desaparèixer les parelles zero superposant una rajola amb l'altra. Això s'ha fet i es passa a la pantalla següent (imatge 16):

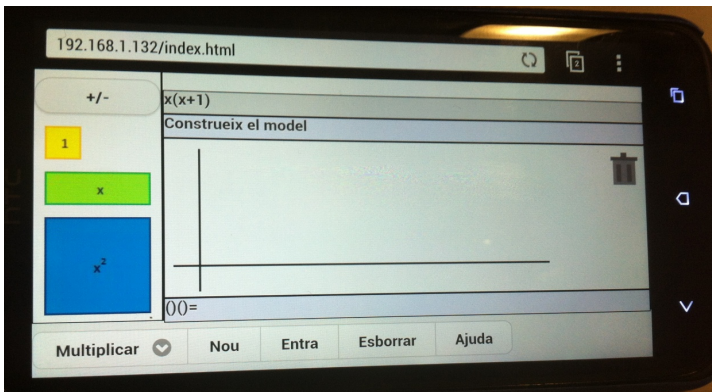
S'ha completat l'exercici correctament com s'indica a la barra de pas següent, en què ara hi diu: Molt bé. I a la barra de resolució ens apareix el resultat de l'exercici proposat.

### 2.3.2.2 Pantalles corresponents al tipus d'exercici Multiplicar polinomis



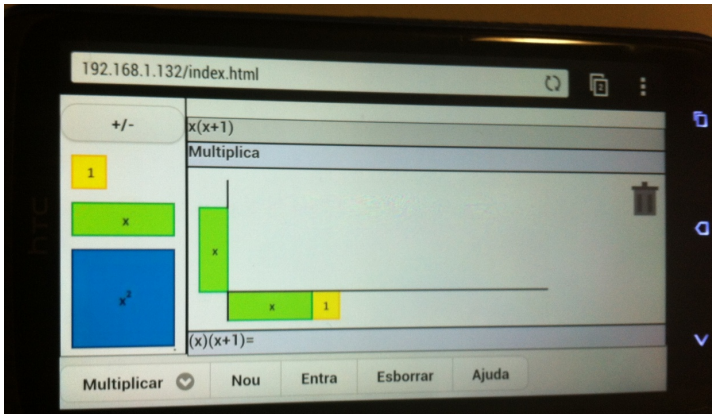
Imatge 19: Prototipus: Escollir tipus exercici

Per passar a treballar aquest tipus d'exercici cal que del menú inferior es despleguin les opcions. A la imatge 17 veiem que podem escollir Reduir-Multiplicar-Factoritzar.



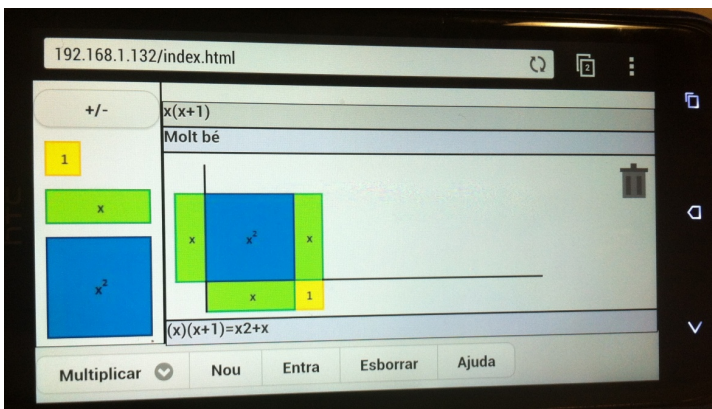
Imatge 20: Prototipus: pantalla multiplicar

S'escull Multiplicar i apareixen uns eixos a l'àrea de treball (imatge 18) són les eixos que necessitem per treballar aquest tipus d'operació. Observem que a la barra d'enunciats hi tenim un enunciat que l'aplicació ha generat, i a la barra de pas següent hi tenim els que toca fer: Construir el model a l'àrea de treball.



Imatge 21: Prototipus: col·locació de factors

Una vegada s'han posat les rajoles  $x$ ,  $x$  i  $1$  en els eixos, s'ha acabat de construir el model. Si observem la imatge 19 veurem que a la barra de resolució hi apareix el mateix que a la barra d'enunciat. A la barra de pas següent hi ha el pas següent que és efectuar la multiplicació.

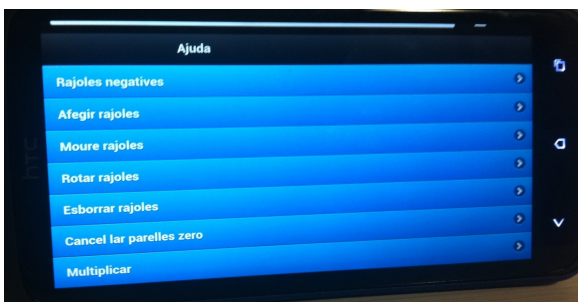


Imatge 22: Prototipus: s'ha completat la multiplicació

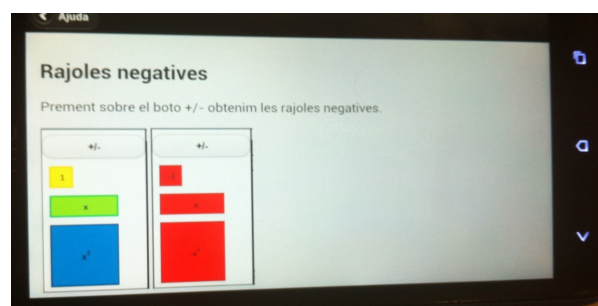
L'usuari desplaça les rajoles pertinents de l'àrea d'stock, i quan s'ha completat la tasca correctament (imatge 20), a la barra de pas següent ens apareix el Molt bé. A la barra de resolució la resposta.

### 2.3.2.3 Pantalles corresponents a l'Ajuda de l'aplicació

Es crearà una ajuda on es mostraran com realitzar determinats processos de l'aplicació. Els podem veure a la imatge 21. A la imatge 22 tenim el detall del tema Rajoles Negatives:



Imatge 24: Temes de la pantalla Ajuda



Imatge 23: Un dels temes de l'Ajuda

## 2.4 Avaluació

Per acabar presentem un possible test amb usuaris per avaluar el disseny i corregir aspectes que no han satisfet prou a l'usuari, no han permès l'objectiu que perseguíem, possibles millores,...

Preguntes d'informació sobre l'usuari alumne:

1. Nom.
2. Què estàs estudiant?
3. Se't donen bé les matemàtiques?
4. T'han parlat alguna vegada de rajoles algebraiques?
5. Utilitzes apps per fer els teus deures?

Preguntes d'informació sobre l'usuari professor de matemàtiques

1. Nom.
2. A quins cursos fas matemàtiques?
3. Utilitzes noves tecnologies a les teves classes?
4. Has utilitzat mai una app a classe? T'agradaria fer-ho?
5. Coneixes les rajoles algebraiques?

Tasques a realitzar, tant per l'usuari alumne com per l'usuari professor:

1. Consulta a l'ajuda com es cancel·len parelles zero.
2. Realitza un exercici de reducció de termes semblants proposat per l'aplicació.
3. Entra un exercici de multiplicació de monomi per binomi i resol-lo.

Preguntes referents a les tasques

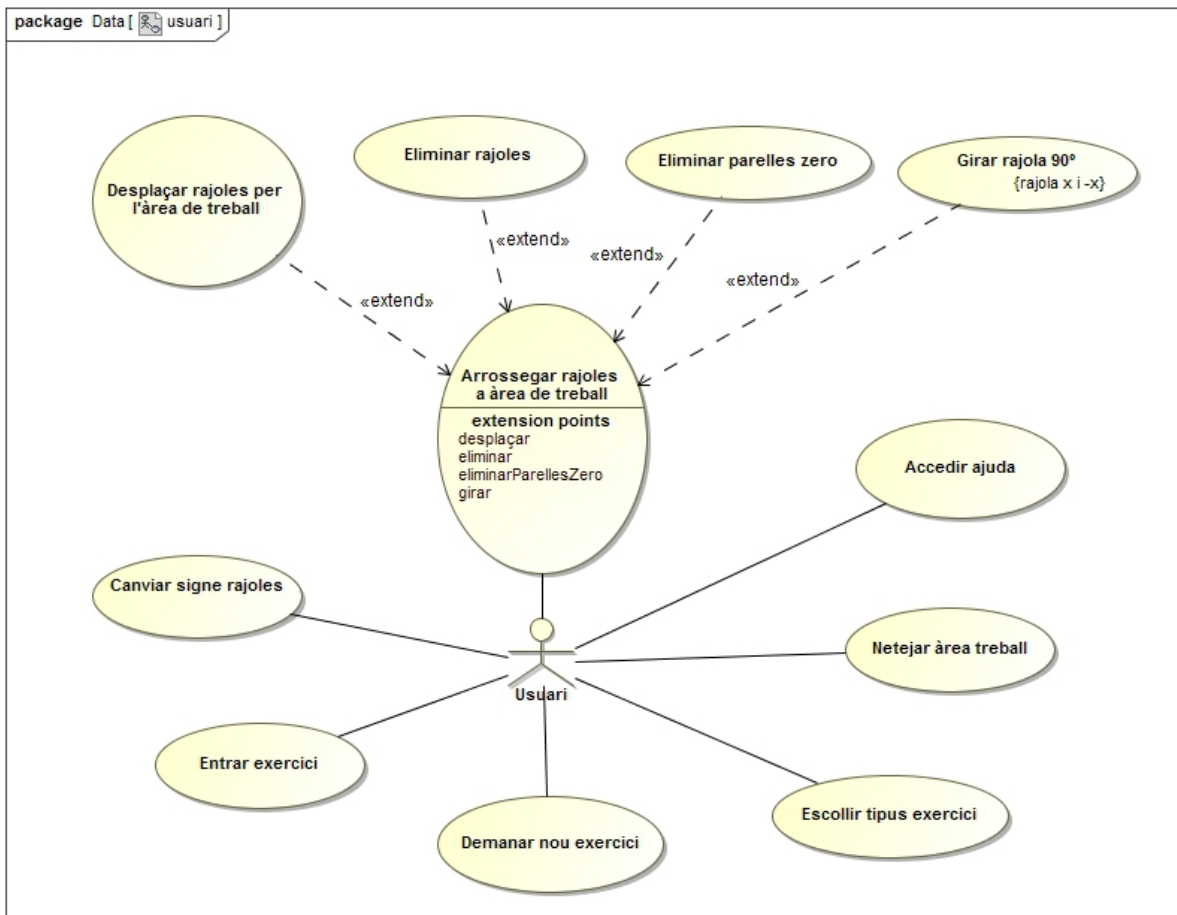
1. Trobes que la mida de les rajoles és massa petita?
2. Trobes que hi ha suficient espai a l'àrea de treball per realitzar bé la multiplicació?
3. T'ha costat rotar les rajoles?
4. Sabies en cada moment de resolució el que havies de fer (modelar, reduir, cancel·lar parelles zero,...)
5. Trobes que el procés de resolució està prou ben explicat?
6. Has tingut algun dubte que l'Ajuda no et pogués resoldre?
6. Què hi trobes a faltar?
7. Creus que has entès millor les matemàtiques amb l'app?
8. Recomanaries l'app a un amic?

## 3. Disseny tècnic

### 3.1 Definició dels casos d'ús

#### 3.1.1 Diagrama de casos d'ús

En la nostra aplicació només hi identifiquem un actor: l'usuari de l'aplicació. Els casos d'ús queden recollits al diagrama:



Observem dues zones en el diagrama: a la part superior del diagrama hi trobem els casos d'ús corresponents a accions sobre l'àrea de treball, cap d'elles es pot realitzar amb una àrea de treball buida, sense cap rajola. És per aquest motiu que tots aquests casos d'ús són una extensió del cas d'ús *Arrossegar rajoles a l'àrea de treball*. Els casos d'ús de la zona inferior del diagrama es corresponen amb el que trobarem al menú inferior de l'aplicació, independentment que tinguem rajoles a l'àrea de treball o no.

A l'hora de la implementació vàrem canviar el cas d'ús *Girar rajola 90°*, les rajoles es roten en el div stock abans d'arrossegar-les cap al taulell, és per això que si refessim diagrama, aquest cas d'ús partiria de l'usuari i no seria una extensió d'*Arrossegar rajoles*.

### 3.1.2 Especificació textual dels casos d'ús

Passem a l'especificació textual dels casos d'ús.

#### 3.1.2.1 Cas d'ús Arrossegar rajoles a l'àrea de treball

Cas d'ús	<b>Arrossegar rajoles a l'àrea de treball</b>
Descripció	S'insereixen rajoles a l'àrea de treball
Actors	Usuari
Casos d'ús relacionats	Desplaçar rajoles per l'àrea de treball, Eliminar rajoles, Eliminar parelles zero, Girar rajoles 90°
Pre-condició	
Post-condició	A l'àrea de treball hi apareix una rajola del tipus triat a l'àrea d'stock. A la barra de resolució s'hi ha afegit el valor de la rajola arrossegada.
Procés normal principal	1.L'usuari prem (situa el dit sobre) la rajola que vol dur a l'àrea de treball. 2. L'usuari arrossega la rajola cap a l'àrea de treball i la deixa anar. 3. La rajola queda a l'àrea de treball. 4. A la barra de resolució, hi apareix el valor de la rajola que s'ha arrossegat a l'àrea de treball.
Alternatives de procés	2a. L'usuari arrossega la rajola cap a una àrea que no és la de treball i la deixa anar. 2a.1. La rajola que s'arrossegava desapareix.

#### 3.1.2.2 Cas d'ús Desplaçar rajoles per l'àrea de treball

Cas d'ús	<b>Desplaçar rajoles per l'àrea de treball</b>
Descripció	Es canvia de lloc una rajola dins l'àrea de treball
Actors	Usuari
Casos d'ús relacionats	
Pre-condició	Hi ha una rajola a l'àrea de treball
Post-condició	La rajola s'ha desplaçat a la nova posició
Procés normal principal	1.L'usuari prem (situa el dit sobre) la rajola que vol desplaçar. 2. L'usuari arrossega la rajola cap a una altre lloc de l'àrea de treball i la deixa anar. 3. La rajola queda a la nova posició.
Alternatives de procés	2a. L'usuari arrossega la rajola cap a una àrea que no és la de treball i la deixa anar. 2a.1. La rajola que s'arrossegava es queda a la posició de partida.

### 3.1.2.3 Cas d'ús Eliminar rajoles

Cas d'ús	<b>Eliminar rajoles</b>
Descripció	S'elimina una rajola que era a l'àrea de treball
Actors	Usuari
Casos d'ús relacionats	
Pre-condició	Hi ha una rajola a l'àrea de treball
Post-condició	La rajola s'ha eliminat de l'àrea de treball.
Procés normal principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari prem (situa el dit sobre) la rajola que vol eliminar.</li> <li>2. L'usuari arrossega la rajola cap a la paperera.</li> <li>3. Hi ha una petita animació d'obrir-se la tapa de la paperera i la desaparició progressiva de la rajola.</li> </ol>
Alternatives de procés	<ol style="list-style-type: none"> <li>2a. L'usuari arrossega la rajola cap a una àrea que no és la de treball i la deixa anar.               <ol style="list-style-type: none"> <li>2a.1. La rajola que s'arrossegava es queda a la posició de partida.</li> </ol> </li> <li>2b. L'usuari arrossega la rajola cap a una posició de la pantalla dins l'àrea de treball.               <ol style="list-style-type: none"> <li>2b.1. La rajola que s'arrossegava es desplaça a la nova posició.</li> </ol> </li> </ol>

### 3.1.2.4 Cas d'ús Eliminar parelles zero

Cas d'ús	<b>Eliminar parelles zero</b>
Descripció	S'elimina una parella de rajoles zero
Actors	Usuari
Casos d'ús relacionats	
Pre-condició	Hi ha un parell de rajoles zero a l'àrea de treball
Post-condició	Les rajoles que formaven la parella zero s'han suprimit de l'àrea de treball.
Procés normal principal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. L'usuari prem (situa el dit sobre) una rajola de la parella zero.</li> <li>2. L'usuari arrossega la rajola per superposar-la sobre la seva parella zero i la deixa anar.</li> <li>3. Les parella de rajoles zero desapareix de l'àrea de treball.</li> </ol>
Alternatives de procés	<ol style="list-style-type: none"> <li>2a. L'usuari arrossega la rajola cap a una àrea que no és la de treball i la deixa anar.               <ol style="list-style-type: none"> <li>2a.1. La rajola que s'arrossegava es queda a la posició de partida.</li> </ol> </li> <li>2b. L'usuari arrossega la rajola cap a una posició de la pantalla dins l'àrea de treball.               <ol style="list-style-type: none"> <li>2b.1. La rajola que s'arrossegava es desplaça a la nova posició.</li> </ol> </li> <li>2c. L'usuari arrossega la rajola superposant-la amb una altra que no forma parella zero i la deixa anar.               <ol style="list-style-type: none"> <li>2c.1. La rajola que s'arrossegava es queda a la posició de partida.</li> </ol> </li> </ol>

### 3.1.2.5 Cas d'ús Girar rajoles 90°

Cas d'ús	<b>Girar rajoles 90°</b>
Descripció	Es gira una rajola 90°
Actors	Usuari
Casos d'ús relacionats	
Pre-condició	Hi ha una rajola x o -x a l'àrea de treball <sup>7</sup>
Post-condició	La rajola ha canviat d'horitzontal a vertical o a la inversa
Procés normal principal	1.L'usuari manté premuda la rajola (taphold) x o -x. 2. L'aplicació gira la rajola 90°.
Alternatives de procés	3a. L'usuari no prem la rajola el suficient temps. 3a.1. No passa res, la rajola no gira els 90°.

### 3.1.2.6 Cas d'ús Canviar signe rajoles

Cas d'ús	<b>Canviar signe rajoles</b>
Descripció	Es canvia el signe de totes les rajoles de l'àrea d'stock.
Actors	Usuari
Casos d'ús relacionats	
Pre-condició	
Post-condició	Les rajoles de l'àrea d'stock han canviat de signe i de color.
Procés normal principal	1.L'usuari prem (situa el dit sobre) el botó +/- de l'àrea d'stock. 2. L'aplicació canvia les rajoles per les seves oposades.
Alternatives de procés	

### 3.1.2.7 Cas d'ús Entrar exercici

Cas d'ús	<b>Entrar exercici</b>
Descripció	L'usuari pot entrar l'exercici que vol resoldre
Actors	Usuari
Casos d'ús relacionats	
Pre-condició	
Post-condició	A la barra enunciat hi apareix l'exercici entrat per l'usuari.
Procés normal principal	1.L'usuari prem (situa el dit sobre) el botó Entrar del menú inferior. 2. L'aplicació mostra una pantalla amb els polinomis a operar, amb caselles dels coeficients a omplir per part de l'usuari. 3. L'usuari entra els valors dels coeficients dels polinomis.

<sup>7</sup> Com hem comentat, en implementació la rajola a girar és la que es troba en el div stock de rajoles.



	<p>4. Si els valors entrats són correctes, es tanca la pantalla d'entrada de coeficients.</p> <p>5. A la barra d'enunciats hi apareix l'exercici entrat.</p>
Alternatives de procés	<p>3a. L'usuari entra uns valors de coeficients dels polinomis no vàlids.</p> <p>3a.1 L'aplicació mostra un missatge informatiu de valors incorrectes.</p> <p>3a.2 L'usuari accepta el missatge i es torna al pas 3.</p>

### 3.1.2.8 Cas d'ús Demanar nou exercici

Cas d'ús	<b>Demanar nou exercici</b>
Descripció	L'usuari demana que es generi un nou exercici
Actors	Usuari
Casos d'ús relacionats	
Pre-condició	
Post-condició	A la barra enunciat hi apareix un nou exercici.
Procés normal principal	<p>1.L'usuari prem (situa el dit sobre) el botó Nou del menú inferior.</p> <p>2. A la barra d'enunciats hi apareix un nou exercici.</p>
Alternatives de procés	

### 3.1.2.9 Cas d'ús Escollir tipus exercici

Cas d'ús	<b>Escollir tipus d'exercici</b>
Descripció	L'usuari escull tipus d'exercici que vol practicar
Actors	Usuari
Casos d'ús relacionats	
Pre-condició	
Post-condició	L'àrea de treball s'ha preparat pel nou tipus d'exercici.
Procés normal principal	<p>1.L'usuari prem (situa el dit sobre) el menú desplegable que per defecte marca Reduir (reducció de termes semblants)</p> <p>2. L'usuari selecciona el tipus d'exercici que vol practicar del menú desplegable.</p> <p>3. L'àrea de treball apareix buida si el tipus d'exercici triat és Reduir. A l'àrea de treball hi ha uns eixos en el cas d'haver escollit Multiplicar o Factoritzar.</p>
Alternatives de procés	<p>2a. L'usuari no selecciona (no prem) cap tipus d'exercici.</p> <p>2a.1 Quan premi sobre qualsevol altre lloc, el tipus d'exercici no haurà canviat.</p>

### 3.1.2.10 Cas d'ús Netejar pantalla

Cas d'ús	<b>Netejar pantalla</b>
Descripció	L'usuari aconsegueix una àrea de treball buida de rajoles
Actors	Usuari
Casos d'ús relacionats	
Pre-condició	
Post-condició	L'àrea de treball s'ha buidat de rajoles
Procés normal principal	1.L'usuari prem (situa el dit sobre) el botó Netejar 2. L'aplicació elimina totes les rajoles de l'àrea de treball
Alternatives de procés	

### 3.1.2.11 Cas d'ús Accedir a l'ajuda

Cas d'ús	<b>Accedir a l'ajuda</b>
Descripció	L'usuari accedeix a l'ajuda de l'aplicació
Actors	Usuari
Casos d'ús relacionats	
Pre-condició	
Post-condició	S'ha obert la pantalla d'ajuda on apareixen tots els temes de l'ajuda.
Procés normal principal	1.L'usuari prem (situa el dit sobre) el botó Ajuda 2. L'aplicació mostra la pantalla Ajuda (una llista de temes d'ajuda).
Alternatives de procés	

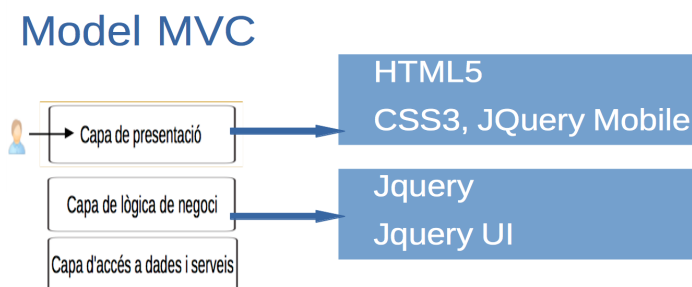
## 3.2 Disseny de l'arquitectura

### 3.2.1 Arquitectura física

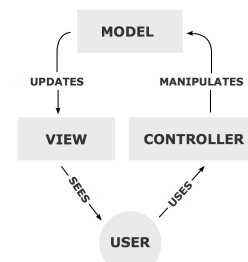
L'aplicació estarà instal·lada al dispositiu mòbil o treballarà sense necessitat d'estar connectada a internet. En tenir necessitat de cap servidor l'arquitectura física queda reduïda al dispositiu mòbil en sí.

### 3.2.2 Arquitectura lògica

Prenem com a patró de disseny per a la nostra aplicació el paradigma MVC, model vista controlador. Aquest paradigma divideix l'aplicació web en 3 capes:



Imatge 25: Capes del MVC



Imatge 26: MVC també proveeix relació entre capes

Capa de presentació (Vista): és la que gestiona la interacció amb l'usuari. Té les interfícies d'usuari, comunicarà les accions de l'usuari a les capes inferiors.

Capa de negoci (Controlador): és el nucli de l'aplicació. Implementa les funcionalitats principals de l'aplicació i actua de pont entre la interfície d'usuari i la capa d'accés a dades i serveix.

Capa d'accés a dades i serveis (Model): gestiona els accessos a base de dades i persistència.

MVC també defineix la interacció entre capes, figura 25.

La nostra aplicació no requereix base de dades, per tant, tindríem les dues primeres capes només.

Per què ens interessa el MVC? Pel fet que en separar la capa de negoci de la de presentació ens permet programar una independentment de l'altra, concentrar-nos en una de sola a cada moment. També va bé de cara a ampliar la app o reutilitzar codi.

#### 3.2.2.1 Capa de presentació: HTML5, CSS3 i JQuery Mobile

La capa de presentació ha estat implementada utilitzant codi HTML5. HTML5 ens proporciona els elements estructurals de l'aplicació. Els arxius .css, en la seva darrera versió CSS3, s'encarreguen de la presentació per fer els elements estructurals més atractius i útils. I per últim compten amb la llibreria jQueryMobile que ens ofereix els widgets per fer l'aparença de l'app pròpia dels dispositius mòbils. També ens permet l'estructura multipàgina, en la qual podem tenir tota les pàgines de l'aplicació en un únic document.

JqueryMobile és un framework desenvolupat en javascript pertanyent a jQuery Foundation, no substitueix a jQuery sinó que hi corre a sobre. Ens permet una interfície compatible i usable per a desenvolupar aplicacions per telèfons mòbils i tauletes; és comptable amb la majoria de plataformes mòbils i navegadors

per a dispositius mòbils. Ens permet fer interfícies atractives ràpidament, per contra afegeix pes a l'aplicació.

### 3.2.2.2 Capa de lògica de negoci: jQuery i jQuery UI

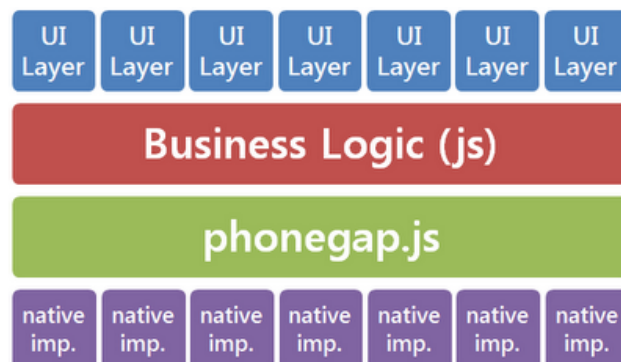
Per la lògica de negoci comptem amb les llibreries de javascript jQuery i jQuery User Interface. Jquery UI ens permet programar tota la interactivitat de l'aplicació. És amb jQuery UI que hem implementat tot el drag&drop en què es basa l'app.

En un principi vam intentar amb la llibreria específica Kinetic.js, llibreria per simplificar el desenvolupament de la interactivitat de HTML5 en aplicacions 2D, vindria a ser una extensió de HTML5 Canvas 2D. El creador de llibreria, Eric Rowell, deia que deixava de mantenir la llibreria pel seu alt cost, que tampoc mantindria els fitxers de la CDN. Buscàrem més fins a trobar Konva.js que vindria a ser una part de a llibreria kinetic.js actualitzada i amb manteniment. En buscar drag&drop i veure que només implementava<sup>8</sup> drag i que el drop s'havia de simular copiant les figures en una altre escenari, vam descartar aquesta llibreria, la nostra app es basava en drag& drop events, si el drop no era tan senzill com el drag, no ens interessava. Jquery UI havia tingut incompatibilitats amb jQuery Mobile que ja han quedat resoltes avui.

Per acabar comentar que per tal que el drag&drop que ens proporciona jQuery UI funcioni en dispositius mòbils fem ús del hack jQuery UI Touch Punch, que ens passar els events del mouse a touch events, així nosaltres podem programar com per a una pàgina web tradicional i funcionarà correctament tant en navegadors de dispositius de sobretaula com en dispositius mòbils.

### 3.2.2.3 PhoneGap i PhoneGap Build

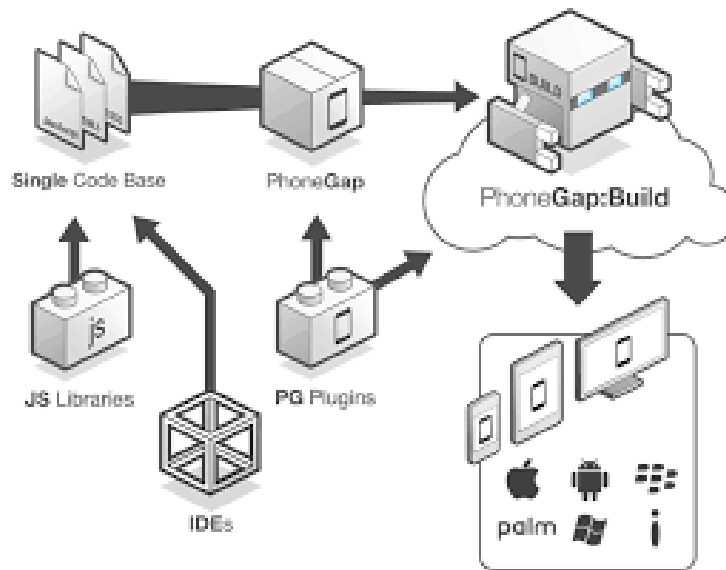
PhoneGap és un sistema per a crear aplicacions per a dispositius mòbils utilitzant tan sols HTML5, CSS3 i Javascript, executades dins del WebKit del dispositiu mòbil. Ens proporciona una sèrie de llibreries Javascript específiques de cada plataforma que ens permeten accedir a les característiques del mòbil com al càmera, GPS, càmera, base de dades,... Com que es tracta d'una pàgina web tenim accés al DOM i podem utilitzar frameworks com jQuery. D'una manera molt senzilla la nostra aplicació web acaba convertint-se en una aplicació híbrida, d'aparença molt semblant a les natives, sense haver de saber programar en els llenguatges específics de cada tecnologia mòbil. En la nostra estructura de capes, phonegap corre per sota de la capa de lògica de negoci:



Imatge 27: Les UI layer serien les interfícies pròpies de cada dispositiu

8 [http://konvajs.github.io/docs/drag\\_and\\_drop/Drop\\_Events.html](http://konvajs.github.io/docs/drag_and_drop/Drop_Events.html)

PhoneGap disposa d'un servei de compilació en el núvol que és el que aplicarem a la nostra app.



Imatge 28: PhoneGap Build: servei de compilació en el núvol.

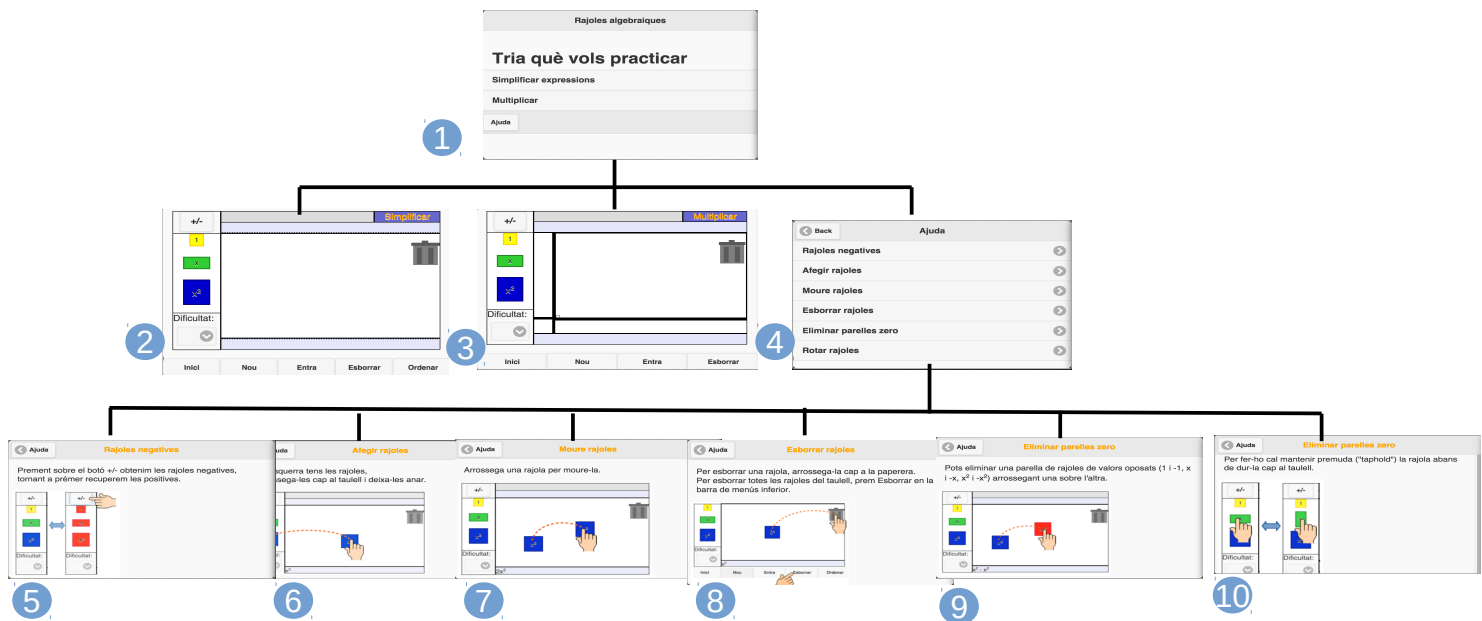
## 4. Implementació

Abans de passar a descriure els aspectes més rellevants de la implementació, presentem els canvis o respecte al prototipus.

### 4.1 Desviacions respecte al prototipus

#### 4.1.1 Flux d'interacció real

El flux d'interacció que finalment s'ha implementat és el següent:



Imatge 29: Flux d'interacció o estructura de navegació

Com veiem un és una estructura de tres nivells de profunditat, cosa que facilita la navegació per l'app.

En el prototipus no hi havia cap pantalla inicial, per defecte l'aplicació entrava a la pantalla Simplificar. El motiu principal pel qual és així és pels problemes que vam tenir en implementar l'Ajuda des de la pantalla Simplificar (Multiplicar). Quan tornàvem enrera de l'Ajuda, l'aplicació refrescava la pantalla Simplificar (Mutiplicar) per la qual cosa no podíem continuar amb l'exercici que estàvem resolent. Com que no vam saber resoldre el problema, vam trobar la solució d'enllaçar a l'Ajuda des d'una pantalla inicial. Un cop fet el canvi, pensem que així queda millor el disseny, s'assembla més a una app per a dispositiu mòbil que no pas a una aplicació web.

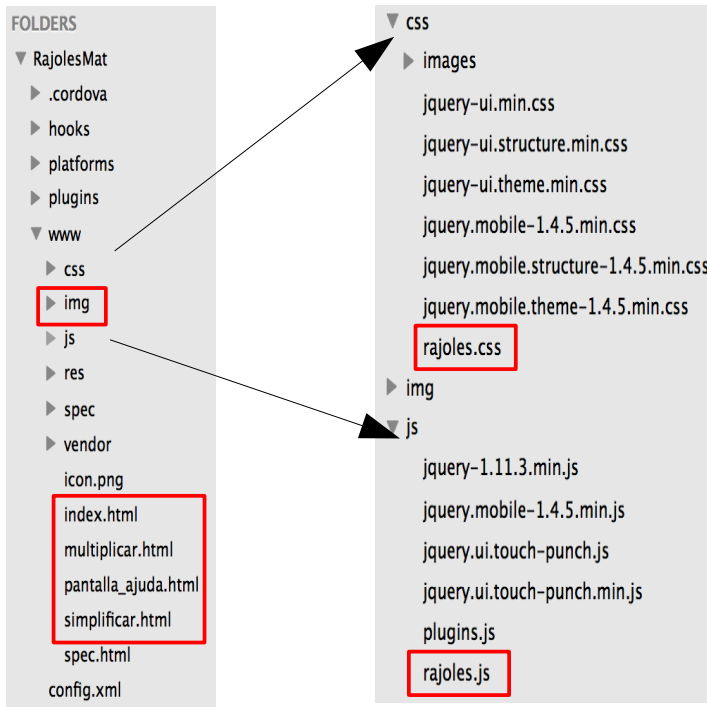
## 4.1.2 Popups no inclosos al prototipus

En fer els prototipus no vam ser exhaustius amb el nombre de pantalles, pretenia ser només una mostra de l'aplicació. Un cop acabada, valorem el fet de poder mostrar tots els popups que s'han implementat. A proposta del consultor, es va decidir fer més popups informatius guiant a l'usuari en l'ús de l'aplicació. Aquí els tenim:

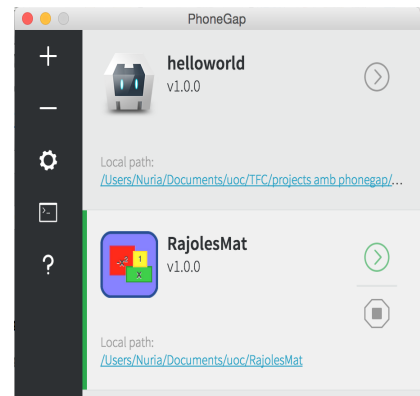
Simplificar	Multiplicar
En carregar-se la pàgina	
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>Reduir termes se...</b></p> <p>Ara practicaràs la reducció de termes semblants. Pots: Escollir Dificultat i l'app et proposarà un exercici, o bé, Clicar a Entra i podràs entrar tu l'exercici a resoldre.</p> <p style="text-align: center;"><b>D'acord</b></p> </div>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>Multiplicar</b></p> <p>Ara practicaràs la multiplicació de polinomis. Pots: Escollir Dificultat i l'app et proposarà un exercici, o bé, Clicar a Entra i podràs entrar tu l'exercici a resoldre.</p> <p style="text-align: center;"><b>D'acord</b></p> </div>
Resolent un exercici	
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Correcte, vés al pas següent!</p> <p style="margin-top: 10px;"><b>D'acord</b></p> </div>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; text-align: center;"> <p>Correcte, vés al pas següent!</p> <p style="margin-top: 10px;"><b>D'acord</b></p> </div>
En finalitzar un exercici	
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>Informe feina feta</b></p> <p>Fantàstic, has resolt correctament:</p> <p>0 de 0 exercicis de dificultat alta (grau 2), 0 de 0 exercicis de dificultat mitjana (grau 1), 1 de 1 exercicis de dificultat baixa (grau 0).</p> <p>per seguir practicant tens tres opcions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clica a Nou i l'app et generarà un nou exercici de la mateixa dificultat.</li> <li>- Escull dificultat i l'app et generarà exercici de la dificultat escollida.</li> <li>- Clica Entra i podràs entrar tu mateix l'exercici.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>D'acord</b></p> </div>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px;"> <p style="text-align: center;"><b>Informe feina feta</b></p> <p>Fantàstic, has resolt correctament:</p> <p>1 de 3 exercicis de binomi per binomi, 0 de 0 exercicis de monomi per binomi, 0 de 1 exercicis de monomi per monomi.</p> <p>per seguir practicant tens tres opcions:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Clica a Nou i l'app et generarà un nou exercici de la mateixa dificultat.</li> <li>- Escull dificultat i l'app et generarà exercici de la dificultat escollida.</li> <li>- Clica Entra i podràs entrar tu mateix l'exercici.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>D'acord</b></p> </div>
Quan es clica Nou sense haver seleccionat Dificultat	
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; text-align: center;"> <p><b>Alerta</b></p> <p>No has seleccionat la dificultat!!! Selecciona-la i torna a prémer Nou.</p> <p style="margin-top: 10px;"><b>D'acord</b></p> </div>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; text-align: center;"> <p><b>Alerta</b></p> <p>No has seleccionat la dificultat!!! Selecciona-la i torna a prémer Nou.</p> <p style="margin-top: 10px;"><b>D'acord</b></p> </div>
En clicar Entra per entrar un exercici	
<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; text-align: center;"> <p><b>Entra exercici</b></p> <p>⊖ x<sup>2</sup>-   x<sup>2</sup>+   x-   x+   -</p> <p style="margin-top: 10px;"><b>Acceptar</b>   <b>Cancel·lar</b></p> </div>	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px; text-align: center;"> <p><b>Entra exercici</b></p> <p>(   x+   )(   x+   ⊖ )</p> <p style="margin-top: 10px;"><b>Acceptar</b>   <b>Cancel·lar</b></p> </div>

## 4.2 Arbre d'implementació

Vàrem crear un nou projecte Phonegap amb l'aplicació de sobretaula. Un cop el tinguérem, aprofitarem l'arbre que ens havia creat la pròpia aplicació Phonegap per desenvolupar-hi el nostre projecte. Aquí veiem l'arbre:



Imatge 32: Arbre de l'aplicació en l'editor Sublime Text 2.



Imatge 30: Captura de la pantalla de l'aplicació Phonegap d'escriptori. Ho observem el projecte RajolesMat en marxa.

Observem que tenim els arxius de JQuery, JQuery UI i JQuery mobile a les carpetes css i js. El que és de l'app RajolesMat pròpiament dit són:

- les quatre pàgines que hem creat (*index*, *multiplicar*, *pantalla\_ajuda* i *simplificar*).

- l'arxiu d'estil propi: *rajoles.css*.

- el codi javascript amb el funcionament dinàmic de l'aplicació:

*rajoles.js*.

- carpeta d'imatges que conté les imatges de l'aplicació, totes han estat creades per nosaltres.

En un primer moment es pensà a separar l'script de la pantalla *simplificar* i el de la pantalla *multiplicar*, el fet que hi hagi procediments comuns a les dues ens va decidir a tenir un únic arxiu *.js*.

Jquery Mobile ens permet posar tots els arxius html en un de sol, amb el tag `data-role=»page»`. Aquesta opció va ser descartada per claredat, facilitat de maneig de l'aplicació en cas de seguir desenvolupant-la i perquè la descàrrega inicial serà més curta si *index.html* és més senzill.

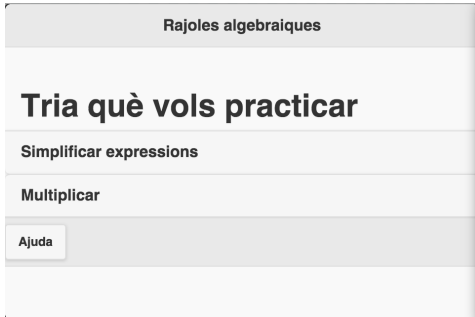
Quan JQuery Mobile detecta un enllaç a una pàgina externa, captura l'event click creant una petició AJAX pel document *href* automàticament, fent la tasca del desenvolupador realment simple.



## 4.3 Pantalles

### 4.3.1 Index.html i pantalla\_ajuda.html

La pantalla inicial de l'aplicació és la que tenim el codi a index.html:



Imatge 33: Pantalla inicial de RajolesMat.

En el codi font tenim l'estructura d'una pàgina normal: Header, Content, Footer. Dins del Content hem emprat *listview* per fer la llista de tipologia d'exercici que té l'aplicació i hem creat els enllaços a les pàgines externes corresponents: *simplificar.html*, *multiplicar.html* i *pantalla\_ajuda.html* amb:  
`<a href='#nom_pagina.html'... data-role='button' ></a>`

### Pantalla Ajuda



Dins del Content hem emprat *listview* per fer la llista de temes de l'ajuda i hem creat els enllaços a les pàgines internes corresponents amb:

```
<a href='#nom_pagina'... data-role='button' ></a>
```

Comentar que el codi de les pàgines internes no el trobem a *pantalla\_ajuda.html* sinó a *index.html*.

```
<div id="afegir" data-role="page" data-theme="a">
  <div data-role="header" data-position="fixed" data-add-back-btn="true" data-back-btn-text="Ajuda">
    <h2 class="titol_ajuda">Afegir rajoles</h2>
  </div>
  <div data-role="content"> A l'esquerra tens les rajoles,<br>
    arrossega-les cap al taulell i deixa-les anar.
  </div>
  
</div>
```

Imatge 34: Codi a index.html, pàgina interna.

```
<div id="pantallaajuda" data-role="page" data-theme="a" >
  <div data-role="header" data-position="fixed" data-add-back-btn="true" data-back-btn-text="Back" >
    <h1>Ajuda</h1>
  </div>
  <div data-role="content">
    <ul data-role="listview">
      <li><a href="#rnegatives">Rajoles negatives</a></li>
      <li><a href="#afegir">Afegir rajoles</a></li>
    </ul>
  </div>
```

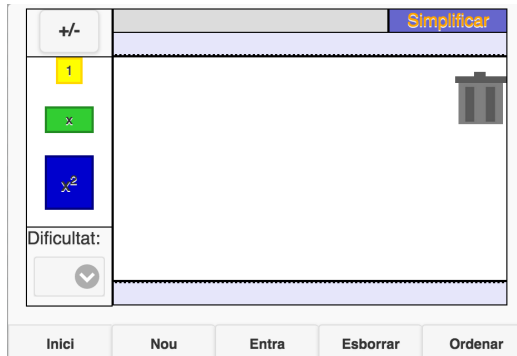
Imatge 35: Codi a la pàgina externa pantalla\_ajuda.html, enllaç a pàgina afegir.

Aquest fet és degut a què JQuery Mobile no pot enllaçar a més d'una pàgina seguides, així des de *pantalla\_ajuda* es busca la pàgina interna afegir a la pàgina mare *index.html*.

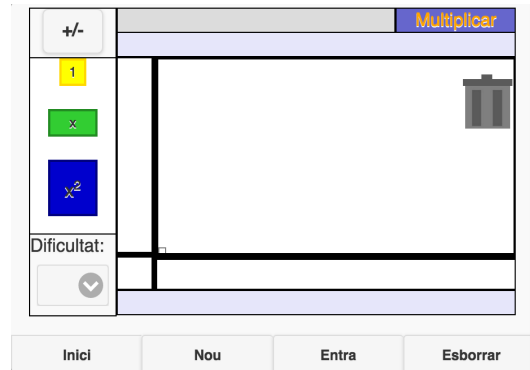
### 4.3.2 Simplificar.html i Multiplicar.html

Les dues pàgines són idèntiques, llevat del fet que a la barra de navegació inferior hi ha un botó de més en el cas de simplificar, botó per la funcionalitat d'Ordenar.

Hem utilitzat les quadrícules de JQuery Mobile per crear el contenidor de rajoles, taulell, barres d'enunciat, de pas i de resolució. Afegint class ui-grid-a al div contenidor tenim quadrícula de dues columnes, amb la classe ui-block-a i ui-block-b fem una i l'altra.



Imatge 37: Pantalla Simplificar





Imatge 36: Pantalla Multiplicar

Comentar que les rajoles són divs, passem de positives a negatives canviant les propietats css dels divs. En un comentçament vàrem pensar en crear imatges per les rajoles, opció que va ser descartada per tal que l'aplicació fos més lleugera; en un moment donat podem tenir moltes rajoles al taulell!!

```
<section class="ui-grid-a" >
<div class="ui-block-a" style="width:18%" >
<div id="mesmenysdiv" >
<a href="#" id="mesmenys" data-role="button" data-mini="true" class="ui-corner-all" data-inline="true" >+/-</a>
</div>

<div id="stocks" class="tile_list" >
<div id="udiv" class="stock positiva" >1</div>
<br>
<div id="xddiv" class="stock positiva" >x</div>
<br>
<div id="xqdiv" class="stock positiva" >x<sup><small>2</small></sup></div>
</div>
<div id="dificultat" >
<label for="select-dificultat" class="select">Dificultat:</label>

<select id="select-dificultat" data-mini="true" data-native-menu="false">
<option></option>
<option value="alta">Alta</option>
<option value="mitjana">Mitjana</option>
<option value="baixa">Baixa</option>
</select>
</div>
</div>
```

C		
S		
S	border: thin solid #000080 #dc143c backgroundColor: #0000cd	border: thin solid backgroundColor: red

Un altre aspecte a comentar del codi és que hi hem posat totes els popups que apareixen en l'aplicació, d'aquesta manera JQuery Mobile ens fa la feina de donar-los un format atractiu. Tan sols hi ha dues informacions que no hem pogut fer-les d'aquesta manera, ha calgut fer un alert des de javascript. Ha estat quan l'aplicació no valida valors entrats. El motiu és que des d'un popup JQuery Mobile no permet cridar un altre popup.

## 4.4 Javascript rajoles.js

### 4.4.1 Modelització dels polinomis

Els polinomis són modelitzats mitjançant arrays. Per *Simplificar* tenim arrays de 6 elements corresponents als coeficients dels termes del polinomi:

$$\text{Array} = \left[ \begin{array}{c} \text{coef.} \\ x^2 \end{array}, \begin{array}{c} \text{coef.} \\ -x^2 \end{array}, \begin{array}{c} \text{coef.} \\ x \end{array}, \begin{array}{c} \text{coef.} \\ -x \end{array}, \begin{array}{c} \text{coef.} \\ x^0 \end{array}, \begin{array}{c} \text{coef.} \\ -x^0 \end{array} \right]$$

Queda clar doncs que tots aquests elements són nombres enters positius.

Exemple: [0, 1, 2, -3, -2, 0] és el polinomi  $-x^2+2x-3x-2$

En *Simplificar* hem utilitzat les següents variables d'aquest tipus:

*valorsenunciat* : coeficients del polinomi a reduir.

*valorssolucio*: coeficients del polinomi solució (ja reduït).

*valorstaulell*: coeficients del polinomi que teníem en les rajoles arrossegades al taulell.

En Multiplicar també hem fet ús d'aquests arrays per representar:

*valorssol*: coeficients del polinomi representat en el taulell.

*valorsfactor1*: coeficients dels polinomi factor 1.

*valorsfactor2*: coeficients dels polinomi factor 2.

I també hem fet ús d'un altre array, ara de 4 elements que representaven l'enunciat, el producte de factors:

$$\text{Array} = \left[ \begin{array}{c} \text{coef. } x \\ \text{factor 1} \end{array}, \begin{array}{c} \text{coef. } x^0 \\ \text{factor 1} \end{array}, \begin{array}{c} \text{coef. } x \\ \text{factor 2} \end{array}, \begin{array}{c} \text{coef. } x^0 \\ \text{factor 2} \end{array} \right]$$

Ara els valors poden ser positius o negatius.

Exemple: [0, -2, 3, -1] seria el producte a realitzar:  $-2(3x-1)$

També arrays de 4 elements els hem emprat per guardar al solució dels productes, en aquest cas:

Array = [	coef. $x^2$	,	coef. $x$	,	coef. $x^0$	,	0	]
-----------	-------------	---	-----------	---	-------------	---	---	---

Exemple: producte anterior  $-2(3x-1)=-6x+2$  seria l'array [0, -6, 2, 0].

## 4.4.2 Escriptura dels polinomis per pantalla

El pas de l'array a l'escriptura per pantalla dels polinomis de 6 elements s'ha fet mitjançant uns altres arrays que col·locaven els signes i part literal corresponents:

```
var signes = [ '+', '- ', '+', '- ', '+', '- ' ]    var tiles = [ 'x', 'x', 'x', 'x', '', '' ]
```

Ha calgut tractar els casos particular següents:

- Si els coeficients són 1 no els escriurem en els termes lineals i quadràtics.

Exemple: no volem  $1x^2 - 1x$  sinó  $x^2 - x$ .

- Si el polinomi és de grau 1 no volen escriure el signe positiu davant del nombre.

Exemple: no volem  $+2x - 1$  sinó  $2x - 1$ .

## 4.4.3 Generació dels exercicis

Els exercicis són generats mitjançant la crida a la funció `Math.random()` per cada coeficient. Hem de dir que per fer les proves vam limitar els valors entre -3 i 3 per reduir el temps de resolució dels exercicis. Els hem deixat així tot i que podríem ampliar una mica el rang i encara cabrien a la pantalla.

## 4.4.4 Drag & drop

Hem fet ús del widget *draggable* i *droppable* de la llibreria jQuery UI per tot el que és el treball amb rajoles algebraiques. Presentem una petita descripció de les opcions que s'han emprat:

```
/** fem que les rajoles de div stock es puguin arrossegar */
$( ".stock" ).draggable({
  helper: "clone",
  stop: function(ev, ui) {
    $(this).draggable('option', 'revert', 'invalid');
  }
});
```

Imatge 38: Ús de *draggable()*

Les rajoles del div stock tenen classe *.stock*. Mitjançant el *draggable* hem fet que es puguin arrossegar, que en ser arrossegades es creï un clon d'elles, i per últim que els clons tornin a lloc de sortida si no han pogut ser deixats anar (dropped) en algun lloc vàlid.

```
/** fem que el taulell accepti rajoles de div stock o bé del mateix div taulell */
$( "#droppable" ).droppable({
  accept: ".stock" || ".taulell",
  tolerance: "fit",
  drop: function (event, ui) {
    ui.draggable.clone().appendTo(this).css({
      position: "absolute", top: ui.position.top,
      left: ui.position.left}).removeClass("stock").addClass("taulell").draggable();
    $(".taulell").draggable('option', 'containment', '#droppable');
  }
});
```

Imatge 39: Ús de *droppable*

El div amb nom *droppable* és el taulell, les rajoles que estiguin dins d'aquest div tenen la classe *.taulell*. Amb *accept* estem dient que accepti només rajoles provinents de l'stock i del mateix taulell, han d'estar ben bé dins del div (*tolerance fit*) i quan es fa el drop la rajola arrossegada es quedi en la posició absoluta que tingui en aquell moment, se li canviï la classe *.stock* per la classe *.taulell*, podrà ser arrossegada dins el mateix taulell.

I per últim mostrar l'opció *over* que utilitzem quan movem una rajola sobre la paperera:

```
/** fem que el div que conté la paperera sigui droppable
 * quan s'hi arrosseguin rajoles s'actualitzaren valorstauell del taulell */
$("#prova").droppable({
  accept: ".taulell",
  over: function(){
    $("#tapa").animate({
      top: "-=10"}).animate({
      top: "+=10"});
  }
});
```

## 5. Proves i testeig

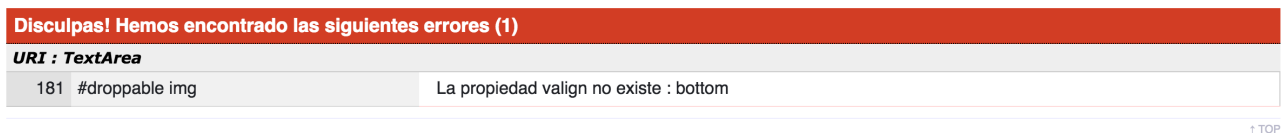
Les proves i testeig de l'aplicació s'ha anat fent paral·lelament a la implementació de l'aplicació. Comentem breument com hem procedit.

### 5.1 Validadors de sintaxi i resultats

Hem emprat validadors on line de codi css3 i html, cosa que ha permès trobar errors de sintaxi ràpidament.

A <http://jigsaw.w3.org/css-validator/> podem validar els nostres arxius css pujat els arxius, a través d'una URL o bé directament copiant el codi en un TextArea, això darrer és el que férem. La validació de l'arxiu rajoles.js ens mostrà una propietat al div droppable inexistent:

#### Resultados del Validador CSS del W3C para TextArea (CSS versión 3)



Imatge 40: Resultat de la validació de rajoles.css

Una vegada eliminada la propietat passàrem el test:



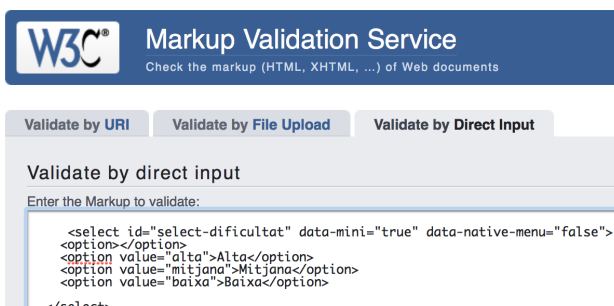
#### Resultados del Validador CSS del W3C para TextArea (CSS versión 3)



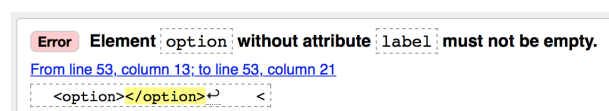
Puede mostrar este icono en cualquier página que valide para que los usuarios vean que se ha preocupado por crear una página Web interoperable. A continuación se encuentra el XHTML que puede usar para añadir el icono a su página Web:

Imatge 41: Codi de rajoles.css validat

EI mateix vam fer amb els codis index.html, pantalla\_ajuda.html, simplificar.html i multiplicar.html al web:



Imatge 42: En introduir codi de simplificar.html



Imatge 43: Resultat del test

Ens informava que no podíem tenir una opció d'un select buida. Aquest error considerem que no afecta greument al funcionament correcte de l'aplicació i no l'hem arreglat. En un principi l'aplicació no tenia una opció i quan usuari entrava a Simplificar ja es trobava un exercici per resoldre, en cas que no es desitgés resoldre l'exercici de la dificultat per defecte, no teníem manera de dir al comptador d'exercicis iniciats que no el comptés i és per això que es decidí l'opció buida, comptador d'exercicis iniciats a 0.

## 5.2 Proves en diferents dispositius físics i navegadors. Resultats

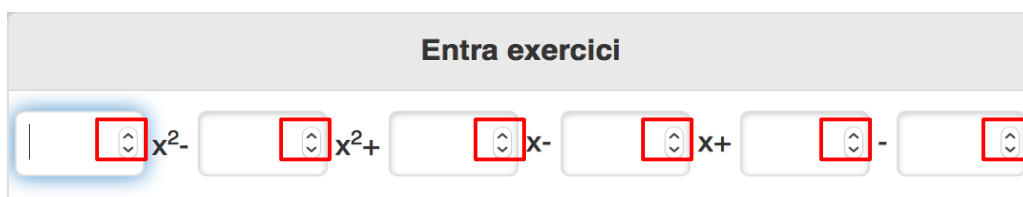
S'ha provat l'aplicació en els navegadors d'ordinadors portàtils citats anteriorment (Google Chrome, Safari i Mozilla Firefox).

S'ha provat en el simulador Ripple de Chrome per HTC, Iphone 4S i Samsung S3 mini.

S'ha provat en Iphone 4S a través de l'app per a dispositius mòbils Phoneygap, connectant amb el servidor via wifi. També en HTC One\_M8.

Una vegada empaquetada l'aplicació s'ha instal·lat amb èxit a HTC\_M8 i Samsung.

Comentar que mentre al simulador Ripple i navegadors webs obtenim els valors possibles en l'entrada de valors per part de l'usuari amb la fletxa incrementar/decrementar (veure imatge):



Imatge 44: Entrada de valors a Simplificar

en els dispositius mòbils això no passa, potser degut al reduït espai que es té. De totes maneres, encara que apareguin fletxes, es pot picar al teclat de l'ordinador un nombre no permès.

## 5.3 Proves unitàries

S'han provat els mètodes implementats un per un abastament.

Cal dir que en un percentatge elevat de casos, aquestes proves han estat fetes en els navegadors web Mozilla Firefox 43.0.2, Google Chrome o Safari 8.0.8 amb l'aplicació en marxa. Degut a la curta durada del projecte, fer córrer l'aplicació en aquests navegadors era molt més ràpid que no pas preparar tots els arxius de proves unitàries independents. També era molt més ràpid que emprar el simulador Ripple que fallava en molts moments. Hem pogut procedir així degut a què hem programat amb events de mouse, bàsicament clicks.

Per citar algunes de les proves que s'han fet: escriptura correcta dels polinomis en taulell, càlcul correcta del polinomi enunciat i solució, verificació correcta de cada pas, identificació de la

dificultat de l'exercici entrat, validació de valors entrats per l'usuari, correcte actualització de comptadors en llençar a la paperera (posar damunt taulell, eliminar parelles zero,...), ... I fins al més petit detall: no permetre que polinomi generat a l'atzar ja estigués reduït, no permetre l'escriptura dels 1 davant les x,...

## 5.4 Proves d'integració

També en els navegadors citats a l'apartat anterior, s'han fet les proves d'integració per verificar que les variables eren correctament reiniciades a cada exercici, els divs amb passos convenientment actualitzats,.... S'ha provat:

- navegació entre les pantalles de l'aplicació.
- resolució completa d'un exercici.
- resolució completa de més d'un exercici.
- diferents camins d'execució durant la resolució d'un exercici (llençar a la paperera, esborra la pantalla, ordenar).

## 5.5 Resultats de la fase de proves i testeig

L'aspecte més important a destacar és l'ordre en què cal executar l'aplicació per tal que funcioni:

**SEMPRE** de la pantalla inicial anirem a *Simplificar* (si abans no volem visitar l'Ajuda) i alternadament visitarem *Simplificar* i *Multiplicar*. De no seguir aquest ordre, veurem que no apareix popup inicial i no funcionen els botons Inici, Esborrar i Ordenar. No hem trobat la solució a aquest problema.

A la pantalla *Simplificar* tot funciona correctament. En les proves de desenvolupament dinàmic d'un exercici, a darrera hora veiérem un error que ha quedat pendent de resoldre: quan usem Ordenar en la resolució d'un exercici, l'aplicació segueix passos correctament, la barra pas en diu «Molt bé!» però no apareix el popup amb l'Informe de la feina feta. També queda pendent les alertes quan els valors entrats per l'usuari són decimals o caràcters no numèrics.

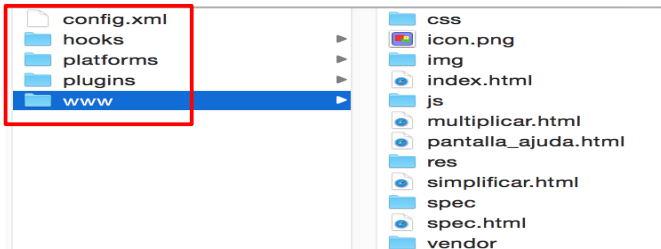
A la pantalla *Multiplicar* hi ha feina pendent per manca de temps:

- rajoles factors no es poden arrossegar a la paperera.
- alineació de les rajoles factor del lateral no funciona correctament. En el factors en horitzontal, l'ús de float left permet que en esborrar una rajola les altres corrin cap a l'esquerra. En els factors del lateral ha estat impossible l'ús de float right perquè sempre comença per top del div.
- cal implementar el fet que quan les rajoles solució són correctes però no estan en el rectangle, l'app no ens doni el resultat com a correcte fins que no estiguin dins el rectangle (popups ens guiaran).

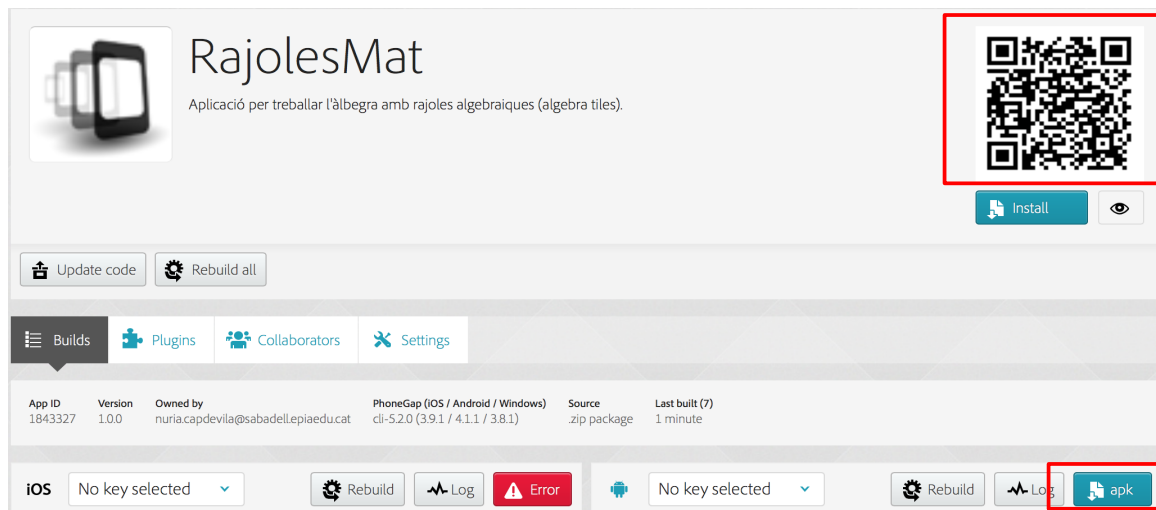


## 6. Empaquetament i instal·lació de l'aplicació

L'empaquetament de l'aplicació és ben senzill si partim d'un projecte Phonegap com és el nostre. Ja hem vist a l'arbre de navegació que Phonegap ens havia creat l'estructura necessària de fitxers, afegint el config.xml. Així només ha calgut comprimir els arxius en un sol fitxer RajolesMat.zip i Phonegap Build ens ha empaquetat l'app en el núvol.



Imatge 45: Comprimim arxius del requadre vermell



Imatge 46: Phonegap Build ja ha compilat la nostra app

No s'ha empaquetat l'aplicació per iOS degut a la necessitat i dificultat per obtenir els certificats que es requereixen per a desenvolupar en aquesta plataforma. Per Android el camí és més planer, tan sols cal copiar l'arxiu .apk al dispositiu mòbil i executar-lo, se'ns demanarà l'acceptació de la descàrrega d'una aplicació desconeguda (no ve del Google Play), a Configuració-seguretat podrem donar el permís, i ja tindrem la aplicació al mòbil. Una manera més senzilla de passar l'arxiu al mòbil és llegint el codi QR que Phonegap Build ha generat.

## 7. Manual d'usuari de l'aplicació

A manca d'un manual escrit, valgui el vídeo fet explicant funcionament de l'aplicació com a manual d'usuari, el trobareu a URL:

## 8. Conclusions

### 8.1 Consecució dels objectius

S'ha assolit l'objectiu de desenvolupar una aplicació educativa per a dispositius mòbils multiplataforma pel treball de l'àlgebra amb rajoles algebraïques.

L'aplicació es veu correctament, ocupant tota la pantalla en tots els dispositius smartphones en què ha estat provada i en un bon nombre de dispositius que permet el simulador Ripple. Ara bé, si carreguem l'aplicació en un iPad veiem que ocupa tota l'amplada de la pantalla però no passa el mateix amb la llargada. Què ens ha passat? Doncs senzillament que les prioritats van ser que l'app tingués totes les funcionalitats, vam deixar segon terme el responsive design i el que seria el Tema de la interfície (gama de colors, tipografia,...)

Tot i així pensem que té molt valor haver arribat a tenir l'aplicació disponible pels dispositius esmentats. En primer lloc perquè no existia res al mercat per Android, no hi havia res en català, tampoc res ens ofería informació sobre la feina feta. També podem dir que l'aplicació té totes les funcionalitats que es van plantejar, a destacar el poder canviar la dificultat de l'exercici a resoldre i el fet que hi hagi tant la pantalla multiplicar com simplificar.

Pel que fa als objectius secundaris, considerem que desenvolupar un producte de software de principi a fi ens ha permès fer-nos idea de la seva complexitat, de la necessitat de treballar en uns bons entorns de desenvolupament que ajudin en la depuració del codi.

També considero assolit l'objectiu de conèixer les últimes tecnologies en la creació d'aplicacions multiplataforma, no les dominem 100% però coneixem què existeix i què es pot fer.

### 8.2 Valoració personal

Puc dir que estic molt satisfeta del producte final obtingut. Malgrat el fet que no està perfectament adaptat per tauletes, els meus alumnes (sóc profe de mates) amb mòbils Android es poden perfectament instal·lar l'aplicació, cosa que fins ara no podien perquè no existia cap. Ara quan a l'escola els professors de matemàtiques ens trobem que no tenim aula d'informàtica lliure per anar, o bé quan la connexió a internet falli, podem dir als alumnes: «avui treballarem amb els vostres mòbils».

Fa dos anys quan vaig començar aquest mateix projecte, l'havia donat per perdut el projecte en no funcionar en el dispositiu mòbil el drag & drop, en matricular-me novament vaig pensar a canviar el projecte, si no l'he canviat és gràcies al suport i ànims rebuts per part del consultor Carlos Sánchez Rosa, com bé em va dir, calia que fes quelcom que m'agradés molt, i sí, m'agrada molt. Les hores a

dedicar són tantes que d'altra manera no podria ser. També aprofito per agrair al consultor Antonio Rodríguez Gutiérrez els seus feedbacks a les pacs.

La planificació es va veure clarament modificada en no haver sabut que la pac2 consistia en el DCU, fa dos anys no es feia. El DCU suposa moltes hores de feina que no vaig calcular.

Ja a les vacances de nadal, tenia la pantalla simplificar a punt però la il·lusió per aconseguir que també funcionés la pantalla multiplicar m'ha fet dedicar més i més hores a la implementació que les que suposava, havent de treure moltes hores de dormir per acabar la memòria i enllestir presentació i vídeo. Moltíssima feina!!!! Moltes més hores que les previstes a la planificació, sort que estava de vacances!

### 8.3 Línies obertes

Les línies que queden obertes un cop acabat el treball són:

- Responsive Design, permetria adaptar l'app a dispositius de mida mitjana. L'ús de media queries de css podria resoldre'ns la situació.
- Ampliar el tipus d'exercici que l'app ofereix. Així podríem sumar i restar polinomis, factoritzar expressions i resoldre equacions.
- Fer un disseny més personalitzat i curiós de la interfície creant un Tema amb l'eina que ens ofereix jQueryMobile que és ThemeRoller. ThemeRoller permet ajustar i definir color, tipografies,... dels components d'interfície o widgets que ofereix la JQueryMobile.
- Permetre el registre d'usuari alumne i professor per dotar al professor d'una plataforma des d'on poder fer un seguiment del treball de l'alumnat. Respondríem així a una demanda provinent dels usuaris professors que volen controlar la feina que realitzen els seus alumens a l'aula o fora de l'aula.

# Bibliografia

FIRTMAN, Maximiliano. *jQuery Mobile. Aplicaciones HTML5 para móviles*. Ediciones Anaya Multimedia, 2012

DIEGO GAUCHAT, Juan. *El gran libro de HTML5, CSS3 & Javascript*. Ediciones Técnicas Marcombo, 2013

GÓMEZ GUTIÉRREZ, Juan Antoni. *Aprender jQuery con 100 ejercicios básicos*. Ediciones Técnicas Marcombo, 2014

## Materials UOC

*Disseny centrat en l'usuari*, Muriel Garreta Domingo i Enric Mor Pera

*Desarrollo para entornos multiplataforma y dispositivos iOS*, PID\_00209908 Pau Ballada

*Desarrollo para entornos multiplataforma*, PID\_00209910 Pau Ballada

*Disseny d'interfícies*

<http://multimedia.uoc.edu/blogs/dii/disseny/pautes-de-disseny/pautes-de-disseny-de-pagines-web/>

*Disseny centrat en l'usuari*. Jordi Almirall

<http://cv.uoc.edu/webapps/xwiki/wiki/matm1202es/view/Main/1.+Introducció>

## Materials IOC

*Entorns de desenvolupament*

[http://ioc.xtec.cat/materials/FP/Materials/2252\\_DAM/DAM\\_2252\\_M05/web/html/index.html](http://ioc.xtec.cat/materials/FP/Materials/2252_DAM/DAM_2252_M05/web/html/index.html)

## Webs (consultades entre el 16/9/2015 i el 8/1/2015)

jQuery UI 1.11 API documentation

<http://api.jqueryui.com/>

jQuery UI Touch Punch: Touch Event Support for jQuery UI

<http://touchpunch.furf.com>

jQuery Mobile 1.4 API Documentation and Demos

<http://api.jquerymobile.com>

<http://jquerymobile.com/demos/>

ThemeRoller

<https://themeroller.jquerymobile.com>

Ripple

<https://ripple.com>

Kinetic.js

<http://www.kineticjs.com>

konva.js

<http://konvajs.github.io>

W3schools

<http://www.w3schools.com>

Didáctica y divulgación de la programación

<http://www.aprenderaprogramar.com>

Article de Maximiliano Firtman, autor del llibre 1 referenciat

<https://www.smashingmagazine.com/2013/03/getting-started-jquery-mobile/>

StackOverFlow

<http://stackoverflow.com>

Desarrollo web

<http://www.desarrolloweb.com>

qUnit js unit testing

<https://qunitjs.com/>

MakeAppIcon

<http://makeappicon.com>

jsFiddle

<https://jsfiddle.net>

Web de Jesse James Garrett

<http://www.jjg.net/ia/visvocab/spanish.html>

LibrosWeb

<http://librosweb.es/libros/>

Introducción a CSS, Introducción a Javascript, CSS avanzado, Fundamentos de jQuery

IBM Developers Works

<http://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/mo-jquery-responsive-design/>