



# **iMath: Disseny i implementació d'una aplicació mòbil en un entorn matemàtic a 1r curs d'ESO**

TREBALL DE FINAL DE MÀSTER

Autor/a: Adrià Acero Montes

Tutor/a: Francisco José Zaragoza Serrano

Màster universitari en Formació del Professorat d'Educació Secundària Obligatòria  
i Batxillerat, Formació Professional i Ensenyament d'Idiomes

Any: 2024

## DECLARACIÓ

Declaro que el material d'aquest document, que ara presento, és fruit de la meua pròpia feina. Qualsevol ajuda rebuda d'altres persones ha estat citada i reconeguda dins d'aquest document. Faig aquesta declaració sabent que incomplir les normes relatives a la presentació de treballs pot comportar conseqüències greus. Soc conscient que el document no s'acceptarà tret que es lliuri amb aquesta declaració.

Signatura:

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Adrià Acero Montes

*L'objectiu principal de la educació és crear persones capaces de fer coses noves,  
no simplement repetir el que altres generacions han fet.*

Jean Piaget

## Resum

En la memòria d'aquest treball final de màster s'explica el projecte iMath, el disseny i la implementació d'una aplicació mòbil, dins de l'àmbit de les matemàtiques per a alumnes de 1r d'ESO desenvolupada durant el curs 2022-2023 al Col·legi Lestonnac de Barcelona. El projecte es basa en l'ús de la metodologia learning by doing, la qual permet als estudiants desenvolupar habilitats tècniques i creatives mentre desenvolupen una aplicació educativa. Aquesta iniciativa s'emmarca en un enfoc STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), que promou una educació multidisciplinària integrant coneixements científics i tècnics amb el desenvolupament creatiu.

Durant l'execució del projecte, els alumnes van treballar en grups heterogenis, seguint una metodologia de desenvolupament en cascada, dividint el procés en fases clares i seqüencials: anàlisi de requeriments, disseny, desenvolupament, testeig i lliurament. Això ha permès als alumnes familiaritzar-se amb una metodologia de desenvolupament de software que es fa servir en entorns professionals reals. Un cop finalitzat el projecte, els alumnes han avaluat les seves pròpies aplicacions mitjançant un model d'avaluació, coavaluació y heteroavaluació per tal de millorar el producte final i l'experiència d'aprenentatge.

Els resultats obtinguts mostren una bona acceptació del projecte per part dels estudiants, que han valorat de forma positiva tant la metodologia emprada com l'ús d'eines tecnològiques. Tot i això, es proposen millores futures com la introducció de projectes inicials per familiaritzar els alumnes amb les eines tecnològiques abans d'iniciar el projecte principal. El treball conclou que aquest tipus de projectes pot millorar la motivació dels estudiants en àrees com les matemàtiques, facilitant un aprenentatge més significatiu i aplicat.

## Resumen

En la memoria de este trabajo final de máster se explica el proyecto iMath, el diseño y la implementación de una aplicación móvil, dentro del ámbito de las matemáticas por alumnos de 1º curso de ESO, desarrollada durante el curso 2022-2023 en el Col·legi Lestonnac de Barcelona. El proyecto se basa en el uso de la metodología learning by doing, la cual permite a los estudiantes desarrollar habilidades técnicas y creativas mientras desarrollan una aplicación educativa. Esta iniciativa se enmarca en un enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), que promueve una educación multidisciplinar integrando conocimientos científicos y técnicos junto con un desarrollo creativo.

Durante la ejecución del proyecto, los alumnos trabajaron en grupos heterogéneos, siguiendo una metodología de desarrollo en cascada, dividiendo el proceso en fases claras y secuenciales: análisis de requisitos, diseño, desarrollo, fase de pruebas y entrega. Esto permite a los alumnos familiarizarse con una metodología de desarrollo de software que se utiliza en entornos profesionales reales. Una vez finalizado el proyecto, los alumnos han evaluado sus propias aplicaciones mediante un modelo de evaluación, coevaluación y heteroevaluación para mejorar el producto final y la experiencia de aprendizaje.

Los resultados obtenidos muestran una buena aceptación del proyecto por parte de los estudiantes, que han valorado de forma positiva tanto la metodología de trabajo usada como el propio uso de herramientas tecnológicas. De igual forma, se proponen mejoras futuras como la introducción de proyectos iniciales con el objetivo de familiarizarse con las herramientas tecnológicas antes de iniciar el proyecto principal. El trabajo concluye que este tipo de proyectos puede mejorar la motivación de los estudiantes en áreas como las matemáticas, facilitando un aprendizaje significativo y aplicado.

## **Abstract**

In this master's dissertation, the iMath project is explained, the design and implementation of a mobile application, within the field of mathematics by students in the first year of ESO, developed during the 2022-2023 academic year at the Col·legi Lestonnac in Barcelona. The thesis is based on the use of learning by doing methodology, which allows students to develop technical and creative skills while developing an educational application. This initiative is framed within a STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics) approach, promoting multidisciplinary education by integrating scientific and technical knowledge with creative development.

During the execution of the project, the students worked in heterogeneous groups, following a waterfall development methodology, dividing the process into clear and sequential phases: requirements analysis, design, development, testing phase, and delivery. This allows students to familiarize themselves with a software development methodology that is used in professional environments. Once the project was completed, the students evaluated their own applications through a model of self-assessment, peer assessment, and external assessment to improve the final product and the learning experience.

The results obtained show a good acceptance of the project by the students, who positively valued both the work methodology used and the use of technological tools. Likewise, future improvements are proposed, such as the introduction of initial projects with the aim of familiarizing students with technological tools before starting the main project. The work concludes that this type of project can improve students' motivation in areas such as mathematics, facilitating meaningful and applied learning.

## **Paraules clau / Palabras clave / Keywords**

STEAM – Learning by doing – Aplicació Mòbil – Matemàtiques – Innovació educativa

STEAM – Learning by doing – Aplicación Móvil – Matemáticas – Innovación educativa

STEAM – Learning by doing – Mobile App – Maths – Educational Innovation

# Índex

Índex .....	8
Introducció.....	11
1 Context global del projecte .....	12
1.1 Objectius principals del projecte.....	12
1.2 Metodologia emprada .....	13
1.3 Estructura de la memòria .....	14
2 Marc teòric.....	16
2.1 El concepte STEAM.....	16
2.2 Metodologies de treball .....	19
2.2.1 Aprenentatge basat en problemes.....	19
2.2.2 Aprenentatge basat en projectes.....	20
2.2.3 Design Thinking .....	20
2.2.4 Gamificació .....	22
2.3 Aprenentatge cooperatiu amb metodologia STEAM.....	23
2.3.1 Teoria i enfocament sobre la dinàmica de grups .....	23
2.3.2 Formació de grups .....	24
2.4 Conclusions del marc teòric .....	25
3 Descripció i implementació del projecte .....	29
3.1 Context general del centre .....	29
3.2 Context particular del projecte.....	33
3.3 Metodologia docent.....	33
3.4 Metodologia de desenvolupament de software .....	35
3.4.1 Waterfall (o cascada) .....	35
3.4.2 Spiral (o espiral) .....	37
3.4.3 Metodologia AGILE .....	38
3.5 Eines tecnològiques emprades .....	41
3.6 Planificació i implementació del projecte.....	42
3.6.1 Anàlisis de requeriments: .....	43
3.6.2 Disseny de l'aplicació .....	43



3.6.3	Desenvolupament de l'aplicació .....	45
3.6.4	Testeig i millora de l'aplicació .....	46
3.6.5	Entrega i presentació.....	47
3.7	Avaluació del projecte .....	51
3.7.1	Heteroavaluació.....	52
3.7.2	Coavaluació.....	53
3.7.3	Autoavaluació.....	55
4	Anàlisi de resultats.....	57
4.1	Models d'avaluació d'experiència d'usuari.....	57
4.1.1	Model MUSIC .....	57
4.1.2	Model BLA.....	58
4.2	Resultats obtinguts.....	59
4.2.1	Model BLA.....	59
4.2.2	Model MUSIC .....	63
	Conclusions i línies de futur .....	65
	Bibliografia.....	71
	Annexos .....	75
	Annex 1 – Enquesta valoració projecte iMath – Model MUSIC.....	75

## Índex de taules

Taula 1	Comparativa metodologies de desenvolupament de software .....	40
Taula 2	Contingut pantalles a dissenyar dins l'aplicació .....	44
Taula 3	Planificació inicial del projecte per sessions .....	48
Taula 4	Planificació final del projecte per sessions .....	49
Taula 5	Avaluació final del projecte .....	51
Taula 6	Rúbrica heteroavaluació .....	52
Taula 7	Rúbrica Coavaluació intergrupal .....	53
Taula 8	Rúbrica Coavaluació intragrupal .....	54
Taula 9	Rúbrica Autoavaluació .....	55
Taula 10	Resultats Model BLA: Punts Forts Comuns .....	59
Taula 11	Resultats Model BLA: Punts Forts Particulars .....	60
Taula 12	Resultats Model BLA: Punts Febles Comuns .....	61
Taula 13	Resultats Model BLA: Punts Febles Particulars .....	62
Taula 14	Resultats Model MUSIC: Puntuació .....	63

## Índex de figures

Figura 1	Sigles que formen el concepte STEM .....	17
Figura 2	Sigles que formen el concepte STEAM .....	17
Figura 3	Etapas del Design Thinking .....	21
Figura 4	Mapa situació Col·legi Lestonnac a Barcelona .....	30
Figura 5	Organigrama de l'estructura interna del centre .....	31
Figura 6	Explicació teòrica inicial del projecte .....	34
Figura 7	Fases del model de desenvolupament en cascada .....	36
Figura 8	Estructura del model de desenvolupament en espiral .....	37
Figura 9	Logo de l'eina App Inventor .....	41
Figura 10	Alumnes elaborant els exercicis a mà .....	43
Figura 11	Plantilla per a realitzar el Mockup .....	44
Figura 12	Exemple de l'apartat Dissenyador d'App Inventor .....	45
Figura 13	Exemple de l'apartat Blocs d'App Inventor .....	46
Figura 14	Exposició oral del projecte per part d'un dels grups .....	48
Figura 15	Resultats Model MUSIC: Gràfic .....	64

## Introducció

Sabies que, segons les dades de l'informe The Future of Job Reports (2023) publicat el passat mes de maig pel Fòrum Econòmic Mundial, les professions que tindran un major creixement i, per tant, necessitaran d'un major nombre de professionals, estan directament relacionades amb la tecnologia i la digitalització?

Sabies també que, segons el II Informe sobre necesidades del mercado de trabajo (2023) de The Adecco Group Institute, les vacants relacionades amb professionals de l'àmbit IT, que segueix creixent any rere any, son les més difícils de cobrir per manca de professionals del sector, especialment a Catalunya.

Potser aquesta informació no és el primer com que l'escoltes però, a que és degut? I, sobre tot, com es poden fomentar habilitats relacionades amb la tecnologia, el pensament computacional, la intel·ligència artificial o la programació en les diferents etapes dels entorns educatius?

En aquesta memòria corresponent al treball final del Màster Universitari en Formació del Professorat de Secundària (especialitat en Matemàtiques) es descriu el projecte anomenat iMath que tracta el disseny, la implementació i l'avaluació d'un projecte d'innovació educativa a través d'un enfoc STEAM (Ciència, Tecnologia, Enginyeria, Arts i Matemàtiques) en alumnes de primer cicle d'Educació Secundària Obligatòria (ESO).

Cal comentar que, aquest projecte no només ha arribat a una fase de disseny, sinó que s'ha implementat en un entorn real, on un grup d'alumnes l'han desenvolupat durant un període notable de temps, arribant a un producte final, el qual ha estat avaluat.

# 1 Context global del projecte

Soc enginyer de professió, però docent de vocació. Aquest tàndem fa que, a banda d'explicar matemàtiques o tecnologia, em trobi immensament atret per la unió del món educatiu amb el món tecnològic, amb independència del nivell educatiu.

Durant la realització del meu Grau en Enginyeria Electrònica de Telecomunicacions a La Salle (Universitat Ramon Llull), vaig tenir la oportunitat d'entrar a col·laborar en aspectes docents, inicialment fent resolució de dubtes o problemes, però finalment, un cop finalitzats els meus estudis, com a professor auxiliar, tasca que, 5 anys després d'haver finalitzat els meus estudis, actualment encara exerceixo.

El meus coneixements tècnics en àrees com l'electrònica o la programació, junt amb la meua vocació docent, ha fet que, en aquest anys m'hagi esforçat en emprar eines tecnològiques per a la millora de l'aprenentatge dels meus alumnes.

Actualment, en aquest curs, he cursat el Màster Universitari en Formació del Professorat en Secundària (especialitat en Matemàtiques), amb l'objectiu de continuar i millorar la meua formació com a docent.

Aquest màster, segons consta a al guia acadèmica, té 4 parts ben diferenciades: Les assignatures troncales, les assignatures optatives segons l'especialitat, el pràcticum i el treball final de màster. En aquest projecte, he emprat les facilitats que he trobat en el meu període de pràctiques a l'escola per a poder desenvolupar un projecte educatiu real mitjançant la metodologia STEM, el qual ha esdevingut el meu treball final de màster.

El col·legi on he desenvolupat les pràctiques i, posteriorment, la part pràctica del treball final de màster ha estat el Col·legi Lestonnac, un centre concertat per la Generalitat ubicat al barri de la Dreta de l'Eixample de Barcelona, a tocar de l'emblemàtic Passeig de Gràcia.

Aquest centre, on es dona molta importància a l'aprenentatge per competències i a les noves tecnologies m'ha permès, fora del meu horari de pràctiques del màster, desenvolupar aquest projecte d'innovació en horari lectiu amb un grup d'alumnes de 1r d'Educació Secundària Obligatoria (ESO).

El projecte pròpiament, tot i que s'explicarà amb més detall en propers apartats d'aquesta memòria tracta sobre el desenvolupament per grups d'una aplicació mòbil que fomenti i millori els exercicis de l'assignatura de matemàtiques.

## 1.1 Objectius principals del projecte

La finalitat principal pel qual s'ha desenvolupa aquest projecte és apropar procediments, eines o procediments del món tecnològic a un àmbit educatiu primerenc com és el primer curs del cicle d'ESO. Eines o metodologies segurament fins ara desconegudes pels alumnes.

Òbviament, aquest fet obre un ventall més ampli d'aspectes que també es poden emmarcar com a objectius de desenvolupament d'aquest projecte els quals comentem a continuació:

- Potenciar l'interès per la tecnologia en l'etapa secundària d'educació obligatòria. Generalment, aquestes activitats o projectes no s'inclouen en el currículum habitual, sinó que els alumnes tenen aquesta aproximació en un àmbit educatiu extraescolar. El fet de no potenciar aquest tipus d'àrees en l'educació curricular fa que no hi hagi una gran quantitat d'alumnes que es plantegin seguir estudiant titulacions d'àmbits tecnològics i per tant, genera una gran falta de professionals del sector IT.
- Demostrar que no cal tenir grans coneixements tecnològics per desenvolupar una aplicació mòbil. Existeix la creença que programar és difícil, que no és fins a un àmbit universitari en que la persona està capacitada per programar. Aquest projecte es vol fer conscients els alumnes de les seves habilitats mitjançant el desenvolupament d'una aplicació mòbil d'inici a fi, amb el suport del professorat.
- Fomentar el pensament computacional mitjançant el learning by doing. Ja que, com comenten Costa (2017) i Girona-García i altres. (2022) el pensament computacional es una forma d'abordar problemes i desafiaments que l'alumne es pot trobar en un futur, de forma estructurada, d'igual forma que ho fa un ordinador, especialment aquells relacionat amb les matemàtiques. A més a més, el pensament computacional també tracta aspectes sobre la lògica, el raonament o la creativitat.
- Augmentar la motivació dels alumnes en la realització d'exercicis de matemàtiques. Els model tradicionals de l'aprenentatge de matemàtiques acostumen a tenir tres parts diferenciades. En la primera el professor fa una explicació magistral i exposa un exemple, seguidament els alumnes fan tot un conjunt de problemes proposats pel professor i finalment el professor els corregeix. És a dir, els alumnes aprenen per repetició. En aquest projecte es vol fomentar una altra metodologia en que, amb l'excusa de la realització d'una aplicació mòbil, siguin els alumnes els que proposin exercicis per a altres alumnes, és a dir, fan el rol d'alumnes i professor alhora, amb la auto-responsabilitat de que formen part del procés d'aprenentatge dels seus companys.

Tot i que s'han descrit de forma individual, son objectius interrelacionats entre ells i que formen part de les habilitats, procediments i actituds que son, i seran, necessàries en un futur laboral proper i llunyà alhora.

## 1.2 Metodologia emprada

Un dels objectius d'aquest projecte era fer que l'alumne sigues el protagonista del seu propi coneixements, sent ell qui, al seu ritme, anés aprenent a mesura que desenvolupava, és a dir, el que es coneix com learning by doing, òbviament sota la supervisió i mentoria del professorat.

Per desenvolupar l'aplicació s'han format grups de 3 o 4 alumnes i s'ha seguit una metodologia utilitzada per desenvolupar software en un entorn real d'empresa, anomenada metodologia en cascada, en que hi ha un conjunt de cinc fases clarament diferenciades que es van repetint de forma cíclica fins que l'equip de treball considera

que s'ha arribat a un producte adequat. Aquest producte se'l denomina en la indústria Minimum Viable Product (MVP).

Les fases han estat les següents:

- Anàlisi de requeriments (requirements analysis).
- Disseny (design).
- Desenvolupament (development).
- Testeig (testing).
- Entrega (deployment).

El projecte ha estat planificat inicialment per tenir una durada de 14 sessions, tenint en compte que cada setmana hi havia planificades, segons l'horari acadèmic del col·legi, dues sessions d'una hora cadascuna.

La forma de treballar de forma general dins de cada fase ha constatat d'una explicació inicial per part del professorat per marcar les línies d'actuació de cada fase i d'una gran part de temps dedicat pels alumnes per treballar de forma autònoma per grups on podien fer consultes al professorat que actuaven com a mentors professionals del sector.

Un cop cada grup havia realitzat de forma satisfactòria i supervisada pel professorat les 4 primeres fases del projecte, l'entrega constava d'una exposició oral per grups on explicaven què havien fet i quin procediment havien seguit.

Un cop finalitzat el projecte es va realitzar una avaluació integral dels alumnes, basada en tres conceptes:

- Avaluació personal (o autoavaluació): Realitzada pel propi alumne.
- Avaluació heterogènia: Realitzada per part dels professors.
- Coavaluació: Realitzada pels mateixos alumnes, entre iguals.
  - Avaluació intergrup: Avaluació entre els diferents grups existents.
  - Avaluació intragrup: Avaluació entre els diferents integrants de cada un dels grups.

Finalment, per tal de valorar l'acollida que havia tingut el projecte en els alumnes i quina era l'opinió d'ells durant el procés, es van dur a terme dues tècniques d'avaluació de l'experiència d'usuari validades i àmpliament emprades en el món d'empresa:

- Model MUSIC: Permet avaluar la motivació que experimenten els usuaris en la realització d'una tasca o un projecte de forma quantitativa.
- Model BLA: Valoració de l'experiència d'usuari més profunda i qualitativa, a través d'una entrevista socràtica amb els agents implicats en l'estudi.

### **1.3 Estructura de la memòria**

Inicialment, en aquest mateix apartat, s'ha realitzat una introducció al treball, fent una explicació dels motius principals pels quals s'ha decidit realitzar aquest projecte, així com la motivació personal.

S'ha fet una breu descripció de l'entorn en que s'ha desenvolupat, fent una contextualització del centre, de l'assignatura on s'ha desenvolupat i dels alumnes que han participat al projecte així com dels objectius tant principal com secundaris que es busquen.

Seguidament, en el següent apartat de la memòria del projecte, es realitzarà un estudi de l'estat de l'art, explicant l'estreta relació de la tecnologia en l'àmbit educatiu, fent un estudi de la metodologia STEAM i de com aquesta es relaciona amb l'educació a través de diferents projectes.

Un cop realitzada la part més introductòria i teòrica ens centrarem en el gruix del projecte, on farem una descripció global, una explicació dels objectius i de la tecnologia emprada, es detallarà quina va ser la planificació inicial i com va acabar sent la implementació final, així com els mètodes d'avaluació del projecte.

A continuació, un cop explicat tot el gruix de la implementació del projecte, es farà un anàlisi dels resultats obtinguts a través dels dos models d'avaluació d'experiència d'usuari esmentat i, per finalitzar una exposició de les conclusions generals del projecte, dels punts de millora i s'elaboraran les línies de futur del mateix.

## 2 Marc teòric

L'Objectiu i el sentit de d'aquest segon gran bloc del projecte consisteix en proporcionar una base teòrica sòlida en relació amb la implementació general de projectes STEAM a l'aula. Especificament, s'emmarca en el primer cicle de la Educació Secundària Obligatoria (ESO), en concret en el primer curs.

Aquest marc teòric servirà com a context i donar fonament al projecte que posteriorment s'explicarà. Es parlarà de conceptes claus com la idea STEAM, les diferents metodologies de treball que hi ha, la innovació pedagògica o la formació de grups de treball.

En explorar dins d'aquests conceptes es parlarà de com cadascun d'ells s'integra en la implementació pràctica del projecte STEAM a l'aula afavorint, d'aquesta forma, una millor comprensió de la teoria i una aprenentatge significatiu per a l'alumne.

Aquest capítol està estructurat en diferents apartats clau. Inicialment es presenta el concepte STEAM, la seva definició, el seu origen, història i la importància en l'educació. Seguidament es parla de diferents metodologies de treball, des de les més tradicionals fins les més innovadores que es poden aplicar a projectes STEAM com l'aprenentatge basat en projectes o la gamificació. Per continuar, s'analitza quin ha estat l'impacte del STEAM en l'aprenentatge d'es d'una evidència científica posat estudis com a exemples. Finalment, es parla de com formar els grups de treball, dinàmiques i criteris per a una organització que afavoreixi l'ambient de treball.

### 2.1 El concepte STEAM

Les sigles STEAM fan referència a un enfocament educatiu que integra 5 disciplines que treballen de forma conjunta: Ciència, Tecnologia, Enginyeria, Arts i Matemàtiques (en la seva versió en anglès Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics). Aquest enfocament no busca únicament treballar aquestes matèries de forma independent, sinó que busca combinar-les per a fomentar el pensament crític, la creativitat, la resolució de problemes a través de projectes o activitats pràctiques (Zamorano i altres., 2018).

El concepte originari no era STEAM, sinó STEM (Science, Technology, Engineering i Mathematics), però per parlar del seu origen hem d'anar a la dècada dels anys 70-80 quan Seymour Paper, un matemàtic va construir una joguina amb programació incorporada per a nens, el Lego-Logo. Paper donava especial importància als jocs amb engranatges per a nens, ja que considerava que desenvolupaven el seu pensament.

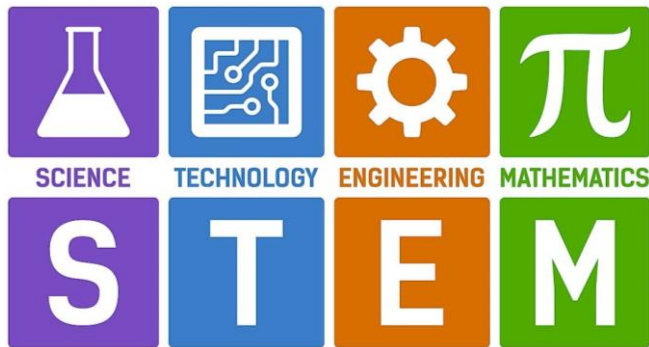
Tot i això no va ser fins als anys 90 quan la National Science Foundation (NSF) va emprar el terme original SMET que als pocs anys va desenvolupar en el concepte conegut STEM.

No va ser fins al 2010 quan es va començar a donar importància a aquests nou model educatiu en ciències i es va començar a incloure dins del currículum a nivell educatiu, especialment als Estats Units. A Europa, el primer cop que va aparèixer aquest concepte a nivell oficial, va ser al 2005 a l'informe de la Comissió Europea: "Europe



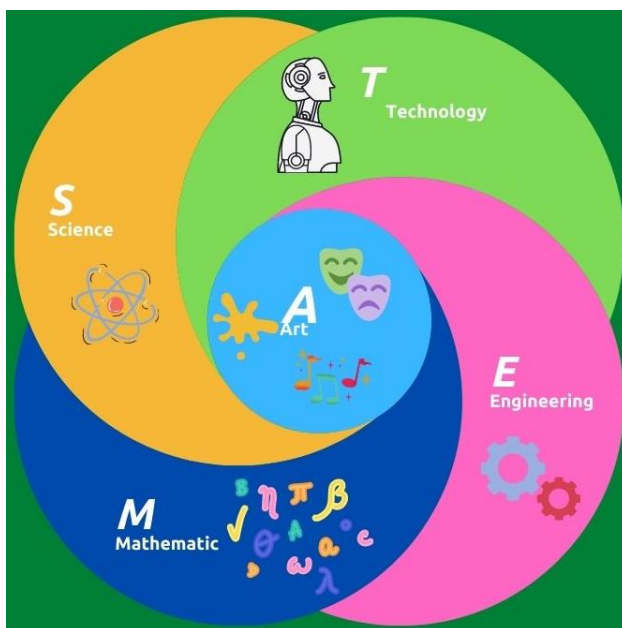
Needs More Scientists: Report by the High Level Group on Increasing Human Resources for Science and Technology”.

Figura 1  
Sigles que formen el concepte STEM



La inclusió del concepte Art dins del mon STEM, i la posterior conversió de les sigles STEM a STEAM va estar promoguda per la Rhode Island School of Design dels Estats Units, l'any 2011. S'afirmava que a aquests conceptes tècnics necessitaven un punt multidisciplinari que comentes la creativitat de l'alumne potenciant les seves capacitats i habilitats i, d'aquesta forma, enriquint la resta de coneixements en el procés d'aprenentatge, d'aquesta forma es fa determinar que el concepte que millor referenciava aquesta idea era l'art. D'aquesta forma s'incorpora una perspectiva central en les altres disciplines, que les uneix ,que va més enllà del que és tècnic o científic i convida a l'alumne a creat i aportar noves habilitats, fomentant el pensament crític. (Smith, 2013).

Figura 2  
Sigles que formen el concepte STEAM



A les últimes dècades, com s'ha comentat en la introducció d'aquest treball, s'ha donat una situació en la que es requereix que des de les institucions, especialment, les relacionades amb l'educació, es potenciïn aquests conceptes i perfils ja que s'han donat dos fenòmens:

- Per una banda hi ha hagut un decrement de l'interès dels estudiants per l'estudi de titulacions o assignatures relacionades amb les àrees científicotècniques en els últims anys (Esteve i Solbes, 2017).
- Per altra banda hi ha hagut un augment important de la necessitat de professionals qualificats en al camp de la tecnologia. Ja que, tot i que la inclusió de la robòtica i de la informàtica hagi automatitzat certes tasques, segueix havent una necessitat de professionals amb habilitats per crear, dissenyar i dirigir aquestes tecnologies de forma òptima (The Future of Job Reports, 2023).

Es per això que va néixer la necessitat de crear un model educatiu basat en la interdisciplinarietat, afegint conceptes de tècnics de l'àrea de la tecnologia, l'enginyeria, la ciència i les matemàtiques, amb un punt comú de confluència, l'art.

Aquest model del que es parla, es basa en la idea de presentar un problema real in contextualitzat a l'alumne que aquest, a través de diverses metodologies que posteriorment s'explicaran, ha de solucionar, generalment treballant de forma grupal.

D'aquesta forma, la part resolutiva del problema té tres moments o etapes clarament diferenciats: Contextualització del problema, disseny creatiu i implicació emocional:

A continuació es detalla cada una d'aquestes etapes:

- Contextualització del problema: Etapa inicial del projecte en la que es prepara a l'alumnat pel projecte que s'ha de desenvolupar. Es fa un anàlisi i una explicació profunda de quin és el problema y perquè és important buscar una solució (Kim i Kim, 2016).
- Disseny creatiu: És la etapa més important del procés, ja que és en la que l'alumne o grup d'alumnes proposen la resolució del problema. És la part més extensa també, ja que es busca que cada grup d'alumnes treballin de forma autònoma, creativa i cooperativa per analitzar detalladament el problema, proposar un conjunt de solucions viables, estudiar-les totes, escollir una d'elles i aplicar-la. Es fomenta una actitud activa, creativa i crítica de l'alumnat en l'aplicació de la solució al problema. S'han d'incloure conceptes del procés tecnològic en la resolució del problema a través de l'ús de concepte, eines i recursos TIC. És en aquest apartat on és desenvolupen metodologies de treball denominades actives, les quals s'explicaran en més detall en el proper punt de la memòria.
- Implicació emocional: És l'etapa encarregada encarrega de l'anàlisi del projectes des de una vessant emocional. Tracta d'ajudar els alumnes reflexionar sobre la feina realitzada, la implicació i aportació que ha realitzada cada un dels individus al projecte, sempre des de un punt de vista positiu, de satisfacció intel·lectual, posant en valor la contribució individual de cada un dels alumnes per aconseguir un resultat satisfactori de tot el grup. Es realitza una avaluació tant del procés que s'ha desenvolupat y dels resultats obtinguts ja sigui a nivell personal o grupal. És la etapa important per treballar competències emocionals com pot ser la

acceptació dels resultats obtinguts o la motivació de treballar en grup per aconseguir un bé comú, tot i que la solució a la que s'ha arribat no sigui òptima ni el grup de treball sigui el desitjat inicialment pels alumnes, fent èmfasi en que l'important no és el resultat final sinó el procés d'aprenentatge autònom que s'ha desenvolupat, així com s'han anat resolent els diversos problemes que han anat succeint i que s'ha après de cada un d'ells (Marina, 2016).

## **2.2 Metodologies de treball**

El concepte STEAM es un model educatiu d'aprenentatge que permet l'aproximació del procés d'ensenyament i d'aprenentatge des de un procés actiu, basat en la experimentació, que permet fomentar ponts entre diferents disciplines relacionades amb la ciència i la tecnologia (Yakman, 2008).

Des del punt de vista del professorat, podem dir que la metodologia STEAM fomenta l'aprenentatge autònom de l'alumne mitjançant el tinkering, que segons afirmen Mader i Dertien (2016), és un concepte que promou l'aprenentatge de l'alumne mitjançant l'experimentació y l'interès personal, tot de forma intuïtiva, facilitant d'aquesta forma els processos creatius, amb una important implicació emocional, que, com s'ha explicat, es treballa un cop s'ha finalitzat el projecte.

Com s'ha explicat, en projectes basats en models STEAM, es deixen de banda metodologies de treball a l'aula més tradicionals, on el rol del docent és l'eix central de la sessió i es posa en el centre de l'ensenyament l'alumne, fent-lo protagonista del mateix.

És a dir, es deixen de banda metodologies com podria ser la classe magistral, per aplicar altres metodologies més modernes, denominades metodologies actives, que enllacen directament amb concepte STEAM i el seu marc teòric.

Seguidament, s'explicaran algunes de les metodologies actives que es troben en relació directa amb el treball i la implementació de projectes STEAM:

### *2.2.1 Aprenentatge basat en problemes*

Anomenada originàriament en anglès com Problem-based Learning (PBL), és una metodologia de caràcter inductiu on l'aprenentatge s'aconsegueix mitjançant la resolució d'un problema o un repte enfocat dins de l'àrea de treball o disciplina en la que estan treballant els alumnes en aquell moment.

La figura del docent és la de guia de grups reduïts d'alumnes a través de la resolució d'aquest repte. La part més important d'aquesta metodologia radica en que és l'alumnat qui ha d'adonar-se de quins materials haurà d'emprar per la seva resolució, establir quina serà la seqüència d'actuació i avaluar si l'opció implementada resulta adequada o no en funció del problema que s'havia de resoldre.

Com exposen Bejarano i Lirio (2008) el rol del docent canvia radicalment ja que deixa de ser el director de la classe a ser un assessor, un ajudant, un suport, el que en anglès podem denominar coach, clau en el procés d'aprenentatge.

En l'aprenentatge basat en problemes sempre el propi problema com un estímul per l'alumne en el procés d'aprenentatge, mitjançant el qual l'alumne desenvolupa habilitat per a la resolució de situacions en que es trobarà durant la seva vida.

Les primeres aplicacions del PBL en relació amb el concepte STEAM es van centrar en l'educació mitjançant una descoberta guiada per part del docent, mentre que l'alumnat treballa en grups de resolució de situacions reals aplicades (Erwin, 2017).

### *2.2.2 Aprenentatge basat en projectes*

Anomenada originàriament en anglès com Project-Based Learning (PBL), és un dels mètodes acadèmics més emprats, el qual busca fomentar l'aprenentatge actiu y significatiu mitjançant la realització de projectes pràctics i rellevants. Es diferencia de metodologies d'aprenentatge més tradicionals en que els estudiants s'involucren activament en la resolució d'aquests projectes, relacionats amb situacions del món reals en que es requereix d'investigació, planificació, disseny, implementació i una avaluació final de la solució implementada.

El seu origen el podem trobar en Dewey (1897), qui considerava l'estudiant com a subjecte actiu i central del seu aprenentatge. A banda, Dewey donava una gran importància als valors socials, ja que els considerava fonamentals per a la formació de l'alumnat en un món globalitzat.

Dewey va plantejar dues idees que servien d'eix central en la metodologia PBL:

- L'aprenentatge es produeix quan un individu s'enfronta a un problema que es troba en el seu dia a dia, mentre fa les tasques rutinàries. És a dir, Dewey afirma que l'aprenentatge ha de ser significatiu, útil per a l'alumne i estar contextualitzat.
- Cada pas que l'alumne o grup d'alumnes realitza en direcció a la resolució del projecte, genera un petit aprenentatge. El conjunt d'aquests petits aprenentatges configura el coneixement global adquirit en la resolució del projecte.

L'aprenentatge s'inicia situant a l'alumne en un context real que genera una "pregunta guia" per al projecte. Les activitats a realitzar inclouen dissenyar, solucionar el problema, prendre decisions i investigar, promocionant l'autonomia de l'estudiant. El docent actua com a mediador, assegurant que el treball estigui encaminat a un producte o una presentació real que solucions total o parcialment el projecte plantejat (Thomas, 2008).

### *2.2.3 Design Thinking*

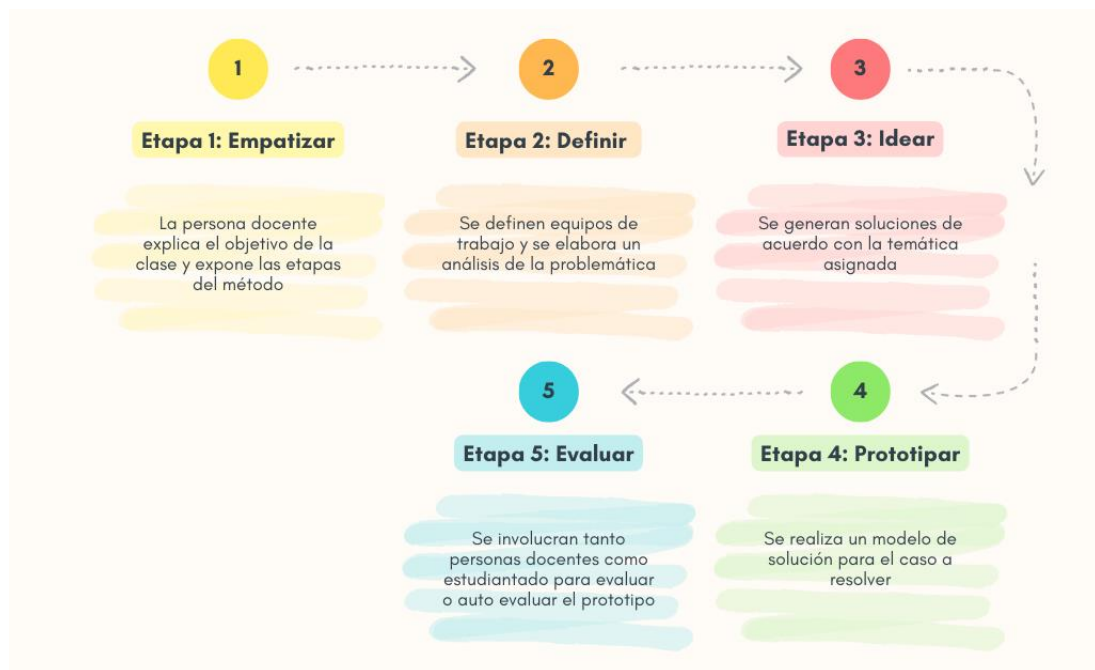
Tot i que el design thinking i l'aprenentatge basat en el disseny son conceptes purament diferents, pel que fa a la part d'aplicació a processos d'aprenentatge estan estretament relacionades, ja que ambdues posen el focus en el procés creatiu i sistemàtic de dissenyar solucions innovadores a problemes complexos.

Concretament, el design thinking és un procés iteratiu i no lineal que empren els grups per a comprendre als usuaris d'un nou producte o servei a fi de desenvolupar solucions innovadores y creatives per satisfer les seves necessitats. Encara que hi ha diversos models per aplicar aquesta metodologia, tant al món de l'empresa com a

l'aula, el més reconegut és el de la Universitat d'Stanford, que té cinc etapes: empatitzar, definir, idear, prototipar i avaluar (Castillo-Vergara i altres., 2014).

Concretament, de l'aplicació del design thinking en el món de l'educació hi ha un article de Benavides i altres. (2021) en el qual es fa una explicació de les 5 etapes d'aquesta metodologia aplicades a l'educació, es presenten a la següent figura:

Figura 3  
Etapas del Design Thinking



- Etapa 1: empatitzar. Aquesta primera etapa busca entendre el problema a resoldre creant un context. Adaptat a la educació, Benavides et al. (2021) suggereix que el professorat ha de contextualitzar els estudiants sobre aquesta metodologia, explicant l'objectiu principal de la classe. A més a més, el docent ha d'explicar com s'utilitza el mètode i quin és el seu propòsit com a estratègia a l'aula.
- Etapa 2: definir. Consisteix a sintetitzar el problema a resoldre i buscar una solució, desenvolupant-se de forma col·lectiva per fomentar la creativitat i la generació d'idees. En el context educatiu, el docent ha de guiar la formació dels equips de treball que identificaran el problema i el formularan en forma de pregunta (Benavides et al., 2021).
- Etapa 3: idear. Aquesta etapa està centrada en generar una gran quantitat d'idees innovadores i creatives que siguin indicatives de poder resoldre el problema que s'ha definit en l'etapa inicial (Rodríguez, 2022). S'empren tècniques específiques de processos creatius com la pluja d'idees, els mapes o els dibuixos (Benavides et al., 2021).
- Etapa 4: prototipar. En aquesta etapa es promou l'experimentació, és a dir, escollir la millor solució a un problema i materialitzar-la de forma física. Benavides

et al., (2021) suggereix que, aplicat a un entorn educatiu, el prototip sigui un dibuix o una maqueta, per tal de simplificar i facilitar-ne la construcció.

- Etapa 5: avaluar. L'Etapa d'avaluació esta centrada en l'estudi de la viabilitat del prototip, en aprendre d'ell i identificar possibles millores. A l'aula el docent pot emprar rúbriques per facilitar la avaluació als alumnes, ja sigui una avaluació a nivell individual o a nivell grupal y d'aquesta forma poder decidir si el prototip compleix amb les especificacions necessàries o cal desenvolupar alguna millora. (Benavides et al., 2021)

En la metodologia Design Thinking, de forma similar que en altres metodologies actives, el docent desenvolupa un rol de guia en el procés mentre que és el propi alumne qui aporta idees y construeix les seves pròpies soluciones, és a dir, desenvolupa un rol actiu en l'aprenentatge.

Aquesta idea també lliga amb els principis del model pedagògic constructivista, que afirma que l'individu aprèn mitjançant la interacció amb l'ambient i amb si mateix., afavoreix el diàleg, l'exploració i la investigació a banda de construir la seva pròpia interacció social (Vergara, 2017).

Podem afirma que a banda, de coneixements tècnics, el design thinking afavoreix que l'estudiant pugui adquirir altres habilitats socials útils per a la vida com poden ser l'expressió, la empatia, el lideratge, la presa de decisions, el treball en equip o la creativitat.

#### 2.2.4 Gamificació

La gamificació a l'aula és una estratègia o metodologia del mon educatiu que incorpora dinàmiques i mecàniques dels jocs al procés educatiu amb l'objectiu de millorar l'aprenentatge i la motivació dels alumnes. Gamificar un procés no vol dir directament jugar a l'aula, sinó emprar elements característics dels jocs, com la recompenses o la superació de nivells amb l'objectiu d'incentivar la participació activa i el compromís dels alumnes en el procés d'aprenentatge.

Al aplicar tècniques de gamificació a l'aula es busca que els alumnes interioritzin els coneixements tècnics o teòrics d'una forma més emena i divertida, el que genera una experiència d'aprenentatge més positiva que ajuda en el procés. El caràcter lúdic d'aquesta tècnica facilita que els alumnes estiguin més motivats a aprendre i es comprometin en un major gran amb les activitats proposades, desenvolupant un esperit de superació i millorant les habilitats

Alguns alumnes poden interpretar aquesta estratègic com una competició entre els diferents alumnes, ja sigui de forma individual o grupal, que fa que puguin aparèixer certes tensions a l'aula. S'ha de vigilar aquest aspecte i fer èmfasi en que no és un joc i que la superació ha de ser envers un mateix, mai de forma competitiva. Per tant, es indispensable que, de forma prèvia, s'expliqui als alumnes les dinàmiques del joc que es realitzarà i aquests les entenguin.

Mitjançant la gamificació es busca potenciar les habilitats dels alumnes mitjançant l'experimentació i el joc ja que, a través d'una experiència divertida, s'assimilen millor

els coneixements y augmenta la motivació dels alumnes tal i com afirmen Díez i altres. (2017).

La gamificació és una estratègia a tenir molt en compte en l'actualitat, la qual presenta uns certs avantatges i desavantatges, s'expliquen a continuació:

- Avantatges:
  - Millora de la implicació de l'alumnat ja que el joc fomenta la motivació i el compromís, augmentant l'atenció i, per tant, facilitant l'aprenentatge.
  - Permet un feedback immediat del progrés de l'alumne, ajudant-lo a corregir errors i ser conscient del seu aprenentatge.
  - Genera una experiència d'aprenentatge agradable, promou la resiliència i afavoreix el vincle emocional.
- Desavantatges:
  - La producció de materials i eines de qualitat ajustada als principis de la gamificació requereix una inversió de materials i temporal considerable per part del docent.
  - Existeix el risc de que els alumnes es distreguin més amb el propi joc que amb el contingut formatiu.
  - Si no s'implementa de forma correcta, pot generar una competitivitat desmesurada a l'aula y una motivació temporal, basada únicament en l'obtenció d'una recompensa.

### **2.3 Aprenentatge cooperatiu amb metodologia STEAM**

Una de les característiques de la gran majoria de metodologies actives que s'empren en projectes STEAM és la realització de les tasques en grup, d'aquesta forma es fomenta l'aprenentatge cooperatiu i col·laboració, la distribució de tasques en rols i es potencia el propi treball en equip, expressament important en projectes reals en la societat.

A continuació s'exposaran diferents tècnica sobre la dinàmica de funcionament dels grups i com es relacionen els individus entre ells i, seguidament es comentaran diferents estratègic per a realitzar la formació dels grups en funció de diferents paràmetres:

#### *2.3.1 Teoria i enfocament sobre la dinàmica de grups*

La dinàmica de grups fa referència als processos que emergent en un grup qual els seus membres interactuen amb un objectiu comú. Entendre aquestes dinàmiques resulta important per poder formar grups que treballin de forma efectiva i col·laborin a desenvolupar els projectes educatius, especialment dins del concepte STEAM. Existeixen diverses teories i enfocaments que ens expliquen com els individus es comporten i treballen en grup, a continuació en veurem dues.

Teoria de la interdependència social.

La teoria de la interdependència social és una de les teories més influents en l'estudi del aprenentatge cooperatiu i la dinàmica de grups. Es basa en la idea que els membres d'un grup han de percebre que els seus objectius estan vinculats entre els membres del grup de tal forma que un no pot arribar a l'èxit sense que els altres integrants també ho aconseguixin (Johnson i Johnson, 2009).

Aquesta idea fomenta la cooperació, el recolzament entre els integrants del grup y la responsabilitat compartida ja que cada membre del grup es responsable del seu propi aprenentatge però també ho és de l'aprenentatge dels seus companys, fent que tots contribueixin de activament al treball en grup. A banda, en aquesta teoria s'afirma que, com els membres del grup han d'interactuar de forma directa, es fomenten habilitats socials com l'assertivitat, la comunicació efectiva o la resolució de conflictes.

Teoria de la identitat social.

La teoria de la identitat social es centra en com, el fet de pertànyer a un grup, genera influència en el comportament y en la percepció dels individus.

Afirma que les persones diferencien les categories socials basant-se en característiques com la raça, el gènere o la professió. S'exposa que questa categorització afecta a com perceben i com es comporten amb els altres membres del grup i amb els membres dels altres grups (Tajfel i Turner, 1979).

La teoria de la identitat social afirma que part de la identitat de les persones y de la seva autoestima depèn del grup al que pertanyen. Com més forta es la identificació amb el grup, més probable es que adoptin valors, normes i comportaments del propi grup.

Pel que fa a les relacions amb els altres grups, s'afirma que les persones tendeixen a comparar-se amb els altres grups, i part de la seva percepció pot millorar o empitjorar la seva autoestima. Per altra banda, s'afirma que les persones tenen tendència a afavorir els membres del seu grup y discriminar els dels altres grups, arribant a conflictes intergrupals i estereotips negatius.

### 2.3.2 Formació de grups

Un aspecte que aparentment pot resultar irrellevant però que pot esdevenir un element fonamental per al bon desenvolupament de les activitats o dels projectes en grup és la forma en la que es realitza la formació de cadascun dels grups de treball.

En aquesta apartat s'exposaran els criteris importants a tenir en compte, així com diferents tècniques per fer la conformació dels grups per a un bon clima de treball.

El primer que s'ha d'escollir és el tipus de grups que es necessiten en funció del projecte:

- Grups d'alumnes homogenis: Opció en la que els alumnes del mateix grup comparteixen habilitats, motivacions o capacitats. Es busca la igualtat entre els alumnes d'un mateix grup i la diferència entre els diferents grups.
- Grups d'alumnes heterogenis: Opció en la que els alumnes del mateix grup presenten diferències ja siguin d'habilitats socials, nivell a les diferents



matèries o capacitats. Amb aquest mètode es busca l'equilibri a través de les sinergies que es formen entre els participants. D'aquesta forma s'aconsegueixen que els diferents grups, en el seu conjunt, tinguin un nivell i unes habilitats similars.

La següent forma que s'ha de decidir es la forma en la que es realitzen aquests grups que, tenint en compte el tipus de grups que es necessiten, ja estarà predeterminada:

- Formació aleatòria: És l'opció menys recomanable si el que es busca és un bon resultat del projecte. Es permet que els grups els faci el docent, sense seguir cap criteri o que, per contra, els facin els alumnes, ja que en aquesta última opció, els grups acaben sent homogenis, ja que els alumnes tenen tendència a ajuntar-se en grups d'iguals (tots els amics junts, tots els que no volen treballar junts, totes les noies juntes, etc.) tal com afirma Kiuru i altres (2009).
- Formació específica: Aquesta tècnica permet realitzar grups de forma premeditada, ja sigui heterogènia o homogènia. Normalment, és el docent qui escull quins seran el grups, ja que es busca barrejar els alumnes segons diferents criteris: forma de socialitzar a classe, habilitats específiques, nivell a les assignatures, motivació personal, etc. D'aquesta forma es permet realitzar grups cooperatius que fomenten la inclusió, ja que cap alumne queda aïllat en un grup, Peña (2010).

Com s'acaba d'exposar, hi ha diverses formes de realitzar els grups de treball, però si tenim en compte el que ens marca el disseny universal per a l'aprenentatge (DUA) i volem que tots els equips de treball siguin capaços d'arribar a un resultat viable, cal pensar bé com es formen aquests grups.

El DUA no és res més que una consideració que s'ha de prendre sempre en l'elaboració dels projectes educatius, és una visió humanista de l'educació que es centra en la inclusió de tots els alumnes, afirmant que tots som diferents, amb els nostres punts forts i febles, que la diversitat és la regla, no l'excepció. D'aquesta forma s'afavoreix la igualtat d'oportunitats en l'accés a l'educació (Marrodán, 2019).

Per tant, seguint els criteris del DUA, per al tipus de projecte que es proposa, caldrà una formació de grups heterogènia, estratificada segons el nivell o l'estil d'aprenentatge i realitzada pel docent que és qui realment coneix les habilitats de cada un dels alumnes.

## **2.4 Conclusions del marc teòric**

En aquest últim apartat del marc teòric realitzarem un breu resum dels conceptes que s'han vist al llarg d'aquest capítol i els relacionarem amb el projecte del qual tracta aquesta memòria.

Inicialment s'ha realitzar un repàs històric sobre el concepte inicial STEM on les paraules claus eren ciència, tecnologia, enginyeria i Matemàtiques i com, gràcies a la Rhode Island School of Design dels Estats Units, l'any 2011, aquest concepte va evolucionarà a l'actual STEAM, integrant un concepte multidisciplinari a tots com és

l'Art. Gràcies a aquest cinquè concepte es va posar en valor la creativitat de l'alumne, donant-li el mateix valor que els coneixements tècnics.

Pel que fa al projecte que es desenvolupa, es pot afirmar que s'emmarca dins del concepte STEAM ja que a banda de fomentar habilitats tècniques com la programació o l'experiència d'usuari, també posa en valor altres activitats com la creativitat o el pensament crític.

En aquest sentit s'ha identificat que per adaptar un projecte STEAM a l'aula, independentment de quina sigui la metodologia, cal destacar tres etapes o moments: La contextualització del problema, el disseny creatiu i la etapa emocional.

En el cas del projecte que es desenvolupa, també hi ha aquestes tres etapes ben marcades:

- Contextualització del problema: Explicació inicial del projecte a realitzar i de la seva planificació, identificant els objectius d'aquest i el motiu de la seva realització.
- Disseny creatiu: Etapa de disseny i implementació del projecte, aplicant una combinació de les diferents metodologies actives d'aprenentatge explicades al marc teòric. Treball autònom i cooperatiu per part de cada grup fomentant actitud creativa. S'inclouen conceptes del procés tecnològic i eines i recursos TIC. El rol del docent deixa de ser l'eix central i passa a ser una eina més de suport i consell per als alumnes en el seu procés d'aprenentatge.
- Etapa emocional: Etapa de reflexió tant a nivell personal com a nivell de grup de la feina realitzada i l'avaluació que es fa tant a nivell personal com a nivell grupal del procés que s'ha seguit. Es posa en valor, des d'un punt de vista positiu, la dedicació de cadascun dels alumne a través d'una avaluació integral; per part del professorat, per part d'altres grups, per part dels membres del mateix grup i finalment, per part del mateix individu. En cas que els resultats obtinguts no hagin estat els desitjats, es farà èmfasi en l'aprenentatge que han desenvolupat i com s'han resolt les petites disputes que han pogut haver.

En el cas de les metodologies actives aplicades, en aquest marc teòric s'ha explicat la diferència entre els mètodes d'aprenentatge més tradicionals i en els més moderns, fent s'ha fet èmfasi en un conjunt de metodologies actives àmpliament emprades en projectes STEAM, concretament s'ha explicat l'aprenentatge basat en problemes, aprenentatge basat en projectes, el Design Thinking i la gamificació.

En el cas del projecte que es desenvolupa s'ha emprat una metodologia que si no és directament cap d'elles en concret, sí que està estretament relacionada amb totes elles, de la següent forma:

- De l'aprenentatge basat en projectes s'extreu la metodologia de treball, en grups petits, on els alumnes han de seleccionar els materials a emprar en la seva resolució, establir de quina forma i en quin ordre els utilitzaran i finalment avaluar si el producte obtingut s'adequa o no a la necessitat inicial.
- De l'aprenentatge basat s'extreuen les dues idees que serveixen com a eix central del mateix. Per una banda acostar el dia a dia de les aplicacions de telèfon als infants i que siguin ells qui l'hagin de construir, per aconseguir un aprenentatge

significatiu i real. Per altre banda, focalitzar en que cada petit pas en la direcció de la resolució del projecte genera un aprenentatge.

- Del Design Thinking s'extreu la idea de procés iteratiu y no lineal, orientat a al món empresarial, on es busca desenvolupar un producte com a solució innovadora per satisfer unes necessitats. Pel que fa a les 5 etapes del procés, també es pot observar una relació directa amb les etapes que es proposaran en el projecte.
- De la gamificació s'extreu la idea de joc per reforçar la motivació dels alumnes en el desenvolupament del projecte. Com s'ha comentat en anteriors apartats, quan l'aprenentatge deixa de ser una obligació pels alumnes i passa a ser un joc, aquest és més significatiu, ja que la motivació i la implicació dels alumnes incrementa. És per aquest motiu que el producte final a dissenyar i implementar serà un joc el qual, els propis alumnes seran les persones que podran jugar i aprendre tant del joc com del procés de creació del mateix.

Un cop exposat el conjunt d'evidències teòriques que justifiquen el conjunt del projecte a realitzar, així com la metodologia de treball emprada, en el proper capítol s'explicarà tot el procés que s'ha desenvolupat, contextualitzat l'entorn (escola, grup d'alumnes o professorat), així com han estat els resultats obtinguts dels mateix al llarg del temps en que s'ha desenvolupat el projecte.



### **3 Descripció i implementació del projecte**

Tal com s'ha comentat en anteriors apartats, aquest projecte no s'ha limitat al disseny teòric del mateix sinó que s'ha desenvolupat en un entorn real. És per això que cal fer èmfasi, a banda del propi projecte, també a l'entorn en el que s'ha desenvolupat.

Dins de l'apartat de descripció del projecte i implementació, ens centrarem inicialment en fer una explicació acurada de quin ha estat l'entorn en el que s'ha desenvolupat el projecte: context general del centre, instal·lacions, metodologia de les assignatures i organització, entre d'altres.

Seguidament es farà la contextualització a l'assignatura curricular dins de la que té lloc el projecte, quina relació hi ha entre el projecte i la pròpia assignatura o quines afectacions o adaptacions pot implicar pot tenir.

A continuació es farà una explicació detallada del projecte, de la metodologia que s'ha emprat aplicada a les circumstancies i necessitats de l'aula i de l'alumnat, així com una explicació de caire més tècnic centrat en diferents metodologies de desenvolupament de software, fent èmfasi en les parts positives i negatives de cadascuna per, finalment, escollir-ne una pel projecte.

Finalment, un cop contextualitzades totes les branques es parlarà pròpiament de la planificació i execució del projecte amb tot el detall, remarcant les diferents fases que s'han dut a terme.

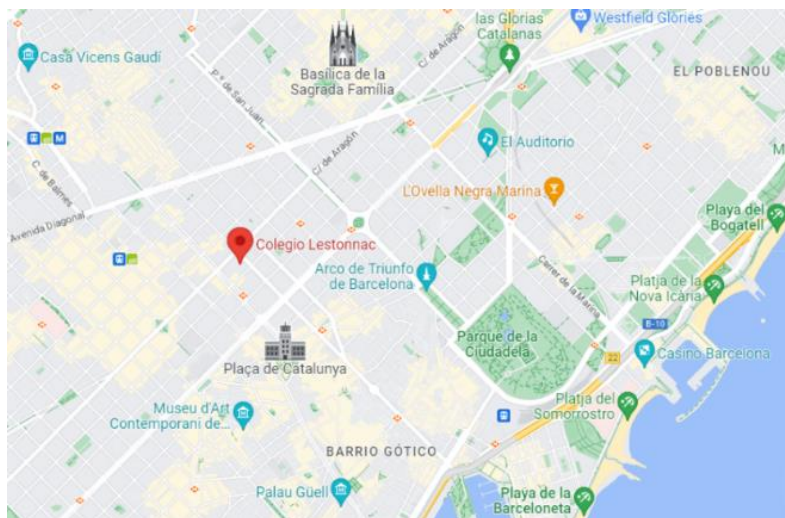
#### **3.1 Context general del centre**

El centre escolar on s'ha desenvolupat aquest projecte d'innovació pedagògica és el Col·legi Lestonnac de la localitat de Barcelona a Catalunya, on l'autor també ha desenvolupat les pràctiques curriculars, tal i com s'ha mencionat en la introducció d'aquesta memòria.

Concretament, el centre està situat al barri de l'Eixample, molt proper al centre neuràlgic de la ciutat de Barcelona i a un carrer de l'important Passeig de Gràcia de Barcelona. Disposa d'excel·lents comunicacions per arribar-hi amb transport públic (al seu voltat hi ha diverses parades de tren de rodalies, estacions de diverses línies de metro o parades d'autobús, a banda de carril bici).

A través de la següent figura (extreta de Google Maps) es pot veure amb més exactitud la seva situació:

Figura 4  
Mapa situació Col·legi Lestonnac a Barcelona



Aquest centre té els seus orígens l'any 1650, quan cinc monges provinents de Besiers (Occitània Francesa) van arribar a Barcelona per fundar el que es coneix com la primera Casa de la Companyia de Maria, la primera institució educativa femenina del país, a partir de la qual es va fundar el Col·legi Lestonnac. El seu programa educatiu, amb fortes influències de l'Humanisme, superava amb escreix els objectius dels il·lustrats espanyols del segle XVIII, que ja creien en l'educació com a mitjà de transformació del món, tal com s'indica a la web Col·legi Lestonnac Barcelona (2024).

Actualment, tant el nom de Lestonnac i de la Companyia de Maria és present tant en l'àmbit de l'estat espanyol (Catalunya, Aragó, Andalusia, Euskadi, Galícia o Madrid), com a escala europea (França, Bèlgica, Itàlia o Holanda) com en l'àmbit mundial (Japó, Argentina, Brasil, EUA, Xile, Kenya, Egipte o Tanzània).

En l'actualitat, Lestonnac Barcelona, es tracta d'un centre de caràcter privat-concertat que abraça les etapes que van des de l'Educació Infantil fins a l'etapa postobligatòria de Batxillerat, inclosa. És un centre relativament gran, ja que disposa de tres línies per etapa educativa fins a l'Educació Secundària Obligatòria (inclosa) i de quatre línies a la resta d'etapes, així com la possibilitat de cursar el Batxillerat Internacional.

En relació amb la seva missió, visió i valors, es pot assenyalar que es busca treballar a partir d'una perspectiva humana cristiana basada en l'ideal de Santa Joanna de Lestonnac buscant ser un centre de referència dins de la ciutat. En aquest sentit, es treballa de forma integral i interdisciplinari, afavorint la participació de les famílies en tots els projectes d'escola. Es basa en els valors del respecte, transparència i integritat com a motor de canvi per la transformació de la societat. Al mateix temps que són un referent dins de la comunitat educativa pel seu treball en matèria de competència digital, treball cooperatiu i aprenentatge plurilingüe.

Els valors que caracteritzen l'educació a nivell institucional, tal com s'indica a la web Col·legi Lestonnac Barcelona (2024) que es destaquen són:

- Integritat / lleialtat: Honrades i rectitud en la conducta, identificació dels interessos organitzacionals.

- Cerca del bé comú: Atenció a allò concret amb mirada global.
- Cooperació: Desplegament de la presa de decisions generant espais de diàleg.
- Coherència: Actitud lògica i conseqüent amb els principis que es professen.
- Iniciativa: Actuar de forma proactiva davant una situació concreta. Sabre identificar un problema, obstacle o oportunitat i dur a terme les accions que contribueixin a solucionar-lo.

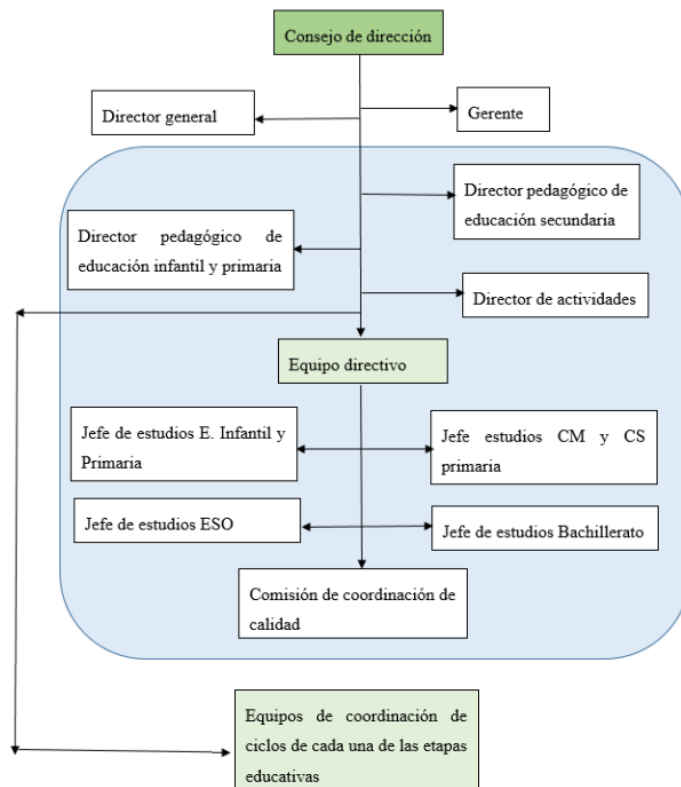
Un dels punts forts d'aquest centre, a banda de la cèntrica localització i de la seva bona comunicació en transport públic, són les seves instal·lacions. Disposa d'una gran diversitat d'espais, ja que compta amb instal·lacions de gran dimensió per a cadascuna de les etapes educatives que desenvolupa, dotades, en la seva majoria de pissarres intel·ligents i interactives.

A més a més, disposa de gran diversitat d'instal·lacions esportives com és la piscina, diverses pistes de bàsquet (tant cobertes com descobertes) i dues grans sales per fer gimnàstica, així com una biblioteca, menjador amb cuina pròpia, sala d'actes o església.

És important parlar també sobre com s'estructura internament el centre. Aquest està organitzat per equips de coordinació i departaments, d'aquesta forma el centre es pot dividir en tres grans equips: direcció, equip directiu i equip de coordinació de cicles (dividits en llar d'infants, educació infantil, educació primària, educació secundària i batxillerat).

Per facilitar la visió estructural del centre es facilita el següent organigrama:

Figura 5  
Organigrama de l'estructura interna del centre



A banda de la informació que es mostra a l'organigrama del centre és important assenyalar que darrere de cada comissió, equip de coordinació o departament trobem un equip de docents qualificats. Segons les dades de l'últim informe elaborat, el centre està format per un total de 56 docents, les seves edats estan compreses entre els 24 i els 56 anys.

Treballant de forma conjunta, dia a dia, amb l'equip de docents trobem un equip d'orientació, un Pedagóg Terapeuta, un especialista en Audició i Llenguatge i una infermera escolar. Així com un departament d'Orientació per a l'Atenció a la Diversitat. Aquest departament s'encarrega de tot el relacionat amb la diversitat existent entre l'alumnat del col·legi, desenvolupant estratègies, metodologies i tipus d'agrupaments que permetin donar resposta a les necessitats i característiques individuals de l'alumnat, a banda de treballar en la inclusió com a quelcom que enriqueix.

De forma transversal a les activitats a l'aula, el centre ha desenvolupat i posat en marxa un conjunt de projectes d'innovació i d'activitats complementàries relacionats amb l'educació competencial, metodologies actives, projecte lingüístic educació de la interioritat (cura de la ment, com a part important de l'ésser humà), educació per al desenvolupament sostenible, Projecte Xarxa 3D, projecte de convivència i mediació, programa d'intel·ligències múltiples o pla de lectura. A banda, des del mateix centre es duen a terme activitats extraescolars relacionades amb les àrees de treball diari com: llengües estrangeres, educació musical, arts escèniques i tecnologia creativa.

També cal assenyalar que, la majoria dels processos d'aprenentatge que es duen a terme al centre es desenvolupen a partir de metodologies actives que promouen la participació de l'alumnat convertint-lo en el subjecte actiu del seu propi aprenentatge. Un conjunt d'exemples de metodologies actives que es desenvolupen són: aprenentatge basat en projectes, aprenentatge basat en problemes, aprenentatge basat en reptes, aprenentatge cooperatiu i treball en equip, laboratoris d'aprenentatges i aprenentatge basat en el pensament.

Parlant de les relacions que el centre manté amb el seu entorn, aquestes tenen lloc de diferents formes, ja que, en l'àmbit pedagògic i educacional es treballa de forma coordinada amb els altres centres de l'ordre de la Companyia de Maria i, pel que fa a l'entorn més proper, es treballa de forma coordinada amb les famílies a través de l'associació de mares i pares dels alumnes. A través d'aquesta relació propera, el centre busca establir el màxim compromís i la màxima qualitat, ja que una de les seves línies pedagògiques a escala de l'ordre de la Companyia de Maria és: "Educar en Comunidad desde un Proyecto Común".

En relació amb paràgraf anterior, cal comentar que el centre està format per famílies molt diverses. La majoria d'elles provenen d'un context socioeconòmic mig-alt, a més a més, es pot assenyalar que la majoria de les famílies són d'origen nacional, provinent de tota la zona de l'Eixample de Barcelona. Tot i això, al llarg dels últims anys, el centre ha comptat amb presència, cada cop major, d'alumnat immigrant, majoritàriament de Sud Amèrica, però també d'Europa i Àsia.

Cal comentar que, sota l'experiència viscuda, el factor socioeconòmic existent en aquest col·legi (majoritàriament famílies amb un mig-alt poder adquisitiu), té unes conseqüències negatives pel que fa a la integració d'alumnes anomenats de Pla de



Xoc. Un alumne provinent d'un Pla de Xoc és un alumne amb realitat personal, social o familiar que afecta el seu aprenentatge i que l'EAP (Equip Assessorament i Orientació Pedagògica) corresponent ha decidit, de forma imperativa, col·locar en un col·legi concret.

De forma general, els alumnes provinent de Pla de Xoc són alumnes amb famílies desestructurades, amb pocs recursos econòmics o nousvinguts a Catalunya per causes inusuals (com a exemple real, hi havia diversos alumnes ucraïnesos refugiats de la guerra). Aquesta situació que ja tenien, combinada amb la situació socioeconòmica general dels altres alumnes feia que les bretxes fossin tan grans entre els alumnes, que no teixeixin un grup social (grup d'amics) i que les interaccions socials es limitessin a l'àmbit del centre, sense tenir recorregut fora d'aquests. Per aquest motiu, moltes famílies amb alumnes provinents de Pla de Xoc, sol·licitaven a l'EAP el canvi de centre a un centre que en paraules textuais de les famílies "no fos tan elitista", amb una realitat social més propera a la seva.

### **3.2 Context particular del projecte**

El Col·legi l'Estonnac, com a centre concertat per la Generalitat realitza, a banda de les assignatures curriculars obligatòries marcades pel Departament d'Ensenyament, un conjunt d'activitats complementaries, entre les que es poden destacar tallers de cuina, de dramaturgia, de tecnologia, d'emprenedoria o d'una segona llengua estrangera, el francès.

Concretament, en els dos primers cursos del primer cicle d'ESO (1r i 2n curs), tots els alumnes desenvolupen quatre tallers (dos d'ells a 1r curs i dos a 2n curs). Aquests tallers són: Cuina, Tinkering, Drama i Francès.

### **3.3 Metodologia docent**

El cas d'aquest projecte s'emmarca justament en aquest taller, el taller de Tinkering. La paraula Tinkering prové de l'anglès i segons el diccionari vol dir de forma literal "L'acte de fer petits canvis en alguna cosa, amb l'objectiu de millorar-lo o reparar-lo" (traducció del diccionari Collins English Dictionary).

Aplicada a l'educació i mantenint l'essència de l'etimologia de la paraula, tinkering es una metodologia docent innovadora que consisteix bàsicament en "aprendre a través de les mans", és a dir, aprendre a través de l'acció. Aquest concepte, és molt proper al concepte Learning by doing, podent arribar a dir que fan referència a la mateixa metodologia, ja que també ambdós es relacionen amb activitats o projectes tecnològics de l'àmbit STEAM (Sánchez, 2019).

Donats els meus coneixements sobre tecnologia i la meva experiència en educació, el professorat del taller em va donar la possibilitat de dissenyar i dur a terme un projecte tecnològic, dins de l'àrea STEAM en el marc d'aquest taller, seguint la metodologia Tinkering o Learning by Doing.

A banda, com a part diferenciadora i personal, es va voler donar al projecte una utilitat per als estudiants, és a dir, no construir quelcom que no fessin servir, sinó construir

quelcom que els ajudés o els motivés, de tal forma que un cop acabat el projecte, aquest tingues continuïtat en el seu dia a dia.

Posant en ferm aquest conjunt d'idees, es va decidir que la construcció d'una aplicació mòbil era quelcom molt proper a ells, que utilitzen en el seu dia a dia, i que segurament els motivaria a treballar. Segons un estudi de Caritas (2022), el 37% dels adolescents passen més de 6h al dia davant del telèfon mòbil.

També, per donar-li aquesta utilitat que s'ha parlat, es va restringir la construcció d'aquesta aplicació mòbil amb un objectiu concret: "Crear una aplicació mòbil, en mode de joc, amb exercicis o problemes del currículum de Matemàtiques de 1r d'ESO, amb la que vosaltres mateixos o els vostres companys pugueu practicar de cara a millorar les vostres habilitats i coneixements dins d'aquesta matèria".

La metodologia de treball que es va emprar durant el dia a dia, tot i que buscava que els alumnes aprenguessin fent per ells mateixos, implicava un conjunt d'explicacions més de caire teòric per part del professorat, acompanyades d'exemples que guardaven relació directa amb els objectius que els alumnes perseguïen.

*Figura 6*  
*Explicació teòrica inicial del projecte*



Un cop finalitzada aquesta part teòrica, que no durava més de trenta minuts, els alumnes, per grups, tenien llibertat per treballar, cadascú al seu ritme, mentre el professorat anava supervisant la feina dels alumnes i actuaven com a mentors on, quan un grup d'alumnes tenia dubtes o no sabia com prosseguir, podien anar a fer consultes.

En relació amb la realització dels grups, cal comentar que es va tenir en compte el Disseny Universal de l'Aprenentatge (DUA), un model resultant de la investigació educativa y la teoria de l'aprenentatge amb un enfoc inclusiu en la realització de processos o contextos d'aprenentatge com l'actual.

En aquest cas, y tenint en compte que disposàvem de vint-i-dos alumnes a l'aula es va decidir, per part del professorat fer sis grups de tres/quatre persones, tenint en compte el perfil individual de cadascun dels alumnes. És a dir, amb l'objectiu de que tots els grups aconseguissin, en finalitzar el projecte desenvolupar un Mínimum Viable Product (MVP).

L'objectiu, en aplicar aquesta metodologia és aconseguir que tots els grups, tenint en compte el nivell dels seus integrants de forma individual, fossin capaços de desenvolupar un producte que inclogués les característiques bàsiques per satisfer les necessitats mínimes del projecte i d'aquesta manera evitar grans diferències entre els grups tant en el dia a dia, com en el resultat final, fomentant que tots els alumnes se sentin importants en la realització del projecte.

D'aquesta forma i seguint les consideracions del professorat de l'escola es van establir tres nivells pel que fa a l'alumnat tenint en compte el seu coneixement de matemàtiques, el seu nivell de competència digital i la seva realitat pel que fa a la capacitat de treballar en grup. Sota aquest criteri es van realitzar els 6 grups, intentant que, a cada grup, hi hagués alumnes amb els tres nivells.

Cal comentar, també que com aquest taller de Tinkering no formava part de les activitats curriculars obligatòries cada sessió un grup de dos o tres alumnes, sota criteri del professorat, deixava de fer aquesta activitat, per fer activitats de reforç d'altres matèries com podria ser català, anglès o matemàtiques. Aquest fet va generar certes desviacions o trets diferencials que es detallaran en l'apartat de planificació i implementació del projecte.

### **3.4 Metodologia de desenvolupament de software**

Seguidament i havent explicat la realitat general del centre, la realitat particular dels alumnes que van participar en el projecte i la metodologia emprada, parlarem directament del projecte en sí i de de la metodologia que van haver d'emprar els alumnes mateixos.

Com s'ha parlat, l'objectiu era crear una aplicació mòbil amb exercicis sobre l'àmbit de les matemàtiques, cosa que els alumnes, tot i estar en contacte diari amb aquestes aplicacions, mai havien desenvolupat per si mateixos, cosa que augmentava la motivació i l'interès dels alumnes en la realització del projecte.

Existeixen infinitat de models/tècniques de desenvolupament de software que s'utilitzen en un entorn real, en funció de l'objectiu que es persegueixi, a continuació us expliquem algunes:

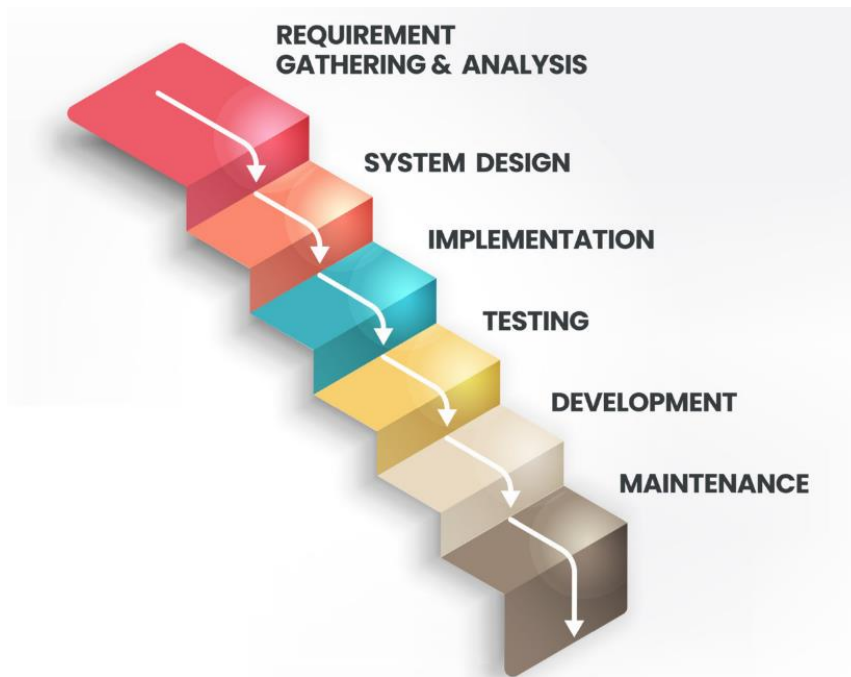
#### *3.4.1 Waterfall (o cascada)*

El desenvolupament en cascada es un model basat en un procediment de desenvolupament de software estrictament lineal, ideat per l'informàtic Americà Winston Walker Royce al 1970, publicat a l'article "Managing the development of large software Systems".

Mitjançant aquest model, es divideixen els procediments de desenvolupament en fases del projecte successives en que fins que no finalitza una, no comença la següent i en que no hi ha possibilitat que, un cop finalitzada una fase, es pugui tornar endarrere Royce (1970).

És a dir, cada fase només es desenvolupa un cop i els resultats que es desenvolupen en cada fase formen part del tret de partida d'inici de la següent fase.

Figura 7  
Fases del model de desenvolupament en cascada



Les fases bàsiques d'aquest model són:

- Anàlisi: En aquesta etapa inicial es fa una definició dels requeriments. Es a dir, es detalla fins on arriba l'abast de l'aplicació, que ha de contenir, es divideix en projecte en fases indicant quin serà l'ordre en que s'executaran i es planifica com es desenvolupar els següents passos a seguir.
- Disseny: Aquesta és una de les etapes més importants que condicionaran tot el projecte, ja que en aquesta etapa es farà un esbós de l'aplicació, pot fer-se a ma alçada o mitjançant algun programa informàtic de disseny. En aquesta etapa es molt important definir visualment com serà l'aplicació així com serà la relació entre les diferents pantalles de que disposi.
- Implementació: És la pròpia programació de l'aplicació, generalment és l'etapa que mes ocupa en el temps i en la que s'han d'emprar més recursos. En aquesta etapa el disseny es transforma en un llenguatge de programació de més alt o baix nivell, en funció dels requeriments establerts.
- Prova: Un cop finalitzada la implementació cal provar l'aplicació per decidir si aquesta compleix amb els requeriments plantejats inicialment o, per contra, trobem errors en el seu normal ús.
- Servei: Finalment un cop verifiquem totes les proves i totes surten de forma correcta, sense cap tipus d'error, podem establir que ha finalitzat el desenvolupament de l'aplicació i s'entrega al client o usuari final.

Aquesta tècnica de desenvolupament de software va ser la que, històricament, inicialment es va emprar ja que, entre els seus punts forts, utilitza una estructura senzilla de dur a terme ja que les parts estan clarament diferenciades a més de poder estimar els costos abans de desenvolupar el projecte, per contra, aquesta

metodologia no permet que es realitzin canvis en l'aplicació durant la fase d'execució del projecte, cosa que fa que no tinguem massa marge de maniobra.

### 3.4.2 *Spiral (o espiral)*

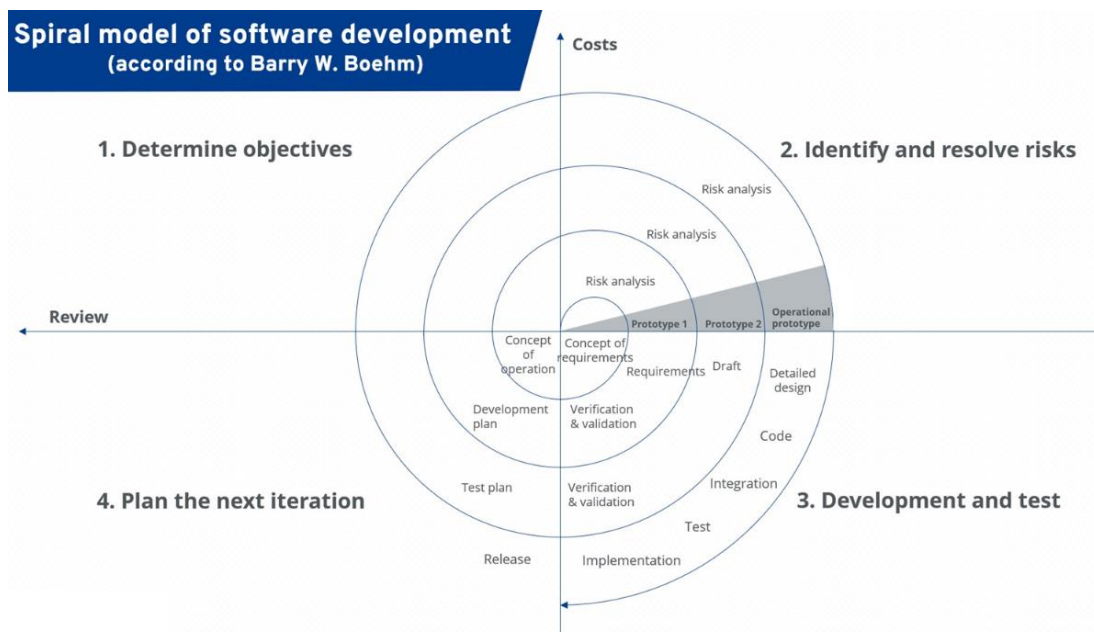
El desenvolupament en espiral es un model de desenvolupament de software basat en el model en cascada que s'acaba d'explicar, però que busca solucionar certs punts febles d'aquest model com la impossibilitat de realitzar canvis durant l'execució. Va ser ideat per l'enginyer Americà Winston Walker Royce al 1986, publicat a l'article "A Spiral Model of Software Development and Enhancement."

L'Objectiu que persegueix principalment el model en espiral radica en minimitzar el risc en el desenvolupament de software (ja que els riscos poden augmentar el cost, l'esforç o el marge temporal) Boehm (1986).

L'enfocament d'aquest model és incremental, fent inicialment petits prototips que, passen un cop i un altre per l'espiral de les fase de desenvolupament del software fins que tant equip de desenvolupadors com client consideren que ja esta finalitzat.

En comptes ara, de parlar de fases, parlem de quadrants ja que cada cop que fem un nou prototip, girem al voltant d'aquests quatre quadrants (o cicles) Boehm (1986).

Figura 8  
Estructura del model de desenvolupament en espiral



Els quadrants son els següents:

- Definició d'objectius i alternatives: El cicle típic comença amb una definició dels objectius de desenvolupament, definits conjuntament amb el client. Alhora s'han d'estudiar i discutir les diferents alternatives per a la seva futura execució (arquitectura de programació, emmagatzemament de les dades, sistemes operatius, entorns i llenguatges de programació, etc.). També pot ser que

l'objectiu sigui una millora del rendiment d'una aplicació ja creada, o una ampliació de les seves funcionalitats. També cal posar sobre la taula les diferents opcions o alternatives per implementar els objectius que s'han definit i determinar condicions com temps o cost econòmic.

- Anàlisi i avaluació des riscos: El següent pas tracta de fer una valoració profunda de les diferents alternatives proposades. En aquesta etapa es important parlar d'aquells àmbits que presenten certs riscos per al normal desenvolupament del projecte, fent un correcte anàlisi del risc tant qualitatiu com quantitatiu. Un cop identificats i avaluats els diferents riscos que poden afectar el desenvolupament del software de l'aplicació, cal escollir prendre aquelles estratègies que tinguin un risc més baix i alhora siguin més rentables, com poden ser elaboració de prototips, enquestes, simulacions, etc.
- Desenvolupament i proves: En finalitzar l'anàlisi de riscos, cal fer el desenvolupament real de l'estratègia escollida en funció del cycle en que ens trobem. Si estem en un cycle molt inicial del projecte parlarem segurament d'un prototip MVP i, si estem en una fase més propera a la finalització del projecte, parlarem del desenvolupament real del software. Com parlem d'un procediment incremental, l'estratègia de desenvolupament del software també és evolutiva on el codi s'escriu i es prova en diverses ocasions fins a trobar un punt que pot servir com a base de baix risc per la següent iteració.
- Planificació del següent cycle: Un cop finalitzada un cycle, comença la planificació del següent cycle, mitjançant la verificació si els objectius del cycle s'ha pogut complir i podem seguir amb la definició del següent objectiu o, en cas d'haver fallat alguna etapa del procés, trobar quin ha estat el motiu.

Com s'ha comentat, aquesta tècnica de desenvolupament de software sorgeix arrel de la necessitat de posar en valor els punts més febles de la tècnica en cascada. La tècnica en espiral permet fer canvis en etapes posterior a l'etapa inicial d'anàlisi de requeriments i permet un desenvolupament ràpid mitjançant la constant creació de prototips, que de forma constructiva ens acosten a una etapa final. Per contra, genera molta més feina interna de gestió de l'equip i fa que existeixi el risc de no complir amb la planificació temporal o de pressupost ja que el protocol del model en espiral s'ha de desenvolupar de forma escrupolosa.

### 3.4.3 Metodologia AGILE

Actualment, en la indústria tant canviant com és la del desenvolupament de software, no s'acostumen a emprar de forma directa metodologies pensades fa més de 35 anys com la metodologia en cascada o en espiral.

La metodologia Agile és més una filosofia de bones pràctiques dins del funcionament d'un equip basada en els principis del Manifest Agile, un manual que un conjunt d'experts de la matèria va desenvolupar al 2001 a Estats Units basats en quatre valors i 12 principis Beck i altres (2001).

Valors del Manifest Agile:

- Individus i interaccions per sobre de processos i eines: Es valora molt més la comunicació i la col·laboració entre les persones de l'equip més que seguir uns processos o emprar unes eines rígides.
- Software funcionant per sobre d'una documentació extensiva: Es dona prioritat al desenvolupament d'un software que funcioni de forma correcta més que perdre el temps documentant cada part del projecte.
- Col·laboració amb el client per sobre de la negociació.
- Resposta davant del canvi abans que seguir un pla establert.

Principis del Manifesta Agile:

- La prioritat principal és satisfer al client a través d'una entrega ràpida i continua de software (codi) amb valor.
- Els requeriments poden canviar, també en etapes avançades del desenvolupament. El canvi s'aprofita per donar una avantatge competitiva al client.
- Entregues freqüents de codi, amb intervals de temps curts.
- Els responsables de negoci y els desenvolupadors treballen conjuntament de forma quotidiana durant el projecte.
- Es construeixen projectes al voltant d'individus motivats. Es proporciona l'entorn i el recolzament necessari y es confia en la seva tasca.
- S'empra la conversa cara a cara com a mètode més efectiu y eficient de comunicant-se amb l'equip de desenvolupadors.
- La mesura principal del progrés és el codi funcional.
- Es promou el desenvolupament sostenible. Les persones implicades en el procés han de ser capaces de mantenir un ritme constant de forma indefinida.
- Es dona una atenció contínua a la excel·lència a nivell tècnic i al disseny.
- Fer que les coses funcionin correctament de la forma més simple possible.
- Els grups auto organitzats són els que fan les millor architectures de codi, requeriments i dissenys.
- Reflexió continua sobre com ser més efectiu i ajust del comportament en conseqüència amb la reflexió.

Com s'observa, la metodologia de treball AGILE esta molt propera a un entorn professional, on un client contracta un equip de persones (gestors de projecte, dissenyadors y desenvolupadors) per realitzar un projecte relacionat amb el desenvolupament d'una aplicació real. Dins de l'equip cada integrant té el seu rol però s'organitzen d'una forma molt eficient, amb un contacte continu amb el client.

Com a resum, es realitza una breu comparativa de les metodologies de desenvolupament de software vistes, assenyalant els punts forts i febles, sempre en relació amb les nostres necessitats:

Taula 1  
Comparativa metodologies de desenvolupament de software

	<b>Punts forts</b>	<b>Punts febles</b>
<b>Cascada (Waterfall)</b>	Estructura i claredat. Enfocament a l'aprenentatge.	Falta de flexibilitat. Limitació de la creativitat.
<b>Espiral (Spiral)</b>	Procés d'avaluació i posterior redisseny, Adaptabilitat i flexibilitat.	Complexitat i temps. Experiència i orientació.
<b>AGILE</b>	Orientat a entorn laboral, entrega de projectes de gran valor. Altament adaptable i flexible.	Necessitat de separar en diferents rols dins de l'equip. Gestió del projecte complexa.

Després d'un estudi dels punts positius i negatius de les tres metodologies de desenvolupament de software estudiades, en relació amb la realitat del projecte, limitació de persones, entorn de proves (àmbit educatiu), limitació d'hores i enfoc a l'aprenentatge, es decideix que la metodologia emprada sigui la metodologia en cascada.

Els motius principals son els següents:

- Es valora com a punt positiu més important la simplicitat de la seva estructura y la claredat de les diferents fases, donat que el principal objectiu es que es familiaritzen amb una metodologia de treball de software, sense necessitat que aquesta sigui complexa.
- L'objectiu de producte es desenvolupar un MVP (Minimum Viable Product), per tant, no hi ha cap necessitat de complir amb uns requeriments que incrementin la complexitat del projecte.
- Emprar tècnics que desenvolupament de software més complexes implica una divisió de rols (com a mínim manager, dissenyador i desenvolupador) aspecte que va en detriment de l'aprenentatge ja que l'objectiu és que tots els integrants de cada grup agafin tots els rols i aprenguin de cada un d'ells.
- Com a últim punt, cal ser conscients d'una limitació temporal existent, per tant, es descarten metodologies en que la corba d'aprenentatge inicial sigui elevada com pot ser AGILE o, en menor mesura), en espiral.

Per tots aquest motius, es reafirma al cascada com la metodologia de desenvolupament de software que s'emprarà en el projecte de creació d'una aplicació.



### 3.5 Eines tecnològiques emprades

De forma independent a la metodologia de software que emparem, s'ha de decidir quin són les necessitats tècniques o tecnològiques que a desenvolupar el projecte. En projectes de desenvolupament de codi que no són excessivament grans, quan parlem d'eines tecnològiques emprades ens referim principalment a en quin llenguatge es realitza la programació i quina és la plataforma tecnològica que fem per fer-ho.

Quan es parla de llenguatges de programació, generalment es fa una gran divisió entre els d'alt nivell i els de baix nivell. La principal diferència radica en el nivell d'abstracció que ofereixen. Els llenguatges d'alt nivell acostumen a ser més abstractes, és a dir, permeten als desenvolupadors escriure un codi de forma més ràpida i eficient, mentre que els llenguatges de baix nivell ofereixen un control més directe sobre el hardware sobre el que estan programats, però es requereix un major coneixement tècnic i costa més d'escriure'ls.

Tot i això, no ens hem d'oblidar de quin és el tipus d'usuari que ha de desenvolupar aquest projecte, persones de 12 – 13 anys, sense cap coneixement de programació, per tant, tal com s'ha comentat a l'estat de l'art dins de l'explicació dels projectes STEAM, s'emprarà un tipus de programació d'aplicacions sense codi, emprant blocs i connexions.

L'entorn de desenvolupament de software que millor compleix aquestes característiques i del qual s'ha parlat en anteriors capítols d'aquesta memòria és App Inventor (concretament la seva segona versió, que és la que s'empra actualment).

*Figura 9*  
*Logo de l'eina App Inventor*



A mode resum, App Inventor 2 és una plataforma gratuïta que permet desenvolupar aplicacions mòbils de forma visual. Va ser desenvolupada al MIT (Massachusetts Institute of Technology) i posteriorment adoptada per Google. Permet als usuaris dissenyar, construir i publicar aplicacions mòbils per a dispositius Android de forma online, sense necessitat de coneixements avançats de programació. App Inventor 2 utilitza una interfície gràfica d'usuari per a crear aplicacions agafant, arrossegant i deixant anar blocs de codi y elements visuals, és per aquesta facilitat en dissenyar i implementar aplicacions senzilles, que és una plataforma àmpliament emprada en el món de la docència y l'STEAM.

App Inventor 2 s'utilitza de forma online, per tant, només cal entrar a la web de la plataforma, accedir amb un compte de correu i automàticament pots començar a treballar.

En el desenvolupament d'una aplicació, la plataforma treballa amb dos entorns totalment diferenciats, però que han de conviure. Per una part tenim la part visual (anomenada Front-End) i per altra banda la lògica del funcionament de l'aplicació (Back-End).

- Front-End (en català anomenat Dissenyador): Correspon a la part visual de l'aplicació, la distribució dels elements, els colors, els propis elements que formen l'aplicació (botons, imatges, text), però també els sons de que disposa l'aplicació o la connexió amb possibles bases de dades per emmagatzemar informació o d'accés a webs.
- Back-End (en català anomenat Blocs): Correspon a la part més relacionada amb la programació del projecte. A tot allò que no veig directament però que es necessari per tal de que l'aplicació funcioni correctament i que s'executa sota de la part visual. És la lògica de l'aplicació. Son exemples els canvis de pantalla, l'execució de sons, els càlculs, les comprovacions, els elements que s'encarreguen de saber si un usuari a polsat o no un botó, etc.

Cal dir que les opcions en emprar App Inventor 2 són pràcticament il·limitades, des de fer aplicacions amb poques pantalles i pocs elements a afegir elements com sensors o motors i controlar projectes com construccions d'estacions meteorològiques, control de ritmes cardíacs de persones o construcció de robots amb intel·ligència artificial tal i com comenten Pérez-Jorge i Martínez-Murciano (2022).

### **3.6 Planificació i implementació del projecte**

Com s'ha comentat en anteriors apartats, aquest projecte s'ha posat en pràctica en un entorn real, en alumnes d'una assignatura optativa de 1r curs d'ESO anomenada Tinkering una assignatura en que es promou la realització de projectes tecnològics mitjançant la metodologia d'aprenentatge learning by doing.

En la planificació inicial, els alumnes disposaven d'un conjunt de 10 sessions d'una hora per tot desenvolupar el conjunt del projecte. Aquestes sessions però, eren flexibles ja que, per gestió de l'assignatura, podien ampliar-se fins a 20 sessions.

En aquestes sessions, a banda de l'execució purament del projecte, també es van haver de considerar, altres sessions d'explicació del projecte per part dels professors experts, de formació als alumnes en l'ús de les eines tecnològiques emprades i sessions d'avaluació.

Pel que fa explícitament al desenvolupament de l'aplicació, seguint la metodologia de desenvolupament del software en cascada escollida, aplicada a les particularitats concretes de l'aula, es va decidir planificar la implementació del projecte en les següents fases:

### 3.6.1 Anàlisi de requeriments:

Primera fase del projecte i una de les fases més importants, donat que tindrà afectació sobre les següents fases. En aquesta fase s'haurà d'escollir un tema del currículum de Matemàtiques de 1r ESO, inventar-se 6 exercicis senzills i solucionar-los, donant una resposta correcta i tres d'incorrectes.

Figura 10  
Alumnes elaborant els exercicis a mà



### 3.6.2 Disseny de l'aplicació

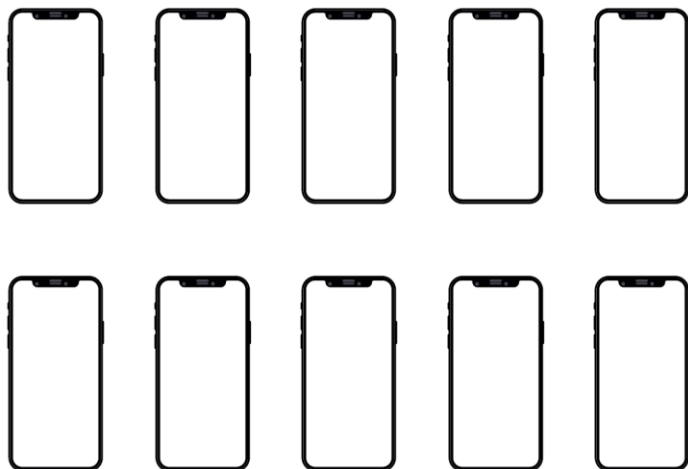
Abans de començar amb la programació pròpiament dita s'ha de realitzar un esbós del disseny. És a dir, un dibuix a mà alçada de com seran les diferents pantalles de l'aplicació, quins elements tindran i altre elements com la distribució, el text o els colors.

També és important dissenyar de forma prèvia la comunicació entre les pantalles, és a dir, indicar com es fa la transició d'una a l'altre (esperar un temps, esperar a que es polsi un botó, etc.).

Per aquesta part del disseny s'ha volgut emprar la tècnica del Mockup. Un Mockup es un terme molt emprat entre els dissenyadors gràfics per fer referència a un muntatge o esborrany de la representació estàtica o interactiva de la interfície d'usuari, que es realitza amb la intenció de mostrar quin seria el resultat final d'un projecte o aplicació. Els Mockups inclouen elements gràfics, tipografia, colors i disposició dels diferents elements de tal forma que dona una representació precisa de l'aparença visual.

Per la realització del Mockup es va donar a cada grup d'alumnes de una plantilla com la següent imatge:

Figura 11  
Plantilla per a realitzar el Mockup



Per tal de donar una guia inicial comuna a tots els grups, se'ls va indicar quin eren les pantalles mínimes a dissenyar i quin era el contingut mínim de cadascuna d'elles, a través de la següent taula:

Taula 2  
Contingut pantalles a dissenyar dins l'aplicació

Pantalla	Explicació	Contingut
Screen 1	Benvinguda a l'aplicació.	<b>Text:</b> Benvinguda. <b>Imatge:</b> Lliure. <b>Botó:</b> Permet anar a la següent pantalla.
Screen 2	Permet escollir tema a treballar entre dos del currículum de Matemàtiques.	<b>Text:</b> Escull un dels dos temes. <b>Imatge:</b> Imatge primer tema. <b>Botó:</b> Escollir primer tema. <b>Imatge:</b> Imatge segon tema. <b>Botó:</b> Escollir segon tema.
Screen 3	Explicació del funcionament de les activitats.	<b>Text:</b> Explicació funcionament. <b>Botó:</b> Començar Activitat
Screen 4-8	Pantalla de les 6 activitats dissenyades.	<b>Text:</b> Enunciat de la pregunta. <b>Text/Imatge:</b> (si cal) <b>Botó (x4):</b> Opcions de resposta.

Screen 9	Visualització de resultats i estadístiques.	<b>Text:</b> Títol pantalla estadístiques <b>Text:</b> Text de resultats (nombre de preguntes encertades). <b>Botó:</b> Tornar a pantalla inicial.
----------	---	--

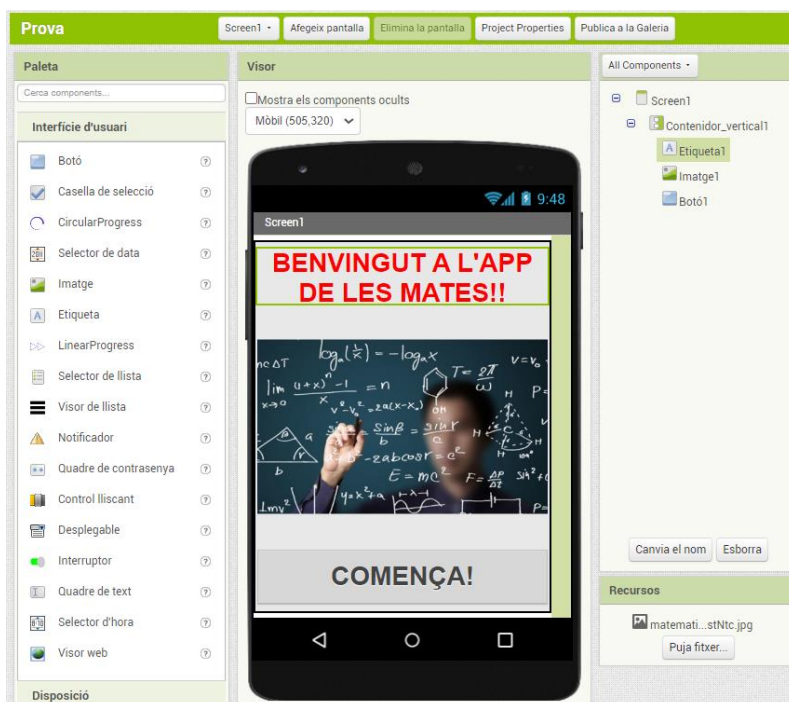
### 3.6.3 Desenvolupament de l'aplicació

Aquesta part del desenvolupament de l'aplicació és en la que s'ha d'invertir més temps ja que correspon a tota la pròpia programació de l'aplicació un cop hem fet el disseny sobre paper a través del Mockup. Com s'ha comentat, la implementació s'ha dut a terme amb l'eina tecnològica App Inventor 2.

Aquesta eina separa el desenvolupament en dos grans apartats:

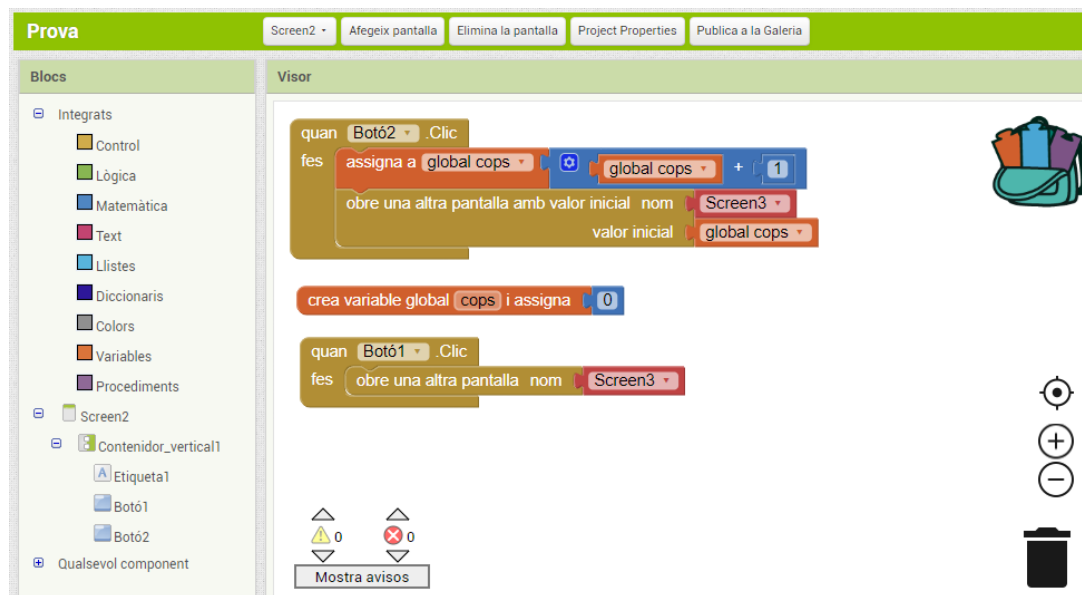
- Dissenyador (o Front-End): En aquesta part es on es configura cada una de les pantalles que hi ha a l'aplicació, de forma individual. En funció al disseny del Mockup, a cada una de les pantalles, s'ha d'indicar quina és la distribució dels elements (vertical, horitzontal, una sobre de l'altre, un al costat de l'altre, etc.) i quins son els propis elements (botons, text, imatges, etc.) configurant les seves característiques (com el color, la mida o la forma). Concretament, seguint el disseny desenvolupat al Mockup només haurem de treballar amb 3 elements: Text: Permet escriure un text concret en una part de la pantalla, botó: En pulsar-lo l'usuari executa una certa acció (especificada a la part de Blocs). També es pot posar un text al botó i imatge: Permet col·locar una imatge concreta en una part de la pantalla.

Figura 12  
Exemple de l'apartat Dissenyador d'App Inventor



- **Blocs (o Back-End):** Aquesta part és la que no es veu en una aplicació, tot el que hi ha al darrere, la lògica del seu funcionament. Cada un dels elements que hi ha a la part de Dissenyador té assignades unes certes funcions. Son aquestes les que es poden configurar en la part de Blocs. Per exemple: el fet de polsar un botó i fer quelcom concret o el fet de canviar de pantalla donada una condició, son funcions d'elements concrets que estan indicades a la part de blocs. També s'hauria d'incloure en aquesta part les operacions matemàtiques que hi ha a l'aplicació, com per exemple sumar un punt al resultat en respondre una aplicació de forma correcta.

Figura 13  
Exemple de l'apartat Blocs d'App Inventor



### 3.6.4 Testeig i millora de l'aplicació

Un cop cada un dels grups considera que ha finalitzat la seva aplicació, és a dir, que ha fet la transició del Mockup a dissenyar sobre l'eina totes les pantalles, així com de la lògica de l'aplicació, la lògica ens diu que ja hem acabat, però no és així.

Dins del model en cascada, un cop ha finalitzat l'aplicació, aquesta entra en fase beta, és a dir, en una fase on un conjunt d'usuaris (que podrien ser usuaris finals de la pròpia aplicació) han d'utilitzar-la per comprovar el seu correcte funcionament, així com per indicar propostes de millora (tant de disseny com d'execució) per millorar l'aplicació.

Donat que no hi havia usuaris lliures per fer les proves, més que els alumnes de classe, es va decidir que es faria una roda de grups i cada un dels grups faria les proves de l'aplicació d'un altre grup.

Dins d'aquesta fase, cada grup havia de provar l'aplicació de totes les formes que vulgues i d'omplir un document de proves on havien d'indican com a mínim 4 troballes, separades en dos grups principals: errors en l'aplicació i punts de millora.

Es va definir com a error en l'aplicació tots aquells aspectes que es trobessin que fossin incorrectes tant a nivell funcional com de contingut.

Son exemples d'errors:

- Un botó de canvi de pantalla que, quan el polses no canvia de pantalla.
- Un error en el càlcul de les respostes d'alguna activitat.
- Un comptatge incorrecte del nombre de respostes encertades.

Es va definir com a punt de millora tot allò que no afecta directament al funcionament de l'aplicació (és a dir, que l'aplicació funciona de forma correcta), però que milloraria el seu ús.

Son exemples d'errors:

- Una mida massa gran o petit del text que dificulta la lectura per part de l'usuari.
- Un color del text que no fa suficientment contrasta amb el color del fons i que, per tant, dificulta la lectura per part de l'usuari.
- Un explicació que no s'entén bé en alguna de les activitats.

Un cop el document estava omplert indicant el número de la troballa, el tipus de troballa (error o millora), la pantalla on es trobava, l'explicació de la troballa i una proposta de solució, aquest s'havia de retornar directament al grup original, el qual havia de fer una correcció d'aquestes punts, millorant així la seva aplicació, apropant-se al llançament final.

### 3.6.5 *Entrega i presentació*

Un cop finalitzada, s'ha fet el testeig i s'ha fet la correcció dels errors o propostes de millora podem dir que l'aplicació esta preparada per entrar en producció, és a dir, per a ser penjada en una plataforma i que tot el públic amb un mòbil compatible pugui accedir i utilitzar-la.

En el cas del projecte realitzat, aquesta fase de entrega va consistir en una exposició oral, a la classe i als professors, per part de cada un dels grup, del procés de creació de l'aplicació, explicant com ha afectat al grup cada una de les fases.

Les parts de la presentació havien de ser les següents:

- **Avaluació dels requeriments:** En aquesta apartat cal explicar quin ha estat el tema de matemàtiques escollit i comentar en profunditat una de les activitats, tant l'enunciat, com les 4 solucions (la correcta i les tres incorrectes).
- **Disseny de l'aplicació:** Presentació del Mockup i explicació del mateix, fent èmfasis en els elements que hi ha i en les transicions.
- **Desenvolupament de l'aplicació:** Havien d'escollir una de les pantalles, i explicar-la des de dos punts de vista:
  - **Dissenyador (Front-End):** Indicar tots els elements, així com la seva distribució per la pantalla, i les característiques que s'havien configurat en cadascun d'ells (mida, color, forma, etc.).
  - **Blocs (Back-End):** Explicació del la funcionalitat de cadascun dels blocs lògics de que disposaven en la pantalla escollida.

- Testeig i millora de l'aplicació: Havien d'escollir un error i una troballa que hagués indicat el grup que feia les proves de la seva aplicació, explicar-ho i indicar què i com havien modificat de la seva aplicació per aplicar les solucions proposades per l'altre grup
- Preguntes: Torn obert de paraula a qualsevol integrant del grup o al professorat per fer les preguntes o dubtes que es considerin oportuns del procés de desenvolupament de l'aplicació o del contingut de la pròpia aplicació.

Figura 14  
Exposició oral del projecte per part d'un dels grups



Un cop explicades amb detall cada una de les fases que s'han seguit durant el projecte per al desenvolupament correcte de l'aplicació, detallem, en la següent taula quina va ser la planificació inicial de cadascuna de les 14 sessions de treball on cada sessió corresponia a una hora de treball en grup presencial a l'aula:

Taula 3  
Planificació inicial del projecte per sessions

Sessió	Fase	Contingut
1	Anàlisi de Requeriments	Explicació del projecte (objectius, metodologia de treball, planificació i avaluació).
2		Disseny sobre paper de les activitats/exercicis a implementar de l'àrea de matemàtiques.
3	Disseny de l'aplicació	Explicació i disseny d'un Mockup
4		Disseny del Mockup



5	Desenvolupament de l'aplicació	Explicació de la tecnologia a emprar: App Inventor i realització d'exemple guiat (Front-End)
6		Desenvolupament aplicació i resolució de dubtes.
7		Explicació de la tecnologia a emprar: App Inventor i realització d'exemple guiat (Back-End)
8		Desenvolupament aplicació i resolució de dubtes.
9	Testeig i millora de l'aplicació	Testeig de l'aplicació per part de l'altre grup i proposta de millora.
10		Millora de l'aplicació.
11		Millora de l'aplicació.
12		Millora de l'aplicació.
13	Entrega	Realització de la presentació del projecte.
14		Presentació i Avaluació del projecte per grups.

Un fet molt habitual en projectes d'una certa envergadura, com pot ser aquest, és que la l'execució de la planificació inicial no sigui exactament igual a l'execució final i tinguin desviaments temporals, alguns més grans que d'altres.

En el cas del nostre projecte, també hi ha hagut una certa diferència entre la planificació inicial i l'execució final del projecte.

L'execució final del projecte, que finalment es va desenvolupar al llarg de 20 sessions (3 mesos), es detalla en la següent taula:

*Taula 4  
Planificació final del projecte per sessions*

<b>Sessió</b>	<b>Fase</b>	<b>Contingut</b>
1	Anàlisi de Requeriments	Explicació del projecte (objectius, metodologia de treball, planificació i avaluació).
2		Disseny sobre paper de les activitats/exercicis a implementar de l'àrea de matemàtiques.

3	Disseny de l'aplicació	Explicació i disseny d'un Mockup
4		Disseny del Mockup
5		Disseny del Mockup
6	Desenvolupament de l'aplicació	Explicació de la tecnologia a emprar: App Inventor i realització d'exemple guiat (Front-End)
7		Explicació de la tecnologia a emprar: App Inventor i realització d'exemple guiat (Back-End)
8		Desenvolupament autònom de l'aplicació.
9		Desenvolupament autònom de l'aplicació.
10		Desenvolupament autònom de l'aplicació.
11		Desenvolupament autònom de l'aplicació.
12		Desenvolupament autònom de l'aplicació.
13		Desenvolupament autònom de l'aplicació.
14	Testeig i millora de l'aplicació	Testeig de l'aplicació per part de l'altre grup i proposta de millora.
15		Millora de l'aplicació.
16		Millora de l'aplicació.
17		Millora de l'aplicació.
18	Entrega	Exposicions orals de projectes (3 grups)
19		Exposicions orals de projectes (3 grups)
20		Coavaluació del projecte: Autoavaluació, interavaluació, intra-avaluació i avaluació per part del professorat.

### 3.7 Avaluació del projecte

Tant dins de l'àmbit educatiu com fora d'aquest, l'avaluació juga un valor fonamental dins d'un projecte, més si aquest ha estat desenvolupat per grups i dins d'una assignatura avaluable dins del currículum, és per això que cal que tingui una nota final, individual per a cada un dels alumnes que han participat del projecte.

En el context d'aquest projecte, la avaluació s'ha dut a terme d'un forma integral, intentant que tota la feina i les habilitats mostrades pels alumne s'hagin tingut en compte des de diferents mirades o punts de vista.

Dins d'aquest apartat cal introduir tres conceptes importants que s'han tingut molt en compte en l'avaluació del projecte, els quals, ja han estat comentats i àmpliament detallats en el segon capítol d'aquesta memòria:

- Heteroavaluació: Avaluació realitzada per una persona diferent a l'alumne, no en una posició similar o igual a aquest. Correspon a l'avaluació clàssica feta pel professor a un o a un grup d'alumnes.
- Coavaluació: Correspon a l'avaluació realitzada entre iguals, entre persones iguals dins d'un grup o entre grups iguals.
  - Intergrupals: Avaluació realitzada entre els diferents grups que han realitzat una tasca o feina similar.
  - Intragrupal: Avaluació mútua realitzada entre els diferents integrants d'un mateix grup, que han hagut de conviure i treballar de manera conjunta.
- Autoavaluació: És el procés pel qual l'alumne avalua el seu propi treball i aprenentatge, correspon a una reflexió crítica i constructiva alhora.

Per facilitar la tasca d'avaluació, s'han realitzat unes rúbriques per cada una de les modalitats d'avaluació. En totes aquestes rúbriques, s'han implementat 4 nivells d'assoliment (No Assolit, Assoliment Suficient, Assoliment Notable i Assoliment Excel·lent).

Comentar que, per a formar l'avaluació final del projecte, s'han tingut en compte les 4 avaluacions realitzades, cadascuna amb la seva nota mitjana en funció del nombre de persones que avaluaven, segons la següent taula:

*Taula 5  
Avaluació final del projecte*

	Heteroavaluació	Coavaluació		Autoavaluació
		Intergrupals	Intragrupal	
<b>Percentatge de la nota final</b>	30%	25%	25%	20%

S'exposen a continuació les rúbriques de forma individual:

### 3.7.1 Heteroavaluació

En aquesta avaluació, els dos professors que van fer l'acompanyament durant el projecte van avaluar de forma individual a cadascun dels alumnes al llarg de la duració del projecte.

Per a dur a terme aquesta evolució es va seguir la següent rúbrica amb 4 ítems a avaluar i 4 nivells d'assoliment:

Taula 6  
Rúbrica heteroavaluació

<b>Ítem d'avaluació</b>	<b>Nivell 1: No Assolit</b>	<b>Nivell 2: Assoliment Suficient</b>	<b>Nivell 3: Assoliment Notable</b>	<b>Nivell 4: Assoliment Excel·lent</b>
<b>Implicació en el grup</b>	No accepta les decisions del grup, intenta imposar la seva opció sense escoltar les altres opcions.	Escolta les altres opcions del grup, però no les accepta, proposant sempre la seva opinió.	Entén la diversitat del grup i accepta escolar opinions diferents a la seva tot i que no les accepta directament.	Mostra una actitud de cohesió de grup, sent empàtic, assertiu i participant en les decisions de grup.
<b>Puntualitat a les sessions</b>	Està preparat, de forma puntual en menys del 40% de les sessions.	Està preparat, de forma puntual entre el 40% i el 60% de les sessions.	Està preparat, de forma puntual entre el 60% i el 80% de les sessions.	Està preparat, de forma puntual en més del 80% de les sessions.
<b>Actitud general a classe</b>	No té una correcta actitud a classe. Se li ha de cridar constantment l'atenció ja que la seva actitud dificulta el desenvolupament del projecte.	Li costa tenir una actitud bona de treball. Se li ha de cridar l'atenció en diverses ocasions.	Té una actitud de treball correcta, acostuma a fer silenci de forma general, havent de cridar-li l'atenció en poques ocasions.	Té una actitud de treball, en silenci, facilitant la tasca del seu grup i la dels altres grups.
<b>Presentació del projecte</b>	Fa una exposició oral molt millorable,	Fa una exposició oral normal, llegint de forma	Fa una exposició oral correcta llegint sense llegir i	Fa una bona exposició oral sense llegir i responent de

	llegint i sense ser capaç de respondre a les preguntes realitzades.	parcial i sent capaç de respondre a alguna de les preguntes realitzades.	responent de forma correcta a les preguntes realitzades.	forma segura i correcta a les preguntes realitzades.
--	---	--	--	--

### 3.7.2 Coavaluació

En aquest tipus d'avaluació es promou la col·laboració i la participació activa per part de l'estudiant. S'ha separat en dos grans blocs: avaluació entre membres del mateix grup (intragrupal) i entre membres de diferents grups (intergrupal).

Cal comentar que, pel que fa a la Coavaluació intergrupal, cada integrant d'un grup va avaluar a tots els altres integrants del mateix grups. És a dir, que cada integrant va avaluar a entre 2 i 3 persones, del seu mateix grup.

A continuació es mostren les rúbriques aplicades:

- Coavaluació intergrupal: Per a dur a terme la Coavaluació intergrupal es va seguir al següent rúbrica amb 5 ítems a avaluar i 4 nivells d'assoliment.

Taula 7  
Rúbrica Coavaluació intergrupal

<b>Ítem d'avaluació</b>	<b>Nivell 1: No Assolit</b>	<b>Nivell 2: Assoliment Suficient</b>	<b>Nivell 3: Assoliment Notable</b>	<b>Nivell 4: Assoliment Excel·lent</b>
<b>Anàlisi dels requeriments</b>	No participa de forma activa o únicament participa en un dels exercicis a dissenyar.	Participa de forma activa en 2 o 3 dels exercicis a dissenyar.	Participa de forma activa en 4 o 5 dels exercicis a dissenyar.	Participa de forma activa en els 6 exercicis a dissenyar.
<b>Disseny de l'aplicació</b>	No participa de forma activa en el disseny del Mockup.	Participa de forma suficient en el disseny del Mockup.	Participa de forma rellevant en el disseny del Mockup.	Participa pràcticament la totalitat del disseny del Mockup.
<b>Desenvolupament de l'aplicació</b>	No participa de forma activa en la fase de programació de l'aplicació,	Treballa en la programació de l'App, però no de forma coordinada	Treballa de forma competent, en el desenvolupament de	Treballa de forma correcta i coordinada amb la resta de l'equip en

	deixant la tasca pels altres integrants del grup.	amb la resta del grup.	l'aplicació, de forma coordinada amb la resta de l'equip.	la programació de l'App.
<b>Testeig i millora de l'aplicació</b>	No participa en el testeig de tota l'aplicació de l'altre grup ni proposa millores.	Participa de forma parcial en el testeig de tota l'aplicació de l'altre grup seleccionat.	Participa pràcticament en tota la fase de testeig de l'aplicació de l'altre grup seleccionat.	Participa en el testeig de tota l'aplicació de l'altre grup seleccionat proposant millores.
<b>Entrega i presentació de l'aplicació</b>	Fa una exposició oral molt millorable, llegint i sense ser capaç de respondre a les preguntes realitzades.	Fa una exposició oral normal, llegint de forma parcial i sent capaç de respondre a alguna de les preguntes realitzades.	Fa una exposició oral correcta llegint sense llegir i responent de forma correcta a les preguntes realitzades.	Fa una bona exposició oral sense llegir i responent de forma segura i correcta a les preguntes realitzades.

- Coavaluació intragrupal: Per a dur a terme la Coavaluació intragrupal es va seguir al següent rúbrica amb 4 ítems a avaluar i 4 nivells d'assoliment:

Taula 8  
Rúbrica Coavaluació intragrupal

Ítem d'avaluació	Nivell 1: No Assolít	Nivell 2: Assoliment Suficient	Nivell 3: Assoliment Notable	Nivell 4: Assoliment Excel·lent
<b>Disseny inicial</b>	El grup ha fet un disseny inicial millorable, hi ha més de 5 errors identificats.	El grup ha fet un correcte disseny inicial, hi ha entre 4 i 5 errors identificats.	El grup ha fet un bon disseny inicial, hi ha menys de 3 errors identificats.	El grup ha fet un molt bon disseny inicial, sense cap error.
<b>Disseny final</b>	El grup no ha aplicat ni corregit cap dels errors, ni	El grup ha fet una correcció d'alguns dels aspectes	El grup ha fet una correcció de la majoria d'aspectes	El grup ha aplicat i corregit tots els errors i

	de les propostes de millores comentades.	comentats, però la majoria encara no estan corregits.	comentats, però hi ha algun que encara no esta solucionat.	propostes de millora.
<b>Presentació del projecte</b>	Fa una exposició oral molt millorable, llegint i sense ser capaç de respondre a les preguntes realitzades.	Fa una exposició oral normal, llegint de forma parcial i sent capaç de respondre a alguna de les preguntes realitzades.	Fa una exposició oral correcta llegint sense llegir i responnent de forma correcta a les preguntes realitzades.	Té una actitud de treball, en silenci, facilitant la tasca del seu grup i la dels altres grups.

### 3.7.3 Autoavaluació

L'objectiu d'aquesta avaluació és que l'alumne faci una reflexió personal sobre la seva implicació en el projecte i el seu rendiment. Que sigui conscient de les habilitats i competències que ha desenvolupat durant la realització del projecte.

Es va dividir l'autoavaluació de cada alumne en 5 ítems i 4 nivells d'assoliment per cada ítem amb la següent rúbrica:

Taula 9  
Rúbrica Autoavaluació

<b>Ítem d'avaluació</b>	<b>Nivell 1: No Assolit</b>	<b>Nivell 2: Assoliment Suficient</b>	<b>Nivell 3: Assoliment Notable</b>	<b>Nivell 4: Assoliment Excel·lent</b>
<b>Anàlisi dels requeriments</b>	No participo de forma activa o únicament participo en un dels exercicis a dissenyar.	Participo de forma activa en 2 o 3 dels exercicis a dissenyar.	Participo de forma activa en 4 o 5 dels exercicis a dissenyar.	Participo de forma activa en els 6 exercicis a dissenyar.
<b>Disseny de l'aplicació</b>	No participo de forma activa en el disseny del Mockup.	Participo de forma suficient en el disseny del Mockup.	Participo de forma rellevant en el disseny del Mockup.	Participo pràcticament la totalitat del disseny del Mockup.

<b>Desenvolupament de l'aplicació</b>	No participo de forma activa en la fase de programació de l'aplicació, deixant la tasca pels altres integrants del grup.	Treballo en la programació de l'App, però no de forma coordinada amb la resta del grup.	Treballo de forma competent, en el desenvolupament de l'aplicació, de forma coordinada amb la resta de l'equip.	Treballo de forma correcta i coordinada amb la resta de l'equip en la programació de l'App.
<b>Testeig i millora de l'aplicació</b>	No participo en el testeig de tota l'aplicació de l'altre grup ni proposa millores.	Participo de forma parcial en el testeig de tota l'aplicació de l'altre grup seleccionat.	Participo pràcticament en tota la fase de testeig de l'aplicació de l'altre grup seleccionat.	Participo en el testeig de tota l'aplicació de l'altre grup seleccionat proposant millores.
<b>Entrega i presentació de l'aplicació</b>	Faig una exposició oral molt millorable, llegint i sense ser capaç de respondre a les preguntes realitzades.	Faig una exposició oral normal, llegint de forma parcial i sent capaç de respondre a alguna de les preguntes realitzades.	Faig una exposició oral correcta llegint sense llegir i responent de forma correcta a les preguntes realitzades.	Faig una bona exposició oral sense llegir i responent de forma segura i correcta a les preguntes realitzades.

Finalment, un cop desenvolupat i implementat el projecte, s'avaluarà quina ha estat la rebuda per part dels estudiants i s'estudiaran els punts forts, els febles i les propostes de millora, amb l'objectiu de millorar-lo.



## 4 Anàlisi de resultats

En aquest capítol s'exposarà el resultat que s'extrau de l'avaluació de l'aplicació del projecte iMath: Disseny i implementació d'una aplicació mòbil en un entorn matemàtic a 1r curs d'ESO, desenvolupada pels propis alumnes d'aquest curs.

Mitjançant aquest document es pretén analitzar, avaluar i estudiar quina ha estat l'experiència dels alumnes en el disseny i implementació d'aquest projecte.

És per aquest motiu que s'han emprat dos models d'avaluació capaços de mesurar l'experiència d'usuari que els alumnes han experimentat.

### 4.1 Models d'avaluació d'experiència d'usuari

#### 4.1.1 Model MUSIC

Per a l'avaluació de l'experiència d'usuari que han experimentat els alumnes en el projecte s'ha utilitzat el model MUSIC que tal com exposa Jones (2019) és un model que permet avaluar la motivació que experimenten els usuaris en qualsevol aspecte de forma quantitativa.

La paraula MUSIC és un acrònim en anglès dels següents mots: eMpowerment (empoderament), Usefulness (utilitat), Success (èxit), Interest (interès) and Caring (preocupació).

El model MUSIC centra la motivació en cinc principis bàsic:

- L'Empoderament que sent l'usuari en la capacitat de poder prendre decisions relatives a aspectes de l'aprenentatge.
- Comprendre la utilitat del que està aprenent.
- Creure que pot tenir èxit si posa l'esforç necessari al desenvolupament de les tasques relacionades amb el projecte.
- Sent interès en el contingut i en les activitats realitzades.
- Sent que l'instructor, professor o professional es preocupa per ell com a persona i pel seu aprenentatge.

El model MUSIC és un model àmpliament emprat en el camp de l'educació donat que ha estat validat a través d'una rigorosa evidència empírica mitjançant els resultats de la seva aplicació en diferents estudis.

La versió reduïda del model MUSIC (la qual s'ha emprat en aquest projecte) consta de 18 afirmacions on cada una d'elles està relacionada amb les 5 paraules clau del model. Els usuaris valoren, de forma aleatòria, cada una de les preguntes amb una puntuació de l'1 al 6 en funció del grau d'acord amb l'afirmació sent 1 totalment en desacord i 6 totalment d'acord.

L'aplicació del model MUSIC està orientada a obtenir els resultats mitjançant una enquesta, motiu pel qual, se pot rebre la informació d'una gran quantitat d'usuaris en un breu espai de temps. Pel contrari, no permet un contacte més proper amb el usuari en el que poder qüestionar i preguntar sobre les seves sensacions.

Cal comentar que els alumnes van ser informats en tot moment, de la finalitat en matèria d'investigació i millora educativa, amb la que les dades serien tractades, accedint a la realització de l'enquesta de forma voluntària podent, en tot moment, deixar de fer-la i donant consentiment a difondre la informació que derivi del projecte.

#### 4.1.2 Model BLA

Per realitzar una valoració més profunda i qualitativa de l'experiència d'usuari, a banda de mètode MUSIC s'ha aplicat una altra tècnica. En aquest cas la tècnica ha estat el Bipolar Laddering (BLA), desenvolupada a La Salle – Universitat Ramon Llull pels professors Marc Pifarré i Oscar Tomico.

Labrador () defineix al seu blog la tècnica BLA com “una tècnica socràtica d'exploració psicològica en que durant una entrevista personal es permet a l'usuari decidir lliurement que punts creu que son positius i quins millorables d'un producte o servei analitzant, amb la seva corresponent justificació i detall”.

Per tant, podem entendre la tècnica BLA com una entrevista entre un expert i un usuari en el que l'objectiu de l'expert és que, durant una conversa amb l'usuari, aquest l'indiqui quin son els punts forts i febles del producte analitzat sense preguntar de forma directa, amb l'objectiu de no condicionar la seva resposta. Tant els punts forts com febles han de ser justificats i, a més a més, els punts febles han d'anar acompanyats d'una reflexió en forma de proposta de millora tal com exposen Pifarré i Tomico (2007).

En projectes en que el volum d'usuaris és elevat, resulta inviable poder tenir una entrevista amb cadascun dels usuaris degut al temps que s'ha d'emprar. És per aquest motiu que hi ha una versió reduïda del model BLA anomenada Pocket BLA.

El Pocket BLA no és res més que una adaptació de l'entrevista en format enquesta amb una limitació a l'estudi de tres punts forts i tres punts febles. Per cadascun dels punts (tant forts com febles), l'usuari ha de donar una puntuació i una justificació. A banda, pels punts febles, també s'ha de donar una proposta de millora.

D'aquesta forma, podem arribar a conèixer l'opinió oberta d'un gran volum d'usuaris, però sense arribar a la profunditat que ens permetria l'entrevista personal amb cadascun dels participants al projecte.

Un cop tots els usuaris han respost a l'enquesta i han puntuat cadascuna de les opcions, aquestes s'han d'agrupar, en funció de si és una opinió d'un usuari puntual o una opinió estesa per més usuaris, amb l'objectiu de destacar els comentaris més repetits:

- Punts forts comuns: Aquells punts forts que han estat citats per més d'un usuari.
- Punts forts particulars: Aquells punts forts que han estat citats únicament per un usuari.
- Punts febles comuns: Aquells punts febles que han estat citats per més d'un usuari.
- Punts febles particulars: Aquells punts febles que han estat citats únicament per un usuari.

Un cop exposades ambdues tècniques d'avaluació de l'experiència dels alumnes, es mostraran els resultats obtinguts i es realitzaran un anàlisi dels mateixos.

## 4.2 Resultats obtinguts

Un cop finalitzat el projecte i havent fet, per part de cadascun dels grups, l'exposició final on explicaven tot el procés que han seguit, la totalitat dels alumnes participants en el projecte (divuit alumnes) van respondre a les enquestes, tant la relacionada amb el model BLA com la relacionada amb el model MUSIC.

### 4.2.1 Model BLA

Després de fer una tasca d'identificació dels punts forts i febles així com de la puntuació i de la seva corresponent proposta de millora, aquests es van agrupar.

Per exposar els punts forts comuns, aquests, s'han ordenat en primer lloc per índex de menció, donant més importància als punts més mencionats i, en segon lloc per puntuació, donant més importància als més valorats.

Taula 10  
Resultats Model BLA: Punts Forts Comuns

Punts Forts Comuns	Puntuació Mitjana	Índex de Menció
Ús d'eines tecnològiques desconegudes prèviament.	8,75	83%
Treball en grup.	8,5	72%
Atenció i ajuda del professorat.	9	61%
Disseny inicial sobre Mockup.	8	39%
Aplicació real que es pot utilitzar.	7,5	39%

Inicialment, com es pot observar, els punts forts comuns expressats pels alumnes, son aspectes globals i importants dins del projecte, de fet alguns estan relacionats de forma directa amb els objectius d'aquest motiu pel qual ja es comença a veure el propi èxit del projecte.

Com s'observa, existeixen tres punts forts comuns que es troben per sobre del 60% de menció, és a dir, que més del 60% de l'alumnat l'ha comentat com a punt fort del projecte, a més a més, observem que obtenen una puntuació elevada, per sobre del 8 sobre 10 punts.

- El primer d'ells està relacionat amb un dels objectius principals del projecte i és acostar tecnologies desconegudes per a ells ja que mai les han emprat però molt potents pel que fa al seu aprenentatge. En aquest cas, és valora molt positivament l'ús de l'eina App Inventor com a primer acostament tecnològic al disseny d'aplicacions mòbils. Tot i ser una eina complexa, gràcies a la formació realitzada pels docents, els alumnes han pogut superar les adversitats i la complexitat en la implementació de l'aplicació a través d'aquesta eina. Es per

aquest motius pel que podem considerar un dels aspectes més importants i clau dins d'aquesta nova proposta metodològica.

- El segon punt fort comú esta relacionat amb la metodologia de treball en grup. Es comprova que els alumnes la valoren de forma mols positiva ja que son conscients de que es tracta d'un projecte de gran envergadura en el que han estat treballant un conjunt de sessions i en que, sense repartir-se la feina, hagués estat difícil dur-lo a terme amb uns resultats similars. Tot i això, com es veurà en els punts comuns febles, hi ha una part del treball en grup que no ha estat valorada i és, concretament, la forma en que s'han format els grups. En propers apartats es comentarà aquest punt feble amb més detall.
- El tercer i últim punt fort que s'ha volgut destacar radica en l'acompanyament que s'ha realitzat per part del professorat en el projecte. Cal comentar que els propis docents a banda de fer una tasca d'acompanyament durant el projecte i de resolució de dubtes, han estat qui han format a l'alumnat en l'ús de noves tècnics tal com pot ser el Mockup o el propi App Inventor. Sense aquestes píndoles formatives, hagués estat pràcticament impossible que els alumnes fossin capaços de desenvolupar sols aquest projecte. Els alumnes son conscient d'aquest fet i ho valoren de forma molt positiva, tal com expressa la puntuació donada i l'índex de menció. A banda, aquest punt està directament relacionat amb els resultats del model MUSIC que s'exposaran en el proper apartat, especialment amb l'alta valoració de la preocupació que han sentits els alumnes per part del personal docent.

Es consideren els punts forts comuns aquells que s'han de tenir més en compte, ja que han estat citats per un percentatge destacat de l'alumnat. Tot i això, també es volen citar aquells punts que únicament ha estat comentats de forma individual, tot i que no s'entraran en detall en l'explicació i la justificació.

La següent taula exposa els punts forts particulars, seguidament de la puntuació que l'alumnat ha volgut expressar:

*Taula 11  
Resultats Model BLA: Punts Forts Particulars*

<b>Punts Forts Particulars</b>	<b>Puntuació</b>
Orientat a producte. Objectiu és desenvolupar un producte final en format de MVP.	10
S'han repassat conceptes de Matemàtiques.	9
Fomenta la creativitat. Cada grup pot personalitzar la seva aplicació.	8
Avaluació completa (personal, entre grups i dins del grup).	8
Exposició oral final.	7
Fomenta l'ajuda entre companys.	6

S'observa que, a diferència dels punts forts comuns, la major part d'ells son aspectes particulars del projecte, que també és valoren de forma positiva. Com el fet de fomentar la creativitat mitjançant la creació de les diferents activitats o la cooperació entre els alumnes ja sigui dins del mateix grup o també entre grups donat que les dificultats i aprenentatges d'uns també servien per als integrants dels altres grups.

Per exposar els punts febles comuns, aquests, s'han ordenat en primer lloc per índex de menció, donant més importància als punts més mencionats i, en segon lloc per puntuació, donant més importància als pitjor valorats (puntuació més baixa).

*Taula 12*  
*Resultats Model BLA: Punts Febles Comuns*

<b>Punts Forts Comuns</b>	<b>Puntuació Mitjana</b>	<b>Índex de Menció</b>
Dificultat en l'ús de les eines tecnològiques emprades.	3,25	67%
Projecte massa llar. Gran quantitat de classes dedicades.	4,5	44%
Organització del grup.	3,25	28%
Explicacions teòriques massa llargues.	2,67	22%

Com es pot observar en l'anterior taula, hi ha un conjunt d'aspectes relacionats amb la seva experiència durant la realització del projecte, que els alumnes valoren de forma negativa. Com es veu, son aspectes també generals, relacionats amb la llargària en temps del projecte i la dificultat o complexitat d'aquest.

Si ens fixem en la taula, hi ha un punt feble comú amb un índex de menció superior al 50% relacionat amb la complexitat de les eines i un altre amb un índex del 40%, relacionat amb la llargària del projecte.

Tot i això, per posar en valor els punts febles, es comentaran els quatre punts detectats a continuació:

- El primer punt feble està relacionat amb un dels grans reptes d'aquest projecte, acostar una tasca aparentment complexa i complicada a alumnes de primer cicle d'ESO. Tot i això, els alumnes opinen que les eines tecnològiques emprades, son excessivament complexes per al seu nivell, ja que és el primer cop que fan una aplicació i a més a més, el primer cop que utilitzen aquesta eina, per tant, la dificultat que troben és doble.
- El segon punt feble comú està relacionat amb la quantitat de classes dedicades. Es comprova que els alumnes prefereixen fer diversos petits reptes que tinguin poca durada en el temps (3 o 4 classes) en comptes d'un gran projecte que ocupi tot un semestre.
- El tercer punt feble comú està relacionat amb l'organització de cada un dels grups de treball. Una de les grans qüestions al desenvolupar un treball en grup és com es realitza la divisió del grup. Hi ha diferents formes de fer-ho en funció de quins siguin els objectius del projecte. En el cas d'aquest projecte, la formació dels

grups era innegociable, ja que es va decidir que els grups fossin heterogenis per assegurar que cada grup assolís uns mínims i no hi havia grups amb molts bons resultats i grups que no arribessin a desenvolupar mínimament una aplicació. És per això, que els professors, coneixedors de les habilitats de tots els alumnes van decidir formar grups equilibrats.

- Finalment, l'últim punt feble comú destacat està relacionat també amb el temps, però en aquest cas no amb el temps global del projecte sinó al temps dedicat a les explicacions teòriques, que els alumnes van considerar excessiu. La realitat però és que de les 20 sessions realitzades, només 5 van contenir explicacions teòriques relacionades amb el projecte, és a dir, un 20%. S'entén però que una explicació que durís tota l'hora de classe i que els alumnes únicament estiguin atents, pot ser difícil de pair per part de l'alumnat.

Es consideren els punts febles comuns aquells que s'han de tenir més en compte, ja que han estat citats per un percentatge destacat de l'alumnat. Tot i això, també es volen citar aquells punts que únicament ha estat comentats de forma individual.

La següent taula exposa els punts febles particulars, seguidament de la puntuació que l'alumnat ha volgut expressar:

*Taula 13*  
*Resultats Model BLA: Punts Febles Particulars*

<b>Punts Febles Particulars</b>	<b>Puntuació</b>
Disponibilitat d'una part d'un professor en algun es sessions.	2
Obligació de fer els exercicis de Matemàtiques i no possibilitat de fer exercicis d'altres assignatures.	3
Impossibilitat d'escollir els grups.	4
Obligatorietat de fer presentació oral final de projecte.	4

Com s'observa en l'anterior taula, els punts febles particulars, no són crítics en el desenvolupament del projecte, simplement la opinió particular d'uns alumnes que consideren que hi ha aspectes a millorar.

Tot i això, per posar en valor els punts febles, tot i que únicament siguin citats per una persona, es comentaran els quatre punts detectats a continuació:

- El punt feble particular pitjor valorat ha estat la disponibilitat a l'aula per part d'un dels professors. El cert és que l'execució final en relació a la planificació inicial, va partir d'una desviació temporal important. Això va fer que en algunes de les sessions, un dels professors no tingués disponibilitat per assistir a l'aula. Per tant, només hi havia un professional donant suport i resolent dubtes a tots els grups, aspecte que els alumnes van notar de forma notòria.
- El següent punt feble particular pitjor valorat va ser el fet de no donar llibertat en la matèria per poder fer els exercicis i forçar a que fossin de l'àrea de Matemàtiques. En aquest cas, el fet de treballar el currículum de les matemàtiques és un dels objectius del projecte, per tant no hi ha poder de decisió

per part de l'alumnat per escollir la temàtica. Tot i això, un cop han desenvolupat el projecte amb exercicis de matemàtiques, tenen total llibertat i coneixement per fer, en el seu temps lliure, el mateix amb altres matèries.

- El tercer punt feble particular pitjor valorat està relacionat amb la creació de grups i la impossibilitat d'escollir-los. Com s'ha comentat en el capítol de estat de l'art, un dels principals errors en la creació de grups per desenvolupar treballs en grup es permetre als alumnes realitzar els mateixos els grups, perquè existeix tendència a la creació de grups homogenis que no fomenten el treball ni la integració ni la diversitat i que tampoc asseguren un bon ambient de treball.
- Finalment, l'últim punt, el millora valorat entre els punts febles particulars està relacionat amb la presentació final del projecte. Hi ha alumnes que es mostren reticents a fer presentacions i exposicions orals en públic davant dels seus companys, per vergonya o inseguretat. L'única forma de vèncer a aquesta vergonya o inseguretat es enfrontar-s'hi. Per tant, tots els grups van haver de realitzar una presentació oral final, exposant el procés de disseny i desenvolupament de la seva aplicació mòbil.

En el proper capítol, conclusions i línies de futur, es proposen per part del professorat, punts de millora en relació amb els punts febles comuns y particulars que han expressat els alumnes.

#### 4.2.2 Model MUSIC

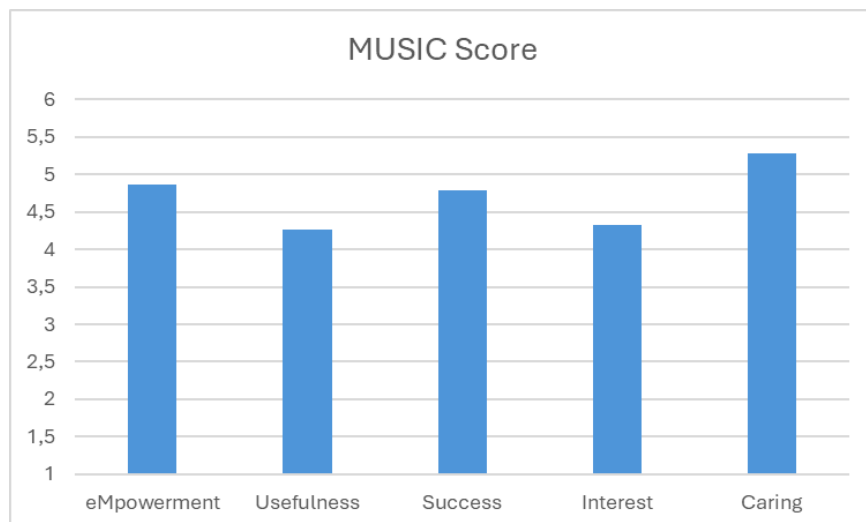
En la següent taula es mostren les dades mitjanes dels valors de MUSIC (Empoderament, Utilitat, Èxit, Interès i Preocupació) en relació amb la valoració del projecte iMath.

Taula 14  
Resultats Model MUSIC: Puntuació

<b>Principi Bàsic MUSIC</b>	<b>Puntuació (sobre 6)</b>
eMpowerment (Empoderament)	4,87
Usefulness (Utilitat)	4,27
Success (Èxit)	4,79
Interest (Interès)	4,32
Caring (Preocupació)	5,28

Per a facilitar la interpretació, es mostren les mateixes dades mitjançant un gràfic de barres verticals:

Figura 15  
Resultats Model MUSIC: Gràfic



Com s'observa, en una escala de l'1 al 6, on el punt mig està en 3,5 punts, tots els paràmetres avaluats queden molt per sobre del punt mig, de fet, la mitjana de les 5 puntuacions és de 4,71 punts sobre 6, és a dir, més de 2 punts per sobre del punt mig.

Per tant, com anàlisi i comentari general de l'acollida, per part, dels estudiants del projecte desenvolupat, es considera que aquest ha estat favorablement valorat.

Tot i això, si fem una anàlisi més profund de cadascun dels principis bàsics per separat, podem veure certes desviacions i diferències entre ells.

El principi bàsic pitjor valorat (lleument per sota dels altres i pràcticament mig punt per sota de la mitjana de les puntuacions) és l'interès, possiblement estigui relacionat amb aspectes negatius comentats al model BLA relacionats amb la desviació de la durada del projecte en el temps, la dificultat inicial en l'ús de l'eina tecnològica App Inventor o la impossibilitat de crear ells mateixos els grups, havent d'acceptar els grups base formats pels professors.

Per contra, el principi bàsic millor valorat (pràcticament mig punt per sobre de la mitjana de les puntuacions), es la preocupació, es a dir, la implicació i l'acompanyament que ha tingut l'equip de docents per l'aprenentatge dels alumnes a través del projecte iMath. Aquest acompanyament és veu reflectit en totes les sessions, ja siguin explicant aspectes teòrics, pràctics o solucionant petits o grans dubtes mentre els grups treballen de forma autònoma desenvolupant la seva aplicació.



## Conclusions i línies de futur

Un cop finalitzat l'anàlisi dels resultats, s'observa, com a apreciació general, la bona acollida que ha tingut el projecte realitzat, per part dels agents implicats en aquest.

Observant l'aplicació dels dos mètodes de valoració d'experiència d'usuari es pot percebre la opinió satisfactòria general dels alumnes, tot i això hi ha aspectes que cal estudiar i interpretar més acuradament, ja que poden esdevenir propostes de millora amb la visió posa a tornar a implementar el projecte.

Pel que fa a les conclusions:

Un cop finalitzat tot el projecte, des de l'etapa inicial de planificació fins a la seva avaluació, s'extreuen les conclusions de l'estudi. Aquestes conclusions es relacionaran directament amb els objectius proposats en el capítol d'introducció per observar si hi ha hagut un assoliment o no dels mateixos.

- Es demostra, a través de la realització d'aquest projecte, que els alumnes han mostrat un l'interès per l'ús d'eines tecnològiques que aparentment eren desconegudes per a ells. El fet també d'iniciar i finalitzar una aplicació, veient totes les parts del procés fa que se sentin capaços de realitzar-la de forma autònoma, sense l'ajuda dels professors, amb els mínims coneixements de que ja disposen. Aquesta conclusió es pot relacionar amb un dels punts forts comentat, el fet que el projecte estigui orientat a producte amb la finalitat de desenvolupar una aplicació funcional.
- Totalment relacionat amb el punt anterior, queda demostrat que, una tasca com al de crear una aplicació que pogués funcionar en els seus propis telèfons mòbils, que inicialment semblava massa complicada pel seu nivell, no ha estat finalment així. És a dir, s'ha posat de relleu que no cal tenir grans coneixements tecnològics ni de programació per tal de desenvolupar una aplicació mòbil. Tal i com s'observa en els resultats obtinguts, especialment en el model BLA, aquest aspecte és un dels que més alumnes valoren (índex del 83% de menció) i millor ho valoren (8,75 de puntuació sobre 10).
- Tot i no ser el primer projecte que realitzen els alumnes dins del món STEAM (ja han realitzat projectes de robòtica, entre d'altres), sí que ha estat el primer en que s'han hagut d'enfrontar a la programació interna de l'aplicació, és a dir, a la part de Back-End. Aquesta part és la que fomenta el pensament computacional, en haver de resoldre petits reptes amb l'ús de la programació, com saber quan algú havia premut un botó o ser capaços de comptar puntuació emprant variables informàtiques. La majoria d'aquests aprenentatges els han fet de forma autònoma, mitjançant el learning by doing, emprant només una explicació inicial per part dels professors participants en el projecte.
- Un dels aspectes inherents en el desenvolupament del projecte però que no té una visibilitat directa són les softs skills que en ell es desenvolupen, a banda de les habilitats tècnics (hard skills) que resulten obvies, com pot ser la programació o el disseny d'aplicacions. En concret, en aquest projecte es fomenten dues d'elles, la creativitat i el treball en equip.

- Creativitat: Pel que fa a la creativitat, ha estat quelcom molt ben valorat pels alumnes, com es pot veure a les conclusions de l'aplicació del model BLA. Els alumnes troben molt positiu poder crear l'aplicació de forma autònoma, segons els seus gustos, ja en el disseny del Mockup i també durant la programació de l'aplicació mitjançant App Inventor.
- Treball en equip: Un altre part del projecte en la que s'ha debatut en múltiples ocasions ha estat el treball en equip. Som conscient que en aquest món no estem sols i que aprendre a treballar en grup és quelcom necessari. A més a més, hem de ser sensats i entendre que, en la vida real, la majoria de cops no podem escollir amb qui treballem. Els alumnes han valorat de forma molt positiva que el treball fos en grup (índex del 72% de menció i amb una puntuació de 8,5 punts sobre 10). El que també és cert és que no valoren de forma tant positiva la manera de formar els grups (índex del 28% de menció amb una nota de 3,25 sobre 10 punts).
- Un dels objectius era augmentar la motivació dels alumnes en relació amb les matemàtiques a través d'un model d'aprenentatge diferent dels tradicional, basant en projectes i emprant la tecnologia com a vehicle de formació. En aquest cas, visualitzant els resultats dels models BLA i MUSIC, sí que s'han sentit motivats en la realització del projecte però no destaca especialment aquesta branca de les matemàtiques. De fet, en un dels punts febles comentat en l'anàlisi de resultats del model BLA, s'exposa que no ha tingut bona acollida el fet d'haver de fer exercicis relacionats amb el currículum de 1r d'ESO y no tenir el poder de decisió de quina matèria o quina àrea treballar en el projecte. Com s'ha explicat ja, es va decidir tancar el tema a només l'àmbit de matemàtiques donat que era la matèria que dins de la branca STEAM es volia treballar, però això no vol dir que no es pugui aplicar exactament el mateix projecte a altres assignatures o a altres àmbits de la vida de l'estudiant. L'aprenentatge que ha assolit pot aplicar-ho on ell tingui interès de fer-ho.

En resum, es constata la bona acceptació que ha tingut el projecte dins dels estudiants tant pel que fa al contingut del mateix com de la metodologia de treball, els estudiants valoren de forma positiva els aprenentatges del que han gaudit especialment de l'ús d'eines tecnològiques desconegudes per a ells, les quals podran aplicar a molts àmbits de la seva vida tant d'estudiant com personal i professional, començant per aplicació a projectes de recerca que a 4rt d'ESO o a Batxillerat hauran de fer.

Pel que fa a les línies de futur:

Com s'ha anat veient al llarg del procés tant de disseny, com d'execució com en l'anàlisi dels resultats, hi ha punts de millora dins del projecte. Aquests punts, que han estat descoberts tant pels professors encarregats de dur a terme el projecte com pels propis alumnes, es comenten a continuació.

Comentar que, associat a cada punt feble s'ha descrit una possible millora en forma de línia de futur, és a dir, en cas de tornar a fer una edició d'aquest projecte, tenir en

compte aquells aspectes que no han anat segons l'esperat i com modificar-los per millorar l'experiència de tots els agents implicats.

- Un dels principals aspectes que tant els professors com els alumnes han detectat, i que suposava un gran repte dins del projecte, estava relacionat amb la dificultat de l'ús de l'eina tecnologia (App Inventor), més per alumnes que mai abans l'han emprat i que no han arribat a programar en cap moment. Els professors érem conscients de la dificultat de l'ús de l'eina tecnològica, però, dins del món de la programació de dispositius mòbils era l'eina més senzilla de fer servir, per tant van ser ambiciosos i vam seguir endavant amb el disseny del projecte, tot creant un conjunt de píndoles formatives per tal de que es familiaritzessin amb la plataforma. Tot i això, no va ser suficient i van haver de demanar ajuda als professors en múltiples ocasions. Com a proposta de línia de futur es planteja, en compte de sessions teòriques de formació, la realització d'un projecte inicial (o projecte '0'), és a dir, un petit projecte de molt poca durada que serveixi als alumnes per familiaritzar-se amb l'ús d'aquestes tecnologies. D'aquesta forma a banda, de donar seguretat en el desenvolupament del projecte pel que fa a l'ús de la plataforma, segurament es podria reduir el número de sessions dedicades a desenvolupament de l'aplicació, per contra, el nombre de sessions de l'assignatura hauria d'augmentar per encabir aquest projecte inicial.
- Altre aspecte de millora, comentat pels propis alumnes, ha estat en relació amb la duració del projecte. Consideren que la duració del projecte ha estat excessiva, arribant a fer-se pesat, en alguns moments, seguir treballant de forma activa en el mateix. Si bé escurçar la duració del projecte, observant les opinions d'altres punts de millora (com la dificultat d'ús de l'eina tecnològica) no sembla viable, sí que podem modificar la forma en la que els alumnes ho conceben. Seguint en aquesta idea, es realitza una proposta de millora que consisteix, en comptes de fer una única entrega i avaluació final, aprofitant que el projecte està separat en fases clarament diferenciades, es podria apostar per fer una entrega i avaluació en finalitzar cadascuna de les fases del projecte. D'aquesta forma, els alumnes tindrien la sensació d'haver superat un esglaió del projecte i haver-se d'enfrontar a un altre diferent, que tot i tenir relació amb l'anterior, no és exactament el mateix. En resum, en comptes de fer un únic projecte gran, fer una divisió del projecte en 5 projectes més petits (un per cada fase) i, tot i que estiguin relacionats entre ells, tractar-los i avaluar-los de forma independent.
- Un altre punt que ha estat comentat de forma repetida per l'alumnat i que ha estat element de discòrdia pels professors era la forma de treballar en grup. La magnitud del projecte a desenvolupar feia clar la necessitat de treballar en grups de 3 o 4 persones però, quina era la millor forma d'organitzar aquests grups? En el capítol d'estat de l'art ja s'ha parlat que fer grups formats pels propis alumnes era una de les pitjors opcions ja que aquests tendrien a ser homogenis (nois amb nois, noies amb noies, etc.), així que, amb l'objectiu d'assegurar que tots els grups fessin un producte final, amb millor o pitjor qualitat, però en definitiva, que fossin capaços de finalitzar el projecte, els professors van seleccionar els grups i els van fer de forma heterogènia, tenint en compte les habilitats de cadascun d'ells i la forma en que treballen de forma conjunta en grup. Aquest aspecte ha estat valorat

de forma negativa pels alumnes, ja que han hagut de treballar amb companys que no hi estan acostumats i que potser no tenen una relació personal. Per part del professorat això no és quelcom dolent, els alumnes han de ser capaços de treballar amb qualsevol company de classe, sense discriminacions. La proposta de millora pel que fa a la línia de futur, no va dirigida a formar grups d'una forma diferent, però sí de repartir rols professionals dins del grup, com si es tractes d'un projecte real formats amb professionals reals, on hi ha un gestor del projecte, un dissenyador, un programador, un encarregat del producte, que és qui parla amb el client, etc. D'aquesta forma, cadascú es sentiria important dins del projecte i responsable d'una de les seves parts, deixant de banda si esta treballant amb un amic seu o només amb un company de classe.

- Un altre punt que ha estat comentat de forma puntual per algun alumne ha estat en relació amb les formacions teòriques realitzades per part del professorat i la seva duració, excessiva pel gust dels alumnes. El plantejament inicial era fer una metodologia learning by doing, però el fet que fos el primer cop que utilitzaven el programa App Inventor i que no estiguessin familiaritzats, va fer que els professors planifiquessin un conjunt de sessions teòriques formatives, estratègicament col·locades durant el projecte, per aprendre a utilitzar aquesta plataforma. Per aquest punt es proposen dues propostes de millora:
  - Sabem, per experiència, que els alumnes no mostren atenció per una explicació fins que no tenen la necessitat d'utilitzar-la i no saben com fer-ho. Aquest possiblement ha estat el motiu pel qual no han estat motivats per escoltar a les sessions teòriques. Per aquest motiu, es proposa l'eliminació de les sessions teòriques i la selecció d'uns quants vídeos que servissin com a tutorial, externs al professorat però validats i escollits per aquests, per tal que els tinguessin al seu abast i els poguessin consultar quan ho necessitessin, fomentant d'aquesta forma una metodologia 100% learning by doing.
  - Una altra proposta, relacionada directament amb el primer punt comentat, seria la realització d'un projecte inicial més petit en que sí que haguessin sessions teòriques i que, en base a aquest projecte inicial, poguessin fer, de forma autònoma tot el projecte més gran.
- Finalment, un dels principals objectius que s'han plantejat en aquest projecte i que, segons l'opinió dels alumnes no s'ha assolit de forma satisfactòria, és fomentar una nova manera d'aprendre les matemàtiques que els motivés més, a través d'una eina tecnològica i metodologia diferents a les tradicionals. De fet, dins de l'execució del model BLA, cap alumne ho ha esmenat com a punt fort del projecte (ni comú ni particular) i sí que hi ha hagut un alumne que ho ha esmenat com a punt feble, puntuant-lo amb una nota de 3 punts sobre 10 punts possibles. Inicialment, el projecte era una excusa per practicar i treballar les matemàtiques d'una forma més divertida que la forma tradicional d'explicar conceptes de forma magistral i, a continuació, repetir infinitat d'exercicis semblants per aprendre a fer, però no acabar d'entendre que s'està fent i perquè. Tot i la idea inicial, finalment ha estat al revés, és a dir, al final les matemàtiques han estat una excusa per fer

un projecte tecnològic, ja que el protagonisme del projecte no han acabat sent les matemàtiques, sinó que ha estat el disseny i desenvolupament d'una aplicació mòbil amb eines tecnològiques desconegudes inicialment. La proposta de millora pel que fa a la línia de futur, radica en una última fase, un cop l'aplicació està implementada i provada pels altres grups, en que l'objectiu sigui fer-la servir com si es tractes d'un joc amb exercicis de matemàtiques, per treballar exercicis del currículum de matemàtiques i que aquests exercicis siguin avaluats dins de l'assignatura. És a dir, emprar l'eina que han creat ells mateixos com part del procés d'aprenentatge d'una altra assignatura (matemàtiques) en comptes de fer exercicis i problemes a pissarra, més propers a metodologies més típiques. D'aquesta forma els alumnes es poden prendre l'aplicació com un joc i sentir-se motivats en aprendre mitjançant el seu ús.



## Bibliografía

World Economic Forum. (2023). *The Future of Job Reports*. World Economic Forum.

The Adecco Group Institute. (2023). *II Informe sobre necesidades del mercado de Trabajo*. The Adecco Group Institute.

Costa, E.J.F. (2017). *Pensamiento computacional en educación básica: un abordaje para estimular la capacidad de resolución de problemas en matemáticas*.

Girona-García, A., Lopez-Iñesta, E. i Sanz, Maria T. (2023). Proposta didàctica basada en pensament computacional per a la millora de la resolució de problemes en primària. *REIRE: revista d'innovació i recerca en educació*, 16 (1), 1-20.

Zamorano, T., García, Y. i Reyes, D. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios de humanidades y ciencias sociales*

Smith, B.K. (2013). *STEM to STEAM: Developing New Frameworks for Art-Science Pedagogy*. American Association for the Advancement of Science 2013 Annual Meeting, Boston, USA.

Esteve, A.R. i Solbes, J. (2017). *El desinterés de los estudiantes por las Ciencias y la Tecnología en el Bachillerato y los estudios universitarios*. X Congreso Internacional sobre Investigación en Didácticas de las Ciencias, Sevilla, España.

Kim, B.H. i Kim, J. (2015). Development and Validation of Evaluation Indicators for Teaching Competency in STEAM Education in Korea. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12 (7), 1909-1924.

Marina, J.A. (2016). *El aprendizaje de la creatividad*. Cuadernos de pedagogía, 467, 49-51.

Yakman, G. (2008). *STEAM education: An overview of creating a model of integrative education*. En *Pupils' Attitudes Towards Technology*, Salt Lake City, USA.

Mader, A. i Dertien, E. (2016). *Tinkering as method in academic teaching*. International Conference on Engineering and product Design Education, Alborg, Denmark.

Bejarano, M.T. i Lirio J. (2008). La utilización de problemas auténticos en la enseñanza superior. *El aprendizaje basado en problemas (ABP): una propuesta metodológica en Educación Superior*, 35-52.

Erwin, H.E. (2017). Full STEAM ahead in physical education. *Journal of Physical Education, Recreation, and Dance*, 88, 3-4.

Dewey, J. (1897). My pedagogic creed. *The School Journal*, 54 (3), 77-80.

Thomas, M. (2008). Using PBL to Enhance Student Teachers' Science Content Knowledge. *Journal of Research and Reflections in Education*, 2 (1), 66-91.

Castillo-Vergara M., Alvarez-Marin, A. I Cabana-Villca, R. (2014). Design thinking: como guiar a estudiantes, emprendedores y empresarios en su aplicación. *Ingeniería Industrial*, 35 (3), 301-311.

Benavides, K.M., Aguilar, G.P. i Benavides, Y.M. (2021). Aplicación de Design Thinking como metodología para el aprendizaje en cursos universitarios. *Actas de las VIII Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC*, 183-192.

Rodriguez, D.M. (2022). Creación de productos innovadores para bibliotecas aplicando Design Thinking: Experiencia en un curso virtual de mercadeo. *Investigación bibliotecológica*, 36 (92), 13-31.

Vergara, J.J. (2017). Proyectos que cambian el aprendizaje. *Design for change: movimiento educativo para cambiar el mundo*, 57-68.

Díez, J.C., Bañeres, D. i Serra, M. (2017). Experiencia de gamificación en Secundaria en el Aprendizaje de Sistemas Digitales. *Education in the knowledge society*, 18 (2), 85-105.

Johnson, D.W. i Johnson, R.T. (2009). An educational psychology success story: Social interdependence theory and cooperative learning. *Educational Researcher*, 38 (5), 365-379.

Tajfel, H., i Turner, J.C. (1979). An integrative theory of intergroup conflict. *The Social Psychology of intergroup relations*, 33-47.



Kiuru, N., Nurmi, J.-E., Aunola, K., i Salmela-Aro, K. (2009). Peer group homogeneity in adolescents' school adjustment varies according to peer group type and gender. *International Journal of Behavioral Development*, 33 (1), 65–76.

Peña, J.D. (2010). El aprendizaje cooperativo y las competencias. *Revista d'innovació docent universitària: RIDU*, 2, 1–9.

Marrodán, M.J. (2019). El Diseño Universal de Aprendizaje, un modelo de aprendizaje para todos y todas. *Educación y Orientación: la revista de la COPOE*, 11, 7-12.

Col·legi Lestonnac Barcelona. (2024, gener 18). *Història del centre*. <https://lestonnacbcn.org/ca/el-collegi/historia-del-centre>

Col·legi Lestonnac Barcelona. (2024, gener 18). *Projecte Educatiu*. <https://lestonnacbcn.org/ca/el-collegi/projecte-educatiu>

Sánchez, E. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Journal of Parents and Teachers*, 379, 45-51.

Caritas (2022). Impacto de las pantallas en la vida de la adolescencia y sus familias en situación de vulnerabilidad social: realidad y virtualidad. *Estudios e Investigaciones*, 23.

Royce, W.W. (1970) Managing the Development of Large Software Systems. *Proceedings of IEEE WESCON*, 26, 328-388.

Boehm, B. (1986) A Spiral Model of Software Development and Enhancement. *Software Engineering Notes*, 11, 14-24.

Beck, K., Beedle, M., Van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Marick, B., Martin R.C., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J. i Thimas, D. (2001) Manifesto for Agile Software Development. *Agile Alliance*

Pérez-Jorge, D. i Martínez-Murciano, M.C. (2022) Gamification with Scratch or App Inventor in Higher Education: A Systematic Review. *Future Internet* 2022, 14, 374.

Jones, B.D. (2009). Motivating students to engage in learning: The MUSIC Model of Academic Motivation. *International Journal of Teaching and Learning in Higher Education*, 21(2), 272-285.

Labrador, E. (2023, setembre 2021). *Entrevista Bipolar Laddering (BLA)*. <https://emil-lab.eu/entrevista-bipolar-laddering-bla>.

Pifarré, M. i Tomico O. (2007) *Bipolar laddering (BLA): A participatory subjective exploration method on user experience*. Designing for User eXperiences, Chicago, Illinois, USA.

## Annexos

### Annex 1 – Enquesta valoració projecte iMath – Model MUSIC

Hem arribat a la fi d'aquest il·lusionant projecte "iMath" en el qual, durant més de 2 mesos, hem desenvolupat una aplicació mòbil amb exercicis de Matemàtiques, dins de l'assignatura de Tinkering utilitzant tecnologies que probablement no heu vist ni emprat abans.

A banda de donar-vos les gràcies a tots i totes, per la vostra implicació i treball en aquest projecte, m'agradaria saber també la vostra opinió, amb l'objectiu d'identificar aquells aspectes que us han agradat més i aquells amb els que no us heu sentit tan còmodes, per tal de poder modificar-los de cara un futur.

És per això que ara us toca a vosaltres avaluar el projecte, mitjançant un conjunt de preguntes en format enquesta.

Aquesta enquesta és totalment anònima i no tracta amb dades de caràcter personal.

Moltes gràcies!

Valoració del projecte:

A continuació hi ha 18 afirmacions, les quals has de valorar quantitativament amb una puntuació de l'1 al 6:

- Un '1' vol dir que estàs totalment en desacord (no estàs d'acord).
- Un '6' vol dir que estàs totalment d'acord (estàs d'acord).

Aquestes afirmacions formen part del qüestionari MUSIC (MUSIC Inventory; Jones 2012), un model d'avaluació multidimensional de la motivació que s'utilitza per a avaluar processos formatius o acadèmics.

1. En general, el projecte m'ha semblat útil: \_\_\_\_\_
2. Els professors han estat disponibles per resoldre dubtes: \_\_\_\_\_
3. El projecte ha estat positiu per a mi personalment: \_\_\_\_\_
4. La forma en què m'han ensenyat/format per desenvolupar el projecte (Mockup, App Inventor, etc.) han fet que estigui atent: \_\_\_\_\_
5. Confio en la meua capacitat per desenvolupar amb èxit el projecte: \_\_\_\_\_
6. He aconseguit realitzar les parts del projecte a la meua manera: \_\_\_\_\_
7. El mètode de formació per desenvolupar el projecte m'ha agradat: \_\_\_\_\_
8. Considero que podria tornar a desenvolupar amb èxit un projecte semblant al realitzat: \_\_\_\_\_
9. He tingut clar en tot moment que havia de fer per desenvolupar el projecte de forma correcta: \_\_\_\_\_
10. He gaudit fent aquest projecte: \_\_\_\_\_
11. Fent aquest projecte, crec que he après moltes coses que abans no coneixia: \_\_\_\_\_
12. Considero que aquest projecte ha estat interessant: \_\_\_\_\_
13. Durant el desenvolupament del treball he pogut fer totes les tasques amb èxit: \_\_\_\_\_
14. Els professors s'han preocupat per la meua feina al llarg del treball: \_\_\_\_\_

15. Crec que seré capaç d'utilitzar en el futur els coneixements que he après en aquest curs (desenvolupament d'aplicacions, App Inventor, Mockup, fases per desenvolupar una aplicació, etc.) : \_\_\_\_\_
16. Crec que els professors han estat respectuosos amb mi: \_\_\_\_\_
17. Crec que els coneixements que he après són importants de cara al meu futur: \_\_\_\_\_
18. El treball que he fet ha estat flexible. Els grups han tingut llibertat per poder decidir moltes de les coses que volien fer dins de l'aplicació: \_\_\_\_\_