



Universitat  
de les Illes Balears



---

## **TRABAJO FINAL DE MÁSTER**

---

**Máster Oficial Interuniversitario en Tecnología Educativa:  
e-Learning y Gestión del Conocimiento**

### **Metodología STEAM-Maker a primària: un estudi mixte**

Alumne:  
Oriol Nadal Solanas

Tutora:  
Dra. Mireia Usart Rodríguez

Tarragona, 8 de setembre de 2022

## AGRAÏMENTS

En primer lloc, gràcies a totes les docents del màster que m'han ensenyat durant aquest curs acadèmic 2021/2022, per donar-me l'oportunitat d'aprendre i d'adquirir les competències necessàries per superar el curs amb èxit.

Tanmateix, voldria agrair l'esforç de la meva tutora, la Dra. Mireia Usart Rodríguez, per acompanyar-me durant tot el màster, per donar-me la confiança necessària per tirar endavant i no defallir en cap moment. El tracte ha estat molt proper i gràcies als seus bons consells he complert amb els objectius plantejats.

Donar les gràcies també a tot l'equip de FabLab Barcelona per la feina que han fet, sobretot al Xavi i la Julia, per poder aprendre i créixer amb ells, així com a l'Escola Voramar de Barcelona, per poder viure en directe la part pràctica de la investigació.

Al grup ARGET, per l'acollida i escalf que m'han ofert durant aquest any, per tot l'aprenentatge i experiències viscudes tant amb els doctorands, com amb els investigadors i mestres que conformen el grup.

Finalment, als meus pares, al meu germà Marc i als padrins, pel suport incondicional que rebo diàriament, puix que sense ells no seria possible.

De tot cor, moltes gràcies.

## RESUM

És imprescindible formar als estudiants de primària d'acord amb les capacitats necessàries per la societat digital del segle XXI. Dins aquest àmbit, han començat a sorgir metodologies que promouen una aproximació transversal a les diferents disciplines relacionades amb l'art, la ciència, les matemàtiques, la tecnologia i l'enginyeria (STEAM) des de primària. Un dels moviments estretament vinculats des d'aquest punt de vista és el *maker*. El treball final de màster que presento pretén analitzar si una intervenció basada en el moviment *maker*, mitjançant la metodologia STEAM pot generar millores en l'adquisició dels continguts i en aspectes socioemocionals i de gènere, a través de dues unitats didàctiques; la primera, sobre l'Univers i la segona, sobre la Història. A més, es pretén observar la valoració que en fan els estudiants. Per tot això es presenta un estudi de metodologia mixta i disseny convergent. Els resultats indiquen que hi ha una millora significativa pel que fa a l'adquisició de continguts, així com una bona predisposició dels estudiants i en paral·lel un increment en l'autoeficàcia en l'assignatura de projectes i en el treball autònom. Aquest estudi representa un primer pas per poder implementar la metodologia STEAM-*maker* a primària.

## PARAULES CLAU

Educació primària, STEAM, Moviment *maker*, Avaluació

## RESUMEN

Es imprescindible formar a los estudiantes de primaria de acuerdo con las capacidades necesarias por la sociedad digital del siglo XXI. Dentro de este ámbito, han empezado a surgir metodologías que promueven una aproximación transversal a las diferentes disciplinas relacionadas con el arte, la ciencia, las matemáticas, la tecnología y la ingeniería (STEAM) desde primaria. Uno de los movimientos estrechamente vinculados desde este punto de vista es el *maker*. El trabajo final de máster que presento pretende analizar si una intervención basada en el movimiento *maker*, mediante la metodología STEAM, puede generar mejoras en la adquisición de los contenidos y en aspectos socioemocionales y de género, a través de dos unidades didácticas; la primera, sobre el Universo y la segunda, sobre la historia. Además, se pretende observar la valoración que hacen los estudiantes. Por todo esto, se presenta un estudio de metodología mixta y diseño convergente. Los resultados indican que hay una mejora significativa en cuanto a la adquisición de contenidos, así como una buena predisposición de los estudiantes y en paralelo un incremento en la autoeficacia en la asignatura de proyectos y en el trabajo autónomo. Este estudio representa un primer paso para poder implementar la metodología STEAM-*maker* en primaria.

## PALABRAS CLAVE

Educación primaria, STEAM, movimiento *maker*, evaluación

## ABSTRACT

Primary students must be trained in accordance to the required 21st century digital society skills. In this field, methodologies promoting a cross-sectional approach to the different disciplines related to art, science, mathematics, technology and engineering (STEAM) have begun to emerge. One of the closely linked movements from this perspective is *maker*. This master thesis aims to analyze whether a *maker*-based intervention, using the STEAM methodology, can help to improve the acquisition of content, socio-emotional and gender aspects, through two teaching units; the first based on The Universe and the second based on History. In addition, it is intended to observe student's assessment to this experience. A mixed methodology study and convergent design are presented. The results indicate that there is a significant improvement in the acquisition of the contents, as well as a good student engagement and, in parallel, a growth on self-efficiency within the project subject and on autonomous work. This study represents a first step to implement the STEAM-*maker* methodology in primary centers.

## KEY WORDS

Primary education, STEAM, *maker* movement, evaluation

## Índex de contingut

<b>1. Justificació</b>	<b>6</b>
<b>2. Presentació</b>	<b>8</b>
<b>3. Marc teòric</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Revisió de la literatura</b>	<b>11</b>
3.1.1. Definicions: moviment <i>maker</i>	11
3.1.2. Història del <i>maker</i> i vinculació amb l'educació	14
3.1.3. Els <i>makers</i>	18
3.1.4. FabLabs i espais <i>maker</i>	20
3.1.5. Reptes del <i>maker</i>	24
3.1.6. STEAM	26
3.1.8. STEAM a les escoles	32
3.1.9. Relació <i>maker</i> - STEAM	34
<b>3.2. Estat de l'art</b>	<b>39</b>
3.2.1. <i>Maker</i> i STEAM en l'educació: exemples de recerca i innovació	39
<b>4. Contextualització sobre el projecte TEC-LA</b>	<b>43</b>
<b>5. Marc metodològic</b>	<b>44</b>
<b>5.1. Objectius</b>	<b>44</b>
<b>5.2. Preguntes d'investigació</b>	<b>44</b>
<b>5.3. Variables</b>	<b>45</b>
<b>5.4. Aproximació</b>	<b>46</b>
<b>metodològica i disseny de la recerca</b>	<b>46</b>
<b>5.5. Participants</b>	<b>49</b>
<b>5.6. Instruments i tècniques utilitzades per la presa de dades</b>	<b>50</b>
<b>5.7. Procediment</b>	<b>54</b>
<b>5.8 Anàlisi de dades</b>	<b>64</b>
<b>6. Resultats</b>	<b>65</b>
6.1.1. Aprenentatge de continguts sobre l'Univers (UD1)	66
6.1.2. Aprenentatge de continguts sobre la Història (UD2)	69
6.2.1. Aspectes de gènere	72
6.2.2. Autoeficàcia assignatures STEAM	74
6.2.3. Aspectes socioemocionals: reacció davant l'error	76
6.2.4. Preferència i experiència STEAM- <i>maker</i> : treball en equip, tecnologia, invents i experiments	79
<b>7. Discussió i conclusions</b>	<b>83</b>
<b>8. Limitacions i perspectives de futur</b>	<b>88</b>
<b>9. Annexos</b>	<b>90</b>
<b>10. Referències</b>	<b>91</b>

## Índex de taules

<b>Taula 1</b> Característiques per desenvolupar el treball creatiu.....	21
<b>Taula 2</b> Característiques del Tinkering .....	35
<b>Taula 3</b> Intervencions maker arreu del món.....	40
<b>Taula 4</b> Intervencions maker arreu d'Espanya.....	42
<b>Taula 5</b> Alfes de Cronbach de les diferents assignatures.....	51
<b>Taula 6</b> Descripció de les activitats de la unitat didàctica sobre l'Univers.....	54
<b>Taula 7</b> Descripció de les activitats de la unitat didàctica sobre la història.....	58
<b>Taula 8</b> Distribució per gènere de la mostra.....	65
<b>Taula 9</b> Comparació pre i post Univers.....	66
<b>Taula 10</b> Resultats per ítem del qüestionari de l'Univers.....	67
<b>Taula 11</b> Resultats pre i post història.....	69
<b>Taula 12</b> Resultats per ítems dels coneixements de la història.....	69
<b>Taula 13</b> Resultats pre-post test assignatures.....	74
<b>Taula 14</b> Respostes referents a la reacció davant l'error.....	76
<b>Taula 15</b> Resultats preferències, capacitats i motivació.....	79

## Índex de figures

<b>Figura 1</b> Competències i dimensions de l'STEAM.....	29
<b>Figura 2</b> Relació d'habilitats en l'educació maker i l'enfocament STEAM.....	37
<b>Figura 3</b> Esquema del procés d'investigació.....	46
<b>Figura 4</b> Estructura de la investigació.....	47
<b>Figura 5</b> Resum de les sessions de l'Univers.....	63
<b>Figura 6</b> Resum de les sessions de la història.....	63
<b>Figura 7</b> Diferències de gènere en les entrevistes.....	72

## 1. Justificació

Presento el treball de final de màster centrat en estudiar el moviment *maker* i l'enfocament STEAM a primària. El principal motiu pel qual escullo aquesta temàtica, és perquè, tot i les millores dels darrers anys, encara no s'està formant a l'alumnat de primària d'acord amb les habilitats necessàries per a una societat digital, com explicaré durant el document. En aquest sentit, s'hauria de promoure més la resolució de problemes, la creativitat, el fet de saber treballar en equip o saber gestionar la frustració de l'error a les aules, ja que seran en un futur habilitats imprescindibles per als ciutadans. A més, es continuen dividint els estudis en assignatures, i es forma de manera transmissora, i no s'aprofiten tant els recursos pedagògics que es tenen a disposició. La rectificació d'aquesta pràctica poc adaptada a les necessitats actuals podria portar beneficis als i les alumnes en el desenvolupament de les seves habilitats, i cal estudiar-ne la efectivitat. Per tant, simplement amb aquests dos aspectes ja lligava molt amb una cultura que s'hauria de promoure entre els i les estudiants de primària.

Tanmateix, el moviment *maker* va associat al lema '*Do it yourself*', referint-se a que ens podem adaptar i fabricar fàcilment els objectes sense haver-los de comprar de nou. Aquest lema estableix una gran connexió amb l'escola, ja que és imprescindible començar a educar als discents per ser socialment responsables, a no abusar dels recursos dels quals disposem, i en definitiva a contribuir a millorar l'entorn. Tot això va molt lligat al reaprofitament de recursos i pretén contribuir a la reducció de residus i a garantir un planeta menys contaminat, metes que, segons l'agenda 2030 (UNESCO, 2015) s'han d'assolir en els pròxims anys.

D'altra banda, he de dir que en part, sempre he rebut una educació força similar a la *maker*. Des de petit, he crescut en un entorn rural que m'ha permès desenvolupar algunes de les competències relacionades amb aquest moviment. Tant la meva família com les meves amistats m'han ensenyat des de sempre a no disposar excessivament dels recursos i no abusar del gran estoc de productes dels quals tenim al nostre abast. A més a més, al provenir de família pagesa, he crescut envoltat d'eines tecnològiques i he pogut observar i col·laborar sempre amb la resolució de diferents problemes tècnics que es presentaven en les diferents màquines agrícoles.

Per tant, gràcies a tot aquest aprenentatge previ, el qual estic molt content d'haver adquirit, vaig escollir aquesta temàtica. De fet, ha estat un dels factors claus la motivació durant tot el curs acadèmic 2021/2022. El vincle entre l'autoeficàcia i l'èxit acadèmic (Cerón et al., 2017) també ha estat un dels punts que m'han fet escollir aquest projecte. Si gràcies a aquesta intervenció es pot millorar l'autoeficàcia, no només provocarem un canvi en l'estudiant en termes d'adquisició de coneixement, sinó que també es podran millorar altres aspectes relacionats amb l'aprenentatge, segons aquests autors, i, per tant, la satisfacció de l'alumnat pot ser encara més alta.

Finalment, també he de dir que no tenia gens d'experiència en investigació, i que aquest és un projecte proposat per un grup de recerca de la universitat. La meva tasca ha estat la de col·laboració com a membre de l'equip de recerca. El fet de tenir unes guies pautades i que el projecte no només depengués de mi, també ha estat determinant a l'hora d'escollir la temàtica del TFM.

## 2. Presentació

Aquest treball de final de màster (TFM) estudia la introducció del moviment *maker* mitjançant l'STEAM en un grup de tercer de primària, com a solució per treballar de manera transversal les competències dels i les estudiants. L'STEAM es considera per diferents autors, un enfocament pedagògic on s'estableix un vincle entre l'acadèmic i el context real (Tsupros et al., 2009) i, per tant, ajuda als infants a adaptar-se al nou sistema econòmic i laboral, on hauran de treballar en un futur. Segons Dougherty (2012) el moviment *maker* es defineix com un retrocés al passat, on els individus tenien la suficient habilitat per a reparar els seus propis objectes o crear-ne de nous. La unió d'aquests dos enfocaments es fan realitat en aquest TFM, on es vol analitzar si té sentit ajuntar-les i implementar-les de manera conjunta per millorar diferents aspectes relacionats amb l'aprenentatge, a primària.

Aquest TFM es porta a terme en el marc d'un projecte d'innovació i recerca anomenat TEC-LA. Està liderat per FabLab Barcelona<sup>1</sup>, un laboratori d'innovació que des de l'any 2007 és finançat per la Unió Europea i és referent entre els diversos FabLabs d'arreu del continent i del món. En l'espai, s'elaboren tota mena de materials a través de la fabricació digital, i les instal·lacions compten amb un seguit d'eines tecnològiques i digitals pel prototipatge, la fabricació i prova d'aquests objectes. Tanmateix, des de fa molts anys lideren projectes vinculats amb el món educatiu, i fins i tot tenen programes de màster per formar als interessats en la matèria. El FabLab ha estat des dels seus orígens molt lligat amb el moviment *maker* i amb l'educació, fet que els va portar a desenvolupar aquest projecte. En els pròxims apartats donaré més detalls sobre la institució. FabLab Barcelona va demanar col·laboració pel que fa a la avaluació del projecte al grup de recerca ARGET (Applied Research Group in Education and Technology). ARGET forma part del departament de pedagogia de la URV i porta més de 15 anys fent recerca sobre educació. Des del mes de setembre formo part d'ARGET, ja que se'm va atorgar una beca per col·laborar en les tasques d'avaluació del projecte. Aprofitant que havia de treballar en la recol·lecció de dades del projecte, tant la tutora de TFM com jo mateix vam creure que seria una bona oportunitat per unificar els esforços i acabar creant un treball de final de màster amb entitat pròpia.

El projecte en qual se centra aquest TFM es desenvolupa a l'escola Voramar de Barcelona, un centre concertat que se situa a pocs carrers de FabLab Barcelona, al barri del Poblenou. L'escola es troba en un punt força cèntric de la ciutat de Barcelona, on hi conviuen en general famílies amb un context socioeconòmic mitjà-alt. El centre es caracteritza per atendre les necessitats i mancances de tots els alumnes i hi van estudiants de diferents ètnies o cultures, a més, treballa per projectes.

---

<sup>1</sup> <https://fablabbcn.org>

El projecte, anomenat TEC-LA té un plantejament inicial de tres anys. L'objectiu principal de TEC-LA és dissenyar, implementar i avaluar un projecte basat en el moviment *maker* a primària, que permeti treballar les STEAM (de l'anglès Science, Technology, Engineering, Arts & Maths) de manera transversal, amb perspectiva de gènere i tenint en compte els aspectes socioemocionals de l'alumnat. Al tenir una durada de tres cursos acadèmics, FabLab Barcelona planteja una investigació basada en el disseny (IBD). El principal propòsit és acabar creant un producte final de formació, però per complir-ho, necessitarà diferents assajos de la intervenció. Durant el primer curs acadèmic (2021-22), en el que s'emmarca el TFM, es fa la primera ronda de l'IBD, on s'implementa la primera intervenció a l'escola. Posteriorment, al segon i tercer any es faran dues rondes més per afinar tant la formació inicial a docents, com els instruments i per descomptat, la intervenció a l'aula, per acabar obtenint el resultat final en forma de curs STEAM-Maker per a primària. Malauradament, a causa de la cronologia dels estudis de màster, no m'és possible vincular-m'hi els tres anys. Per aquest fet, aquest TFM es centra en l'anàlisi dels resultats (pre i post) de la primera ronda de l'IBD, corresponent a la implementació del projecte *maker* – STEAM (TEC-LA) en un curs de tercer de primària.

En concret, aquest TFM es planteja des d'un paradigma de recerca mixt, que s'adequa a l'objectiu general d'entendre com viuen els i les estudiants de tercer de primària de l'escola Voramar aquesta intervenció des del punt de vista socioemocional i de gènere, i alhora, mesurar si hi ha una adquisició de coneixements significativa pel que fa als continguts de les dues unitats didàctiques en les quals s'aplica la intervenció. Per això he distribuït el treball en quatre parts diferenciades.

En primer lloc, es mostra la part teòrica del treball on es descriu la justificació i la presentació de la investigació. A més, en aquest primer apartat també es presenta la part de revisió de literatura on bàsicament es parla del moviment *maker* i del model educatiu STEAM. En els dos casos es profunditza en l'evolució d'aquests conceptes i alhora es mostren exemples de com s'han introduït fins ara aquests termes a les aules d'educació primària. Tanmateix, al final de la revisió de literatura s'explica quina connexió hi ha entre els dos (*maker* i STEAM). Després de revisar la literatura, es presenta l'estat de l'art, és a dir, es detallen alguns exemples de com s'han introduït conjuntament en algunes investigacions de característiques similars a la que presento en aquest TFM, tant en l'àmbit estatal com mundial.

La segona part del TFM és el marc metodològic on es detallen les característiques de la investigació i s'expliciten les preguntes i objectius específics de recerca. Tot això permetrà analitzar amb profunditat la implementació del primer cicle del projecte. Cal remarcar que l'objectiu general és doble: se centra tant en estudiar les experiències viscudes per part de l'alumnat, com mesurar la possible millora dels coneixements adquirits durant les sessions que dura la intervenció. A la tercera part es presenta l'anàlisi de dades i els resultats de la investigació. Com que estem en un paradigma mixt, es disposa de dades tant quantitatives

com qualitatives, fet que enriqueix i permet aprofundir en els diferents aspectes dels resultats, en alguns punts complementar les dades numèriques amb tot el detall qualitatiu que sorgeix de respostes obertes i entrevistes de l'alumnat.

Finalment, a l'última part es discuteix sobre els resultats i es descriuen les conclusions a les quals s'arriba una vegada ha finalitzat el procés, tot reflexionant sobre els diferents aspectes que han anat ocorrent i discutint-los d'acord amb les referències anomenades a la part del marc teòric. Tanmateix, s'exposen els entrebancs que s'han superat i els punts forts i febles de la investigació. Per acabar, es proposen aspectes a millorar de cara al disseny del següent prototip per tal que en la intervenció es pugui millorar, a part d'un petit espai on s'adjunten possibles punts a afegir en cas que la intervenció *maker* – STEAM es desenvolupés en una escola d'alta complexitat o en centres amb alumnes amb necessitats educatives especials (NEE), tal com es plantegen des del FabLab.

### 3. Marc teòric

#### 3.1 Revisió de la literatura

Aquest primer apartat del marc teòric pretén analitzar les característiques del moviment *maker*, de l'enfocament pedagògic o metodologia STEAM i d'establir connexions amb l'ensenyament a primària.

##### 3.1.1. Definicions: moviment *maker*

Són diversos els autors que defineixen el moviment *maker*, però entre els més destacables hi ha la següent: “..consisteix en reduir les barreres als innovadors facilitant la creació de prototips mitjançant programes o sistemes de disseny i fabricació assistit mitjançant una computadora.”(Martínez & Dutrénit, 2017, p.3).

Una altra definició de moviment *maker* la proposen els mateixos autors, però comparant-ho amb la societat i l'accessibilitat a la tecnologia d'anys endarrere. Consideren que és fonamental per crear, de tal manera que qualsevol persona que prototipa o repara és aficionat, inventor o bé artesà. Segons Martínez & Dutrénit (2017), existeix una gran diferència entre els *makers* actuals i els d'èpoques anteriors, i és que l'accés a les tecnologies modernes i a una economia globalitzada fa que els joves puguin tenir més facilitat per la construcció o per compartir les creacions.

En la primera definició, queda clar que el gran objectiu és promocionar als innovadors tot facilitant els diversos recursos perquè puguin fabricar amb la utilització de dispositius electrònics. En la segona, redacta més el perfil de persona a qui es pot considerar *maker*. Tal com diu, és un terme molt general, i hi inclou oficis on es repara, on s'aprofita el producte i evidentment no s'opti per l'opció de canviar-lo a la mínima que es fa malbé o es trenca. És cert que la tecnologia, és un dels elements que ens aporta molts beneficis a l'hora d'intercanviar idees, ja que podem crear un producte i imitar-lo a l'altra punta del món gràcies a haver-ho compartit a la xarxa.

Segons aquests autors, la tendència actual és de producció entre diversos membres per aconseguir una finalitat. És a dir, que els recursos que dissenya i produeix un *maker*, els comparteix de forma voluntària perquè aquests mateixos recursos pertanyin a la comunitat *maker* i qualsevol persona, en pugui imitar els passos de disseny i producció. Una de les característiques imprescindibles que ha de tenir un *maker* és que vulgui col·laborar i cooperar, que tingui ganes de compartir el que crea.

En relació amb aquesta afirmació, són diversos els autors que defensen un disseny de col·laboració i obert. García (2019) ja argumentava que és un moviment col·laboratiu i que té la intenció de compartir la informació del procés i elaboració. Tots els autors insisteixen a compartir les creacions per diversos motius. Un dels més rellevants és l'estalvi de temps que suposa a la població per crear nous projectes. Si no es compartís, el *maker* hauria de pensar la idea des de zero, plantejar un disseny, fer-lo realitat i comprovar que funciona. El temps seria molt excessiu, amb el qual, la majoria de vegades ja no seria eficaç pensar en novells

arquitectes. En canvi, d'aquesta manera, t'estalvies tots els passos, i en alguns casos fins i tot ja es va directament a la impressió dels models. Unterfrauner et al. (2017) consideren que és la connexió entre el món físic i el digital.

Si ens centrem en la definició de les activitats *maker*, les podríem definir com aquelles que es basen en “el disseny, les construccions, modificacions, i/o reutilització d'objectes i materials, amb finalitats de joc o d'utilitat, orientades a realitzar algun producte per algun tipus d'ús, interacció o demostració” (Martin, 2015, p.2). Cal dir que no totes les activitats de reutilització o de finalitats de joc estan relacionades amb el *maker*, però sí que és cert que moltes d'aquestes tenen un caire *maker* encara que no estiguin definides com a tal.

Segons Dougherty (2012) és, d'alguna manera, el retrocés dels individus al passat, pel fet que es desenvolupen les habilitats de creació o reparació per millorar els objectes que tenim a la nostra disposició. De fet, si analitzem les diferents etapes de la història, com més tirem enrere, més característiques *makers* es podien trobar en els nostres avantpassats. Primer, van començar fabricant-se la seva pròpia roba, les seves pròpies eines o fins i tot es dissenyaven els mateixos instruments per caçar com les llances. La manera en com es feia el foc, en com es caçava, pescava i recol·lectava era força *maker*, ja que la creativitat predominava i de fet no hi havia cap altra alternativa. Posteriorment, a l'edat antiga, van arribar a fer realitat piràmides sense tenir coneixements d'enginyeria, si no tot es basava en la seva pròpia experiència i en la prova. Però com més avança la història, més facilitats i comoditats ens anem trobant, i, per tant, com és evident, la societat opta per posar en pràctica aquestes comoditats durant el dia a dia. Però la part negativa, és que ens estem oblidant d'una secció força important, com és la creativitat i la capacitat de resolució de problemes. Si no estem acostumats a trobar solució pel nostre propi peu, i arriba un dia en què ningú del nostre voltant ens pot ajudar i, per tant, hem de trobar resposta a qualsevol problema, no serem capaços d'afrontar-ho. D'aquesta manera, amb el moviment *maker* s'intenta abandonar en part la ignorància per a promocionar l'adquisició de coneixements a través de la cooperació i la col·laboració.

Avui en dia, el *maker* té un avantatge força interessant respecte a altres èpoques anteriors, ja que amb les tecnologies digitals i la connectivitat d'internet, crea la possibilitat d'agrupar les idees per compartir-les amb altres, fet que en el passat era impossible d'imaginar. Això també permet crear cada vegada prototips més concrets i per a usos diferents.

Dougherty (2012) afirma que gràcies a la tecnologia podem transmetre la informació molt ràpidament. A més a més, diversos autors parlen del fet d'originar-se una nova revolució industrial i la tendència és que la tecnologia en tingui gran part de la culpa. Segons Martínez & Dutrénit (2017) tecnologies com la intel·ligència artificial, la internet, la impressió 3D o l'automatització formen part d'aquest gran canvi. Anderson (2012) afirma que estem en una nova revolució industrial.

Quan es parla de revolució industrial, no només es troben canvis en l'àmbit educatiu, sinó que aquests canvis es produeixen en diversos sectors de la societat. En el cas actual, “Correspon a la era de la informàtica i les telecomunicacions i els canvis són en els productes, en les indústries o infraestructures, en les tecnologies i en la creació de noves dinàmiques.”

(Martínez & Dutrénit 2017, p.5). És cert que totes aquestes tenen un grau de desenvolupament diferent, i van avançant paral·lelament amb la societat.

Segons Martínez & Dutrénit (2017) aquesta quarta revolució ha provocat certs canvis en l'economia i en les indústries, sobretot en la substitució de màquines per l'ésser humà. Fins i tot, en molts llocs de treball s'ha arribat a plantejar una reducció de la plantilla i s'ha canviat per màquines. Moltes empreses han incorporat tecnologia que els hi ha facilitat el procés de producció, o bé han introduït robots per agilitzar la fabricació. Tot això fa reflexionar a les persones, i sobretot a aquelles que han estat substituïdes per màquines. La part positiva és que sempre hi haurà llocs de treball on hi faran falta persones, perquè de moment, la part més afectiva i sentimental dels éssers humans no poden ser substituïts per cap màquina. L'exemple més clar és el del docent a les escoles.

Una de les parts més importants d'aquest moviment és que és universal. Inclou tots els sectors de la societat, de tots els països del món. Ens descriu a cadascú de nosaltres, sense importar com visquem les nostres vides o quines puguin ser les nostres metes. En definitiva, segons Dougherty (2012) tots som *makers*, des del pare de família que cuina per tota la família fins a la mare que es cuida del jardí. L'important és despertar aquesta curiositat i atrevir-se en crear noves realitzacions. Tots tenim una part *maker* en nosaltres, però hem de saber com desenvolupar-la coneixent a fons els nostres interessos personals per despertar la curiositat i la motivació.

Segons Rosenfeld et al. (2014) un dels factors que fa que l'usuari s'adhereixi a aquesta tendència es que es pot crear a través d'un *hardware* barat. Tot i que els mecanismes ja construïts i elaborats son més cars, la matèria primera encara és força econòmica, i això ajuda a l'economia del moviment *maker*. A més, un altre punt positiu és que la majoria d'eines de fabricació digital són de fàcil accés i un alt percentatge de la població disposa d'algunes d'elles a casa. Per tant, en molts casos no serà necessari ni adquirir més eines perquè ja se'n disposarà.

Cal recordar que per considerar-se *maker* no necessàriament s'ha d'utilitzar la tecnologia, sinó que n'hi ha prou amb la fabricació mitjançant eines. Però sí que és cert que aquesta ens pot facilitar molt la feina si sabem com emprar-la. L'accés als medis digitals el tenim arreu, i els costos d'ordinadors o sistemes informàtics no són elevats perquè hi ha molta varietat d'estoc i per tant, molta competència entre empreses. Tot i això, la desigualtat segueix existint perquè hi haurà països amb més recursos econòmics i, per tant, més dispositius i accés a la tecnologia que no pas uns altres. No és just que un habitant estigui influenciat pel país d'origen, sinó que tothom hauria de tenir el mateix accés a la tecnologia i a les eines de fabricació digital.

Un dels punts negatius és que aquestes tecnologies, ni tan sols en els països desenvolupats no estan encara disponibles per tota la població, i segons els entorns i contextos on ens trobem les podem trobar més desenvolupades o menys. Habitualment, és el sector juvenil el qui domina i disposa de més recursos i eines tecnològiques, però la majoria de població d'edat avançada no compta amb dispositius electrònics. Per aquest motiu és important donar a l'alumnat les eines necessàries perquè en un futur, puguin disposar i conèixer tots els mitjans

electrònics possibles. I evidentment intentar apropar la tecnologia a aquells països que encara no han tingut l'oportunitat d'accedir-hi.

Al mateix temps, el moviment *maker* ha estat força criticat per tenir un predomini masculí i blanc en una societat igualitària. Aquest no pot anar paral·lelament amb l'educació si no té en compte els aspectes més importants. Per aquesta raó, cal remarcar la importància de la igualtat de gènere i d'ètnia ja que el moviment ha de ser exemplar per a tota la societat.

Per acabar, Anderson (2016, recuperat de Martínez & Dutrénit 2017) proposa tres principis que resumeixen d'una manera breu i precisa els aspectes primordials del *maker*:

- S'ha de disposar d'eines digitals en l'àmbit personal, com escàners 3D, talladora làser o impressora 3D.
- S'ha de tenir en compte que els elements que es creen tenen també un component social i s'han de compartir amb els altres usuaris que tinguin els mateixos interessos.
- Les empreses que ofereixen serveis propis d'impressió 3D o de fabricació digital poder fabricar a qualsevol escala gràcies als programaris i eines de les quals disposen.

El primer punt fa referència a l'ús de la tecnologia per fabricar nous prototips, i en descriu els diversos exemples. És important saber fer funcionar aquestes eines, no n'hi ha prou amb l'adquisició. En el segon punt, fa referència a una de les parts imprescindibles del moviment *maker*. Compartir les creacions en línia per tal que altres *makers* ho puguin utilitzar, i així estalviar temps ideant i dissenyant. Abans el moviment estava força limitat en aquest sentit, i no es podien compartir dissenys o era molt difícil. Ara hem d'aprofitar aquest avantatge per reduir el temps de creació.

Finalment, Anderson (2012) parla de la fabricació per contractació, un aspecte molt innovador. Degut a l'increment de dissenys i impressions, determinades empreses han ofert els seus serveis a disposició de la ciutadania per tal de dissenyar o fabricar digitalment qualsevol producció. A més a més, el procés és molt àgil, ja que simplement has d'enviar un arxiu al núvol i imprimir-ho.

Cal recordar que per ser una persona *maker* no has de pertànyer a un col·lectiu de la societat específic, així com tampoc és imprescindible que disposis de grans dispositius electrònics.

### 3.1.2. Història del *maker* i vinculació amb l'educació

Després de tenir clar què significa el moviment *maker*, explicaré les diferents característiques pròpies d'aquest moviment tant històricament com actualment. Posteriorment, ho vincularé

amb l'educació per establir relacions sobre com s'entén el moviment *maker* als processos d'ensenyament-aprenentatge en el món educatiu.

Les tecnologies digitals en contextos educatius “tenen com a objectiu desenvolupar les competències digitals de l'alumnat, afavorir els seus aprenentatges i ampliar l'accés a una educació de qualitat” (Institut Català d'Avaluació de Polítiques Públiques [IVÀLUA], 2020; p.2). Nous mètodes i noves aplicacions tecnològiques s'han anat introduint a les escoles al llarg dels últims anys, així com també s'ha anat incorporant al dia a dia de la societat. Existeix una gran varietat de maneres d'ensenyar als alumnes, però sovint cal posar un filtre i s'ha d'estudiar la forma en com contribuir a una millora del procés d'ensenyament-aprenentatge per formar exitosament els futurs ciutadans.

Tanmateix, segons Usart (2020) el context de pandèmia en el qual ens trobem ha fet que s'accelerés el procés de digitalització i virtualització de bona part del procés d'ensenyament-aprenentatge. Tot i haver estat un canvi força brusc, ha estat alhora positiu cap a l'ús de les tecnologies digitals.

En aquest moment, l'adquisició de coneixements de l'àmbit tecnològic ha d'aconseguir superar la barrera clàssica: poca tecnologia a l'aula, docents pocs formats en aquest àmbit o simplement poc interès en la introducció de tecnologies digitals. Ha de superar tot això per poder fer un salt de qualitat en l'àmbit educatiu i introduir les tecnologies digitals, així com també els diversos dispositius electrònics que, tal i com deia Muñoz (2016) han d'abordar el plantejament de crear nous espais temporals, on el vincle entre docent i alumne sigui més interactiu i amb això, es puguin millorar les diferents habilitats o, fins i tot, les relacions socials. Hi ha una necessitat de canvi, de generar interès cap als alumnes per despertar la creativitat i obtenir en definitiva, que aquest aprenentatge resulti més significatiu.

A conseqüència d'aquesta evolució educativa respecte a les tecnologies digitals, durant els últims anys s'han vist intents de canvi. Un dels moviments que promou l'autonomia i la creativitat de l'alumnat mitjançant l'ús de l'aplicació tecnològica és el moviment *maker*. No és en pocs països que ha entrat amb força; de fet, arreu del planeta està tenint força impacte, tant a nivell educatiu en centres escolars, com a nivell individual sobretot en persones adultes. Ja són uns 1800 FabLabs els que conformen la xarxa de laboratoris d'aquest tipus, i una bona part estan vinculats en el món educatiu<sup>2</sup>.

El moviment està relacionat amb la corrent cultural que es va començar a promoure als anys cinquanta als Estats Units. L'interès estava en la creació, en compartir i aprendre amb tecnologies poc conegudes amb la ciutadania. Des dels seus inicis, va evolucionant, i cada vegada són més els ciutadans que opten per aquesta filosofia de vida. A poc a poc es van compartint centenars de noves creacions per a que altres usuaris també puguin fabricar-les. Per exemple, una persona de Barcelona pot dissenyar i crear un suport del mòbil per al cotxe a través de les diferents eines que té a la seva disposició. Aquesta mateixa persona ho

---

<sup>2</sup> <https://fablabs.io>

comparteix a la xarxa perquè una altra persona de Beijing, o de Londres, que tingui la mateixa necessitat que ell, pugui imitar el model i, per tant, s'estalviï el disseny i passi directament a la creació.

A més, és un moviment que augmenta progressivament, ja que són molts els interessos que hi ha tant per part dels ciutadans com també d'empreses. Pot semblar estrany que les empreses també donin suport al moviment *maker*, pel fet que una de les parts més rellevants és que els *makers* es fabriquen les seves creacions a casa seva i per tant pot suposar un seguit de canvis en l'economia.

Però no es veu com quelcom negatiu, ja que les grans companyies també se'n poden beneficiar, d'aquest moviment. Simplement, hi ha un canvi per part de les empreses i fa que el consumidor se senti molt més creatiu, perquè aquest passa a ser el creador. Un dels exemples seria que, el fabricant, en lloc d'elaborar el producte i distribuir-lo, mitjançant aquest sistema es podria estalviar la part de distribució, ja que pot imprimir el producte a més d'un lloc i no només a la fàbrica. S'ha de tenir en compte que a l'empresari també li interessa que es vagin formant ciutadans innovadors, per tant, es mostra a favor respecte al *maker*.

Cal destacar que en els seus orígens, ja hi havia una bona part de la població que tenia les característiques d'una persona *maker*, però no és fins que Dougherty (2012) proposa el nom de "moviment *maker*" que no evoluciona. És a dir, abans que se'n determinés un mot, ja feia molts anys que existia.

La trajectòria d'aquest moviment té diversos alts i baixos. És cert que el moviment *maker* no es dona a conèixer fins fa pocs anys, però té diversos moments a destacar. Fins als anys 80 hem de tenir en compte que les tecnologies digitals encara no estaven molt desenvolupades, i per tant el moviment *maker* no s'estenia molt. Als anys 80 però, comencen a sorgir noves eines de fabricació digital com les impressores 3D o les talladores a vinil. Això fa que li doni molt més sentit a aquesta nova identitat i que s'expandeixi, primer a Amèrica i després per tot el món.

Segons Martínez i Dutrénit (2017), un dels moments a destacar és cap a l'any 2005, quan Dougherty organitza una fira relacionada exclusivament amb el *maker* a Estats Units. En ella hi arriben a participar milers de persones de tot el món amb interessos variats. Degut al creixement de l'ús de les noves comunicacions digitals, aquests esdeveniments van seguir augmentant tant en nombre de ciutats organitzadores com en nombre de participants. Segons Heather (2019), a la fira de Bay Area de l'any 2017 hi assisteixen cent vint-i-cinc mil participants. O a la de Nova York el mateix any, van ser noranta mil els assistents. Heather (2019) també afirma que entre les dues fires es van elaborar quasi dos mil produccions. A Espanya, les més destacables són la de Bilbao, organitzada des de l'any 2013 i la de Galícia, que està en actiu des de l'any 2015. En aquesta última, durant les últimes cinc edicions hi ha passat més de cinquanta mil assistents, hi ha assistit més de nou-cents *makers* de deu països diferents, i han presentat més de tres-cents projectes<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> <https://galicia.makerfaire.com>

Dougherty és, per molts autors, el creador i impulsor d'aquest moviment. Podem relacionar la figura de Papert amb el moviment *maker* des del punt de vista educatiu. Papert era teòric de la pedagogia als anys 60, i abans que el *maker* es desenvolupés, ell ja investigava en educació. Entre d'altres coses, ‘‘Seymour Papert, és considerat mundialment com un dels pioners del PC, a l’haver reconegut el potencial revolucionari que tenien les computadores en la educació’’. (Lima & Coronel, 2020, p.117) Per tant, a part de ser considerat un dels pioners del PC, va ser el pioner del pensament computacional. Papert va posar les bases perquè el moviment *maker* pogués entrar a l’educació. Ell afirmava que per tal que es produís una millora en l’aprenentatge, els alumnes han de treballar amb objectes manipulables per elaborar noves creacions que es puguin compartir amb la resta de companys/es.

Són diversos els autors que indiquen que és ell qui promociona el moviment *maker* dins les aules. Segons Blikstein (2017) aquest té la intenció de transmetre les bases del construccionisme que van paral·lelament amb el moviment *maker* pel que fa a la fabricació de noves creacions i la resolució de problemes.

No només Papert està implicat en les bases del que coneixem com a construccionisme. Jean Piaget també afirma que hi ha d’haver una interacció entre les idees dels discents amb els coneixements previs i les seves experiències en el món al qual s’apliquen aquests esquemes. Per tant, estaria força justificat que s’introdueixi el moviment *maker*, ja que va en paral·lel amb el construccionisme.

Altres autors que es poden relacionar amb el moviment *maker* en educació són John Dewey i Lev Vygotsky. D’una banda, Dewey creu en la teoria d’aprendre fent, i considera que l’adquisició de coneixements passa per l’experiència i la interacció amb la part més pràctica. D’altra banda, Vygotsky defensa la teoria de l’aprenentatge entre iguals, i creu que l’imprescindible per aprendre és que hi hagi una interacció social.

Es pot veure com el moviment *maker* porta a la pràctica algunes de les idees d’aquests pedagogs o teòrics i, per tant, s’aconsegueix un model que d’entrada només s’utilitza per adults que necessiten elaborar objectes, però que posteriorment es veu que pot aportar molts beneficis en l’àmbit educatiu.

### 3.1.3. Els *makers*

Els membres que participen en aquest moviment es denominen *makers*. Segons Garcia (2019) aquest nom sorgeix en els antics estudiants de l'institut de Tecnologia de Massachusetts (MIT) que generalment estudiaven en l'àmbit electrònic i realitzaven modificacions en les eines i dispositius gairebé sempre en la part més elèctrica. Un *maker* el podríem descriure com a aquell que mostra interès en saber com funciona les coses, treballa en equip i té ganes de compartir les seves produccions i és creatiu. El seu lloc de treball, pot ser físic o bé digital, ja que la tecnologia pot ajudar al *maker* a elaborar els seus prototips. “Un *maker* és una persona que disfruta fent coses tangibles, amb gran curiositat i pel general amb un perfil multidisciplinar.” (García, 2016, p.19). Tal com es pot comprovar gràcies a les primeres definicions de *maker*, és molt més important que hi hagi entusiasme en aprendre i en conèixer com funcionen les coses, que no pas en disposar d'una gran quantitat d'eines. Tot i que és interessant que el *maker* disposi d'alguns instruments per dissenyar i fabricar.

Les persones denominades *maker* poden emprar una gran combinació d'eines tradicionals i posar-les en pràctica juntament amb les eines tecnològiques més recents. La combinació d'aquestes són les que ens poden donar uns resultats força potents. Per profunditzar en aquest punt, dins les eines que utilitzen els *makers* hi ha dos grans grups molt diferenciats:

- El primer, són el conjunt d'eines més tradicionals, com tornavisos, martells, alicates o estisores, entre d'altres. Aquestes, a part que ja porten molt de temps al dia a dia dels ciutadans, les podríem afegir a l'ús particular i domèstic, ja que són molts els usuaris que en disposen.
- El segon grup pertany a les tecnologies que han anat sorgint els últims anys com les que s'han citat anteriorment. Aquests, a diferència dels del primer grup, no són tan habituals entre la població, i això fa que sigui un petit inconvenient perquè no tothom en disposa ni sap quin és el seu funcionament.

Altres autors com Halverson i Pepler (2018) també relacionen la identitat *maker* amb el desenvolupament personal com l'habilitat de descobrir les pròpies passions, desenvolupar-les i d'aquesta manera guanyar confiança i aprendre conjuntament. Els autors afirmen que la presa de decisions o l'autodeterminació són característiques que també es despleguen en el *maker*. Per tant, és tant o més important que hi hagi un increment de la motivació com que es desenvolupin de manera adequada els nostres interessos. Una de les parts que també va força relacionada amb aquest aspecte és la capacitat d'un mateix per a conèixer-se. Sense això, hi ha una major dificultat en trobar els interessos personals i per tant, podríem considerar aquest descobriment com a millorable o en algunes ocasions, fals.

Browder et al. (2017) fan la comparació del moviment *maker* amb un gran paraigües on s'hi inclouen diverses activitats, siguin formals o informals, que es desenvolupen per part d'empreses o d'institucions públiques i que s'hi inclouen tant artistes, com estudiants, com

aficionats o educadors. Es vol crear una generació adequada als temps per incrementar les capacitats individuals i col·lectives.

En definitiva, resumint tots els punts anteriors, es podria dir que en el terme *maker* s'hi inclou tota classe d'usuari de qualsevol edat, ètnia i gènere a qui li desperti aquest interès en crear objectes o sistemes per l'ús personal o col·lectiu tot utilitzant eines tradicionals i eines tecnològiques i, posteriorment, comparteix el procés i els materials, sigui per internet o a través d'altres vies, perquè altres usuaris puguin imitar-ho a l'altra punta del món. Encara no s'ha parlat de quin és l'espai on treballa un *maker*, per això es descriu en el següent apartat.

### 3.1.4. FabLabs i espais *maker*

D'acord amb aquesta nova tendència, el moviment *maker* necessitava un espai on desenvolupar les seves activitats i on poder crear. Aquests espais es denominen FabLabs. Són considerats laboratoris de fabricació digital i van gairebé lligats amb aquest moviment. Aquests s'originen perquè arriba un moment en què les eines de disseny es democratitzen, així com també el procés de producció. Segons Martínez & Dutrénit (2017), aquest pas fa que es constitueixi una institució que disposa d'eines de creació i a poc a poc es van creant més espais fins que s'acaba creant una xarxa de FabLabs a escala mundial.

Per veure l'origen dels FabLabs no hem de retrocedir fins fa molts anys, ja que són uns espais força nous i que fins l'any 2000 no comencen a aparèixer. És llavors, quan comença a sorgir el FabLab com a iniciativa del Centre for Bits and Atoms a l'Institut de Tecnologia de Massachusetts (MIT). El professor Neil Gershenfeld l'any 1998 crea un curs força innovador per l'època sobre fabricació i disseny digital. El curs dona bons resultats i hi ha força demanda. Per això poc a poc evoluciona i acaba donant pas al concepte de FabLab. Segons Smith (2015) el terme es basa en la proporció de llocs que siguin accessibles a gran part de la població pel disseny, la creació digital, la fabricació, i altres processos relacionats amb el *maker*. El més interessant del concepte és que l'espai engloba a tota persona que vulgui crear, una espècie de taller públic accessible a tota la població, independentment del nivell socioeconòmic, de la raça o de la cultura.

Per tant, es crea un FabLab que correspon al Center of Bits and Atoms (CBA) de l'Institut de Tecnologia de Massachusetts (MIT), així que els orígens del FabLab podríem dir que són americans. Una de les definicions de FabLab més concreta i breu és la següent: "és un espai per la creació d'objectes tangibles i prototipat a través de màquines controlades per computadora." (Martínez & Dutrénit, 2017, p.17). S'entén per màquines tota mena d'eines de fabricació digital com les impressores 3D, la talladora a vinil o la talladora làser, entre d'altres.

La creació d'aquest primer FabLab va ser només el principi del que seria, al cap de pocs anys, tot un èxit amb la creació d'espais similars arreu del món. Segons Muro (2013) gràcies a aquest petit pas, es crea la xarxa de laboratoris de fabricació digital. Aquesta xarxa es va crear després que es veiés que l'aproximació del *maker* en general i dels Fablabs a la ciutadania era positiva i per tant, van decidir ampliar les oportunitats arreu del món. Segons Martínez & Dutrénit (2017), fins a 30 països ja disposaven de FabLabs connectats a la xarxa general anomenada "FabLabs.io". Però ja veurem en les següents pàgines que aquest nombre s'ha multiplicat durant els últims cinc anys.

La idea d'aquests espais és donar accés a la ciutadania a la tecnologia necessària per poder aprendre i crear nous prototips que puguin solucionar les necessitats locals. Segons Garcia (2019) gràcies a les eines esmentades, cada usuari pot fabricar-se les seves pròpies creacions o les dels altres, a més a més de dissenyar-les i fer les proves corresponents per assegurar-se de que realment funciona. Un dels aspectes a considerar és que el simple fet d'estar en un FabLab, ni que sigui veient com altres *makers* treballen, ja t'enriqueix molt perquè acostumen

a ser membres molt oberts i acollidors. Addicionalment, si un usuari, com a *maker* va al FabLab a crear i prototipar, pot tenir l'ajuda d'altres *makers* que gairebé segur s'interessaran pel que el nou membre està dissenyant o creant. Aquest aspecte va directament relacionat amb i corrobora que el moviment es basa en la col·laboració i el suport.

Martínez & Dutrénit (2017) afirmen que el gran objectiu dels FabLabs ha estat encomanar a la població aquest esperit de producció mitjançant la tecnologia més bàsica a més a més de donar una explicació base sobre com utilitzar els dispositius a través de l'enginyeria. Cal tenir en compte que els FabLabs no són tot el moviment *maker*, sinó que són tan sols una de les opcions per ampliar-lo i recuperar la capacitat artesanal amb eines modernes de disseny i fabricació.

Així com les empreses de producció aconsegueixen sempre un mateix objecte i en fan molts exemplars, aquí el concepte no seria ben bé el mateix. La idea és no quedar-se amb el producte que una empresa posa a la venda, sinó que es tracta de produir, encaixar tots els elements per poder acabar dissenyant un producte final. Hi ha vegades que el *maker* té instruccions d'altres membres de la comunitat que ja han creat un prototip i llavors resulta menys temps i més agilitat, però en diverses ocasions, el *maker* comença a crear la seva producció des de zero, i, per tant, ha de pensar molt bé què farà, com ho farà i perquè ho farà. La tendència ha augmentat durant els últims anys perquè s'ha comprovat que és una de les maneres de progressar com a societat. Segons Anderson (2013) el model de producció canvia, i ara les indústries o les fàbriques disposen dels productes igual que abans, però es converteixen en arxius en línia que es poden modificar i adaptar. Això provoca un gran canvi i es redistribueix la producció, fent que altres membres de la societat també participin en aquest disseny i elaboració, com podria ser un simple particular que s'adapta qualsevol objecte.

L'evolució de les tecnologies ha permès que aquest moviment s'estengui, tant per compartir les creacions *maker* com per controlar i utilitzar les eines de fabricació digital. El punt d'inflexió, tal com diu Anderson és que fins fa poc només s'adquiria el producte a fàbriques i botigues de disseny industrial, però ara podem crear aquests productes fins i tot a casa o en petits tallers particulars. La gran diferència és que abans, hi havia un grup de persones o una organització que feia aquests productes i ara, és el mateix consumidor qui acaba fent aquest material.

D'altra banda, Martínez (2016) considera que es realitzen múltiples activitats d'interacció entre participants en ambients integrats per propiciar el treball creatiu, i descriu un conjunt de característiques que es defineixen a continuació:

## **Taula 1**

- La creació: és part de la essència dels espais físics on la gent pot crear prototips, així com construir o fabricar a partir d'idees individuals o col·lectives.
- Cooperació: Dins d'aquesta metodologia, es comparteixen els coneixements i habilitats com elements de desenvolupament d'una comunitat.
- Col·laboració: és part del benefici de realitzar aquestes activitats, doncs mitjançant la col·laboració es presenta a la col·lectivitat la creativitat o la propietat intel·lectual dels treballs.
- Aprenentatge: s'assoleix un aprenentatge significatiu a partir "del fer" basat en el conjunt de coneixements teòrics.
- Equipament: contempla un ampli conjunt d'eines informàtiques, basades en hardware i software lliure, impresores 3D, arduí, entre altres dispositius que facilitin la creació.
- La participació: en essència és un treball col·laboratiu on la xarxa d'associació s'amplia continuament, a través d'events, en comunitats o espai per compartir interessos comuns.
- Recolzament: La col·laboració i intercanvi requereit per aquestes activitats no només abarquen l'àmbit finançer, de coneixements i eines, sinó que també el recolzament de col·laboradors privats i públics, per suposar un gran benefici productiu, econòmic i social.
- Joc: la major creativitat flueix en espais lúdics on sigui més difícil distingir el treball i el joc de la creació.
- Canvi: en essència l'individu una vegada s'uneix i participa en aquests espais, experimenta un canvi emocional, en els seus coneixements i d'habilitats per materialitzar les seves motivacions.

*Nota. Recuperada de Martínez (2016, p.4)*

En la taula 1 es pot observar que d'entrada, que els FabLabs són considerats espais oberts on es treballa en equip mitjançant un equipament determinat i on s'intenta ajudar uns membres amb els altres per intentar aconseguir objectius mitjançant el suport mutu. Els espais *maker* són molt més que un lloc on treballar o crear. Els espais *maker* són llocs on desenvolupar aquesta filosofia de vida.

Un clar exemple el tenim a Barcelona. El FabLab de Barcelona és un important centre d'innovació que repensa la manera en la qual vivim, treballem i juguem a les ciutats. És el laboratori des d'on es coordina el projecte TEC-LA, així com l'espai on es formen les docents de l'escola que participa en el projecte. Va ser el primer FabLab fundat a la Unió Europea al 2007, i és un punt de referència en la xarxa poderosa d'uns 1800 FabLabs en uns 100 països. Ells creen investigació i innovació líder en el món basada al voltant de la fabricació digital basat en el laboratori de fabricació digital. Estan situats dins l'institut d'arquitectura avançada de Catalunya (IAAC). Utilitzen les instal·lacions de fabricació digital per crear prototips, fabricar i provar aquestes idees en el món real com a investigació, educació i innovació. Han participat en 18 projectes de recerca europeus des de 2014. A nivell educatiu, també lideren programes pel futur d'aquesta. El FabLab de Barcelona va ser una de les primeres localitzacions del programa educatiu de la distribució global, la Fab Academy. A més a més ofereixen diversos màsters per a que estudiants nacionals i internacionals es puguin venir a formar en les seves instal·lacions. Estan especialitzats en diverses àrees: ecologia civilitzada,

disseny distribuït, futurs emergents, aprenentatge futur, materials i tèxtils, ciutats productives, creació del sentit<sup>4</sup>.

El moviment *maker* no només es posa en pràctica als FabLabs i *makerspaces*. Seria injust, ja que és un moviment que inclou a tothom, independentment de com siguis i d'on vinguis i de quina edat tinguis. La localització no pot ser un factor a tenir en compte, no només poden ser *makers* els que es desenvolupen als Fablabs. Segons Halverson & Sheridan (2014) dins aquests espais s'inclouen les biblioteques, museus, organitzacions independents sense ànims de lucre i amb ànims de lucre, escoles K-12 i institucions d'educació superior. L'ampliació d'aquests espais com els que he anomenat té força relació amb l'aproximament del *maker* als infants. Com que són llocs on habitualment sempre hi ha un alt percentatge de joves, s'intenta aproximar el *maker* als més petits. La idea és que dins aquests edificis (habitualment públics) es trobi un espai on poder crear i innovar.

Halverson & Sheridan (2014) donen l'exemple de la *Makeshop* al museu dels infants de Pittsburgh i al "*Hall of science*" a Nova York, on han aprofitat l'interès en la participació autèntica en STEM i pràctiques artístiques en la creació d'espais *makers*. A més a més són diverses les biblioteques que han optat per incloure un espai d'aquestes característiques, però hi ha un fet que pot generar una mica de confusió. Sempre s'han vist les biblioteques com a llocs on anar a buscar informació, i no pas per anar-hi a posar en pràctica les nostres habilitats *makers*. És per això que s'ha de canviar la visió i pensar que aquests llocs públics, al final són com una mena d'espais de col·laboració, d'obradors comunitaris.

És interessant veure com el que fa uns anys tan sols es feia a les indústries, en aquests moments ho estem ensenyant als alumnes de les escoles. La tecnologia fa que els canvis es produeixin molt més ràpidament, i que l'evolució tingui una velocitat força ràpida.

Per tant, es pot afirmar que no per ser *maker* has de tenir un espai *maker* proper o un s'ha de desplaçar molt lluny. Un espai *maker* es pot desenvolupar a qualsevol lloc per petit que sigui mentre hi hagi persones amb la disposició de crear i d'aprendre creant. Tal com esmenten els diversos autors, és habitual veure espais *makers* fora dels FabLabs, així com també són adaptats en molts espais de la comunitat educativa on els estudiants en poden treure els seus propis avantatges pel creixement personal i acadèmic. Per profunditzar més en els objectius que ofereix el moviment *maker*, en el següent apartat descriu quins es consideren els més rellevants.

---

<sup>4</sup> <https://fablabbcn.org>

### 3.1.5. Reptes del *maker*

El *maker* vol transmetre a la societat uns valors que són força oberts, fet que permet poder compartir eines i coneixements. S'intenta extreure els màxims beneficis de la tecnologia per experimentar i aprendre d'ella. Segons Martínez & Dutrénit (2017) el moviment *maker* té en compte el benestar i la dignitat de les persones, afavorint-les per tenir més impacte al món. Per tant, el primer gran repte se centra en l'individu, en facilitar la vida de les persones i que això tingui un impacte positiu envers la resta de països i ciutadans.

García (2019) destaca que un dels potencials actuals del moviment és que molts usuaris disposen d'eines i hi ha una consciència general pel que fa a la reducció de residus i als aspectes mediambientals, i tot plegat provoca que es redueixin els costos de la fabricació, o inclús del transport de materials. A això se li afegeix el fet que generar un producte nou adaptat pel mateix usuari, sovint crea una satisfacció per a l'individu que fa que automàticament s'incrementin les ganes de recrear un altre producte. Per tant, el benefici és tant pel planeta i per la contribució a la sostenibilitat com pel propi individu que redueix costos i genera un sentiment de pertinença. Cal tenir també en compte que en aquests moments, son molts els interrogants que es planteja la societat de cara a la sostenibilitat i a la crisi climàtica mundial existent. El *maker* és una de les possibles solucions que afavoreix directament al petit productor però també a les grans organitzacions.

A més, suposa que el desenvolupament de prototips sigui més ràpid i menys costós gràcies al fet que no és necessari produir grans quantitats d'un producte per realitzar els tests requerits. Segons García (2019), d'aquesta manera s'aconsegueix un model sostenible i circular, on cada usuari, gràcies a les noves tecnologies, es pot reparar o fabricar els propis objectes. És cert que tothom hauria de tenir les mateixes oportunitats i en el cas de les noves tecnologies no és així, per això, un dels altres objectius que persegueix és fer arribar les tecnologies a tota la població. Precisament per aquest motiu s'estan introduint els dispositius digitals a les aules de les escoles, perquè tota la població hi pugui tenir accés, independentment de l'ètnia ni la posició socioeconòmica en la que es trobi l'estudiant.

L'expansió del moviment *maker* provoca una reflexió perquè els ciutadans se n'adonin dels processos pels quals han de passar els objectes de la vida quotidiana. L'habitant del país desenvolupat s'ha acostumat a navegar en l'abundància, i no veu que tot el que ens envolta s'ha construït amb un material, s'ha dissenyat, té un ús, i per desfer-nos-en han de passar una bona quantitat d'anys. Així doncs, segons García (2019) el model *maker* té un clar enfocament cap a les noves generacions i pretén reduir residus implicant al propi consumidor a participar-hi.

L'avantatge és que s'estimula la personalització de les noves creacions. És a dir, en lloc de dissenyar, imprimir i vendre un model per a tota la població igual, el *maker* genera un model de producte, però cadascú se'l pot adaptar a les seves necessitats. Aquesta és una de les grans diferències respecte al sistema tradicional, ja que no podem tenir un producte fet a mida, sinó que els ciutadans es conformen amb tenir l'objecte que té tothom, encara que l'ús sigui una

mica diferent. Per tant, podem dir que el moviment *maker* també té en compte les necessitats de cadascú i és flexible.

Com a aportació final, penso que els reptes del moviment *maker* els resumeixen molt bé Martínez & Dutrénit (2017). En primer lloc, creuen que és imprescindible que es comparteixin les idees i que la informació circuli de manera lliure, fet que redueix els costos de transacció. A més a més, la tendència es que la tecnologia permeti la combinació d'un seguit de disciplines per treballar de manera transversal, igual que l'STEAM en l'educació. Finalment, com a punt negatiu, destaquen que s'haurien d'ajustar els preus en comparació amb altres eines digitals per superar barreres i que sigui accessible.

Per tant, per resumir aquests últims paràgrafs es pot considerar el *maker* com un moviment que ja fa força anys va néixer a Amèrica, i que parteix de la idea d'adaptar, prototipar o fabricar objectes per tal de fer la vida més senzilla a les persones. Aquest moviment es comença a traslladar a les escoles, i és força important destacar que també es pot adaptar a la primària i a la secundària. Gràcies a la introducció d'aquest moviment, es pot treballar mitjançant eines digitals, tecnològiques, o simplement amb les que es disposi en cas de no tenir gaires recursos. En tots els casos es pot treballar entre els estudiants mitjançant la col·laboració, intentant crear o construir un projecte comú. Tanmateix, també es pot introduir el treball en equip, el compartir experiències i informació o bé ajudar als companys. En definitiva, gràcies a l'experiència que visquin els discents poden construir coneixement, i arribar a l'adquisició de conceptes mitjançant les petites grans activitats viscudes a l'aula. Al mateix temps, es pot reduir la diferència entre gènere i educar a l'estudiant de manera igualitària, una necessitat actual i de futur. Precisament aquest moviment, té molts factors en comú amb l'STEAM, metodologia que també treballa amb la resolució de problemes i que en el següent apartat es descriu tant la definició com el vincle amb el *maker*.

### 3.1.6. STEAM

Al segle XXI han estat moltes les millores que s'han produït en la nostra societat. La globalització, un dels avenços a destacar, ha permès una acceleració de l'economia. L'altre gran progrés que ens està facilitant molt el nostre dia a dia són les tecnologies digitals, que s'han incorporat a les nostres vides amb una rapidesa considerable. Si fins fa uns anys no s'utilitzava pràcticament ni el telèfon mòbil, ni es tenien coneixements de tecnologia digital, en aquests moments ha passat a ser imprescindible per la vida quotidiana. A conseqüència d'aquest fet, s'han desenvolupat nous llocs de treball en el camp tecnològic. Si que és cert que hi ha feines que, gràcies a la digitalització, han fet que la mà d'obra ja no sigui necessària i, per tant, s'han substituït màquines i robots per llocs de treball. Però el fet que es necessiti més personal digitalment qualificat, fa que la balança compensi. Segons Sánchez (2019) les ocupacions que estan sorgint arran de la digitalització van relacionades amb la comunicació, amb la robòtica o fins i tot amb la computació, i no en totes executen tasques els robots, sinó que es necessita una persona per poder intuir o fins i tot haver de fer ús de la creativitat. Per molt que avanci el procés de digitalització de les empreses i indústries, sempre hi hauran feines que necessiten habilitats de l'ésser humà, que necessiten demostrar valors com l'afecte o l'empatia. Les relacionades amb la docència en són un clar exemple.

La societat ha de tenir en compte aquesta evolució i ha de començar a rectificar i adaptar l'aprenentatge de continguts i competències des de la base, d'ençà que s'ensenyen a l'escola. Un dels nous reptes que se'ns presenta és donar les eines necessàries a la nova generació per tal que s'interessin per a assignatures relacionades amb les ciències, amb la tecnologia, amb les matemàtiques i amb l'enginyeria per afrontar les mancances actuals. Aquesta nova mirada "es connecta entre disciplines discretes i convergeix en una entitat, coneguda com STEM" (Khiné i Areepattamannil, 2019, p. 5). Es tracta doncs d'unir aquests camps i ensenyar-ho com a una única matèria, de manera transversal.

El concepte STEM va emergir l'any 1998 a Amèrica. Un dels principals impulsors va ser la National Science Foundation i tenia uns objectius que es basaven en facilitar als ciutadans perquè entenguin els avenços i/o aportacions socials impulsats per les disciplines STEM i perquè manifestin interès per aquestes disciplines. Un altre propòsit que hauria de començar a ensenyar-se des de l'escola, seria aconseguir l'alfabetització STEM. Des de no fa gaires anys que es comença a promocionar però encara li queda un llarg recorregut per aconseguir aquest objectiu. De fet, segons Perales i Aguilera (2020) la "National Governors Association", una entitat americana que agrupa 55 estats i territoris, vol incentivar l'STEM cap a l'estudiant com a estratègia econòmica i pel bé del propi país, passant a davant als països amb els quals competeixen econòmicament. Per tant, el propòsit era formar els ciutadans americans enriquint-los amb aquesta cultura i en definitiva poder defensar-se respecte els països contraris, però finalment ha estat un model exemplar per a tot el món i s'ha acabat traslladant arreu.

Com afirmava Kelley (2016) pocs professors sabien com aplicar-ho a l'aula, o com fer funcionar aquesta disciplina varies dècades després. Va ser llavors quan es van adonar del

fet que el país es podia quedar endarrere amb l'economia global i van centrar-se amb l'educació i les carreres STEM. Kelley també comentava que a partir d'aquell moment, el finançament de l'STEM per la investigació i l'educació van augmentar força als Estats Units. Hi havia pressa per incrementar el rendiment en l'educació estatunidenca en ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques per a que es produís una reforma educativa.

Tot i que ha estat un enfocament que s'ha expandit per tot el món, des de principis de segle, Sanchez (2019) confirma que diferents estudis indiquen que hi ha un descens dels alumnes que trien assignatures de l'àmbit científic o tecnològic. Casado i Checa (2020) vinculen l'acceleració del canvi a satisfer les necessitats de la societat, que van en la línia de la creativitat i la resolució de problemes per tal de resoldre els interrogants d'un futur incert però no molt llunyà.

S'ha d'aconseguir que l'educació vagi en paral·lel al mercat, si no es pot generar un xoc entre la demanda i l'oferta considerable. Aquestes mancances s'han de cobrir perquè el sistema i l'aplicació de tecnologia a les empreses s'acceleraran molt els pròxims anys. Segons Sánchez (2019) un dels principals objectius és agafar-nos a totes aquestes propostes de desenvolupament de competències i habilitats relacionades amb les tecnologies digitals, i l'STEM resumeix molt bé tots els àmbits que s'han d'abordar.

En termes educatius, l'STEM té un enfocament cap a l'ensenyança de tecnologia, matemàtiques i enginyeria d'ençà que comencen els infants a l'educació infantil, fins que acaben els seus estudis ja sigui a la ESO, al Batxillerat, a un grau o fins i tot als doctorats i postdoctorats.

Tsupros et al. (2009) defineixen l'STEM d'una manera molt completa i afirmen que és una disciplina on s'estableix una connexió entre l'acadèmic i el context real, on els alumnes duen a terme tasques de matemàtiques, ciència, enginyeria i tecnologia tot formant-se pel nou sistema econòmic. Cal destacar que aquest aprenentatge no es tracta d'ensenyar les matèries com a assignatures independents, sinó que es tracta d'unir els diferents termes i crear-ne una nova disciplina. De fet, és un dels errors més comuns a les escoles, ja que aparentment es treballa de manera interdisciplinària, però la realitat no és aquesta. Quant al que diu Tsupros, és força interessant el fet que s'han d'establir vincles entre el que s'aprèn a l'aula i el que ens podem trobar a l'exterior, ja sigui a casa, a la feina o a la comunitat.

Així ho defensava Connor (2015), quan afirmava que aquest concepte trenca amb les barreres de les assignatures més tradicionals per utilitzar diferents matèries innovadores en un mateix espai. Dona a entendre que els límits i les fronteres entre matèries no són bons, per tant, si s'eliminen aquestes barreres, tots en podem obtenir un benefici individual i comú.

L'STEM té tot un seguit de característiques força àmplies, però que es poden resumir breument en quatre punts clau. Segons Perales i Aguilera (2020), la característica principal és que sigui transversal amb les quatre assignatures (tecnologia, enginyeria, matemàtiques i ciència). A més a més, està destinat al desenvolupament d'habilitats STEM per la resolució de problemes. Finalment, un altre dels aspectes imprescindibles és que intenta transmetre als alumnes el que el dia de demà hauran d'aplicar en el seu dia a dia per aconseguir un desenvolupament integral del discent.

La idea que sigui interdisciplinari no vol dir que es desenvolupin aquestes assignatures en l'àmbit individual, sinó que es tracta d'unir i fusionar les quatre matèries. A més a més, l'objectiu principal és resoldre problemes o situacions que ens podem trobar a la vida quotidiana, per així fer-ho més real. La idea és que s'aproximi aquesta identitat entre tota la població per acabar formant als ciutadans pel dia de demà, que tinguin prou coneixements com per prendre decisions i ser crítics.

Les habilitats que es desenvolupen gràcies a l'STEM no només són de caràcter tecnològic i científic sinó que també tenen un vessant social. Segons Brickhouse et al. (2000) són diversos els beneficis socials que genera el treballar en equip. Hi ha alguns continguts que inclouen la promoció del treball en grup i la coordinació entre membres de l'equip. Sovint, s'ensenya que el fet de resoldre problemes és molt més fàcil amb companyia i treballant col·laborativament. A més a més, Brickhouse et al. (2020) insisteix en el fet que l'STEM en sí ja és una disciplina per qualsevol persona independentment de la seva cultura, gènere o de la seva raça.

Bybee (2013) articula clarament que el propòsit general de l'educació STEM és desenvolupar encara més una societat alfabetitzada en STEM. La seva definició d' "alfabetització STEM" es refereix a:

- Coneixements, actituds i habilitats per identificar preguntes i problemes en situacions de la vida, explicar al món natural i dissenyat i treure conclusions basades en evidències sobre temes relacionats amb STEM.
- Comprensió dels trets característics de les disciplines STEM com a formes de coneixement, investigació i disseny humans.
- Consciència de com les disciplines STEM donen forma als nostres entorns materials, intel·lectuals i culturals.
- Voluntat de participar en temes relacionats amb l'STEM i amb les idees de la ciència, la tecnologia, l'enginyeria i les matemàtiques com un ciutadà constructiu, preocupat i reflexiu.

Per tant Bybee, en primer lloc creu que l'STEM és un bon mitjà per transmetre coneixement però en els punts posteriors, descriu com l'STEM acaba sent una manera de desenvolupar el dia a dia dels individus, una manera de conscienciar a les persones sobre com influeix aquesta disciplina en l'entorn. Finalment, també parla sobre la responsabilitat que automàticament s'atorga al ciutadà respecte a les diferents matèries que conformen l'STEM.

Val a dir que als principis d'aquesta nova referència s'utilitzaven les sigles STEM (En anglès *Science, Technology, Engineering, Mathematics*). Però en els últims anys, s'han modificat aquestes sigles perquè s'ha afegit una A, fent referència a Arts. Per tant, passa a ser STEAM. La idea és introduir els aspectes artístics en aquesta disciplina. Gràcies a això, "es reforcen aspectes com la innovació i el disseny, el desenvolupament de la curiositat i de la imaginació o la recerca de solucions diverses a un únic problema, que tradicionalment han estat fomentats i desenvolupats per les disciplines artístiques" (Sánchez, 2019, p.3). Per tant, s'inclou un nou concepte i un nou coneixement dins aquesta nova matèria. Un altre dels punts

a favor d'augmentar el concepte és que determinats alumnes, sense incloure les arts igual no s'haurien interessat per una formació tan tecnològica.

Són diversos els motius pels quals es va incloure l'art al concepte de l'STEM. Land i Maeda (2013) també creuen que el canvi genera una oportunitat dins l'educació, amb l'objectiu de permetre a l'alumne:

- 1- Unir el pensament convergent (característic de les disciplines STEM) i divergent (habitual en les disciplines artístiques i humanístiques) en la resolució de problemes reals
- 2- La creació de significat personal
- 3- Millorar l'automotivació

No només estem parlant d'incloure l'art com a habilitat de crear obres, sinó d'una fortalesa per obrir la mentalitat dels joves, del fet que quan es trobin davant un problema no només se centrin simplement a cercar la raó, sinó que busquin alternatives creatives i idees per solucionar els entrebancs. A més a més, això permet un canvi positiu en la motivació.

En molts països a nivell mundial, al demostrar que l'STEAM afavoreix l'aprenentatge dels alumnes, han comprès dins el seu sistema educatiu les competències pròpies d'aquest nou model. En l'àmbit europeu, s'han proposat diverses competències que es creuen ser imprescindibles pels infants, i que els països que la formen han d'incloure dins els seus currículums. Segons Ortiz et al. (2020), a Espanya, la llei LOE del 2006 inclou vuit competències com a elements curriculars que els estudiants han de desenvolupar a través d'educació primària per acabar assolint-les a secundària. Tanmateix, la incorporació de la lletra 'A' referint-se a art, es pot connectar amb el que seria la relació entre STEAM i moviment *maker*. Aquesta part més creativa de l'STEAM és imprescindible en aquest moviment a l'hora de prototipar o crear nous objectes. D'altra banda, la lletra 'E' que correspon a enginyeria, també té un paper força rellevant en el *maker*, sent imprescindible per l'elaboració de diferents projectes. En definitiva, totes les sigles de l'STEAM tenen alguna relació amb el *maker*, i això permet que els dos es puguin implementar a la vegada complementant-se l'un amb l'altre.

Les característiques pròpiament de l'STEAM, com ja he esmentat anteriorment, pertanyen a les assignatures de les cinc sigles que formen la mateixa paraula. Però per especificar quines són les característiques més específiques, en la següent taula se'n descriuen algunes de les més importants. Encara que les possibilitats de classificació són diverses, podem agrupar les competències i dimensions de la següent manera:

**Figura 1**



*Nota: Recuperada de Sánchez-Ludeña, 2019. p.3*

En la figura 1 hi ha descrites les set competències que inclou setze dimensions STEAM. La primera, la de col·laboració i comunicació, encara que no ho sembli, també s'inclou dins l'STEAM, perquè es basa en el treball col·laboratiu i això fa que hi hagi un intercanvi d'opinions i es millori l'expressió o comunicació de cada infant. En serien exemples el compartir resultats, o el fet d'expressar-se per intentar arribar a unes conclusions determinades. El segon punt parla d'autonomia i emprenedoria. És força interessant el fet de desenvolupar-se per ser persones independents, aprendre a aprendre per fomentar aquesta autonomia pròpia. Aquest és una de les competències més importants, o més aviat diria un dels pilars fonamentals perquè l'infant, el dia de demà sigui una persona que es coneix i que sap progressar sense gaires suports.

Una de les competències que també té molt pes és la resolució de problemes. En ella s'hi descriu dimensions com obtenir i tractar la informació, i resoldre les diverses adversitats. Cal destacar el pensament computacional com a procés crucial pel pensament crític i pel desenvolupament de les habilitats per la computació. La competència del pensament crític, es divideix en dos subapartats. El primer és el pensament lògic, que fa referència a l'expressió de les idees de manera ordenada per creure i convèncer a un altre individu sobre la nostra creença o argumentació. El segon és el pensament sistèmic, que tal com la paraula indica es vol fer entendre la connexió entre diversos components d'un sistema.

La competència del coneixement i l'ús de la tecnologia fa referència a l'ús de les tecnologies digitals. Aquesta és la part més pràctica pel que fa a les set competències descrites, i se centra en el coneixement, funcionament i maneig de les diverses eines digitals. Molt similar és l'última competència, que fa referència al disseny i fabricació de productes. L'enginy és una

part que té força pes en la matèria, i que és interessant desenvolupar per la gestió, planificació i fabricació de nous utensilis.

Finalment, la competència que engloba la part més imaginativa per als estudiants és la de creativitat i innovació. En ella es reuneixen les habilitats per pensar nous models, crear a través de la imaginació. Podríem dir que aquesta resumeix totes les altres, perquè en més o menys quantitat està present en totes les competències.

### 3.1.8. STEAM a les escoles

L'STEAM està entrant a les escoles amb una velocitat considerable. Tot l'entorn educatiu de l'alumne ha de fer l'esforç per saber transmetre aquest tipus de coneixement, ja sigui en l'educació formal com en la no formal. És cert que hi ha una sèrie d'aspectes com l'estructura del sistema que sovint, dificulten la implementació de la matèria. Sánchez (2019) ja afirmava que aquestes metodologies que s'introdueixen a l'aula han de tenir més facilitats, ja que sovint hi ha manca de recursos i dificultats per al professorat que veu com el sistema educatiu és encara massa rígid per introduir l'STEAM.

Tot i que no hauria de ser així, perquè es pot crear una desigualtat, les escoles tenen contextos socioeconòmics diferents, en llocs o barris diferents, i per tant, no es pot generalitzar per igual aquesta aplicació de l'STEAM a les aules. Durant la pandèmia, segons Usart (2020) ens hem vist obligats a substituir el model presencial per la virtualització del procés d'ensenyament-aprenentatge. Això ha portat uns grans beneficis, però alhora ha generat unes desigualtats. És cert que "El ràpid desenvolupament de la tecnologia educativa no evita que molts infants en edat escolar encara no tinguin una connexió a Internet a casa, cosa que els posa en un desavantatge pel que fa a l'elaboració dels deures, l'accés a recursos en línia i el desenvolupament de la seva competència digital ciutadana." (Dagiene i Syslo 2012, citat en Usart 2020, p.2) Per tant, seria d'especial interès estudiar i analitzar profundament la manera en com es distribueixen els recursos, per garantir una educació de qualitat i per no generar una desigualtat respecte a altres alumnes que tenen accés a molts mitjans digitals.

El mateix Sánchez (2019) descrivia les diverses barreres que podem trobar per l'aprenentatge de l'STEAM a les aules i divideix en tres els aspectes a millorar. En el primer, afirma que es necessiten més espais i uns mínims d'eines tecnològiques. En el segon, destaca la importància de la formació dels docents per la bona aplicació de la transversalitat en la majoria de les matèries. I en l'últim punt, descriu com l'estructura escolar a nivell de currículum dificulta encara més l'aplicació de la metodologia.

En primer lloc, els centres necessiten uns mínims d'eines i entorns tecnològics per poder desenvolupar aquesta matèria. No totes les escoles poden arribar a aquests mínims, ni molt menys les de països subdesenvolupats o en vies de desenvolupament. D'altra banda, al segon punt hi ha un dels problemes que considero més importants a l'hora d'impartir l'STEAM a l'aula. Cal dir que fins fa poc, el sistema no ofería molts cursos ni formacions per a professors que estaven interessats en aquest àmbit. Tot i això, durant els darrers anys s'ha vist un gran progrés respecte a la formació, i ara són diverses les maneres en que un docent pot formar-se. De fet, el sistema educatiu ja ofereix cursos relacionats amb l'STEAM, per tal que al professorat se li ensenyi d'acord amb les necessitats actuals.

El fet que perjudica més respecte a aquest punt que descriu Sánchez (2019), és la manca de docents formats que puguin aplicar aquesta matèria de manera transversal. També és cert que sovint, és una qüestió de voluntat, ja que per molta oferta de cursos que hi hagi el docent no accedeix a cap, es limita a explicar curs rere curs la mateixa matèria de la mateixa manera. Finalment, la manera en com està estructurada l'ensenyança al currículum, també és una

limitació perquè no beneficia a l'ensenyança interdisciplinària. Basat en el que hem vist i en tot l'estudiat, el sistema hauria de ser més flexible, i hauria d'afavorir els mestres que volen incloure contingut d'altres matèries dins la seva.

Si ens centrem més en la metodologia que s'utilitza a l'hora d'implementar l'STEAM, hi ha diverses branques en les quals profunditzar, però a trets generals, cal dir que se centra en metodologies actives. L'alumne es converteix en el protagonista de la sessió, i el docent es converteix en un simple guia. Les més adequades pel desenvolupament de les competències STEAM són "el treball per projectes i aquelles que deriven del construccionisme, en particular el *tinkering*" (Sánchez-Ludeña, 2019, p.1). Tal com defensava Seymour Papert, principal desenvolupador de la teoria del construccionisme, l'alumne ha de construir el seu propi aprenentatge a través de l'acció i de la pròpia experiència. Segons Connor et al. (2015) resulten molt més efectives les classes on es planifica activitats instruccionals, on agafen el rol actiu i es converteixen en els protagonistes del seu aprenentatge, que no pas les classes més tradicionals amb el sistema d'ensenyança-aprenentatge habitual. A més a més, amb el *tinkering* es produeix una estimulació de la creativitat de l'alumnat i es desenvolupa una capacitat de pensar a través de les diverses creacions que s'elaboren. Tot plegat, amb el construccionisme i el *tinkering* l'alumne serà capaç de millorar la gestió del fracàs i la resolució de problemes.

La tipologia de projecte se centra en la resolució de problemes, però el que el caracteritza és que normalment, es treballa conjuntament amb altres companys de classe. Aquest tipus d'activitats van associades a una metodologia basada en el treball col·laboratiu (de petit o gran grup) centrat en la IBSME (Inquiry Based Science and Mathematics Education). És a dir, que el desenvolupament de l'activitat ha de basar-se en la investigació per part dels alumnes, el que converteix l'activitat en un projecte d'investigació de caràcter científic.

Els mestres haurien de tenir els coneixements suficients per desenvolupar les metodologies d'aquestes assignatures, i penso que hi hauria d'haver un control més profund per veure quin docent és capaç de facilitar les eines corresponents i guiar al discent adequadament i quin docent no coneix prou recursos o habilitats per fer-ho. A l'hora de fer les classes en un model STEAM, els diferents especialistes haurien de quedar d'acord sobre com es dissenyen les sessions i com es duen a terme. És molt més positiu que es plantegin activitats amb força continguts, interdisciplinaris, encara que durin només tres sessions, que no pas plantejar-se activitats curtes i amb pocs continguts d'una única matèria. És molt més enriquidor per l'alumnat, ja que hi haurà una major absorció de coneixement en menor temps.

Una altra de les recomanacions per desplegar sessions STEAM significatives per l'aprenentatge dels discent, seria barrejar els grups d'alumnes de manera que s'hagin d'adaptar i de regenerar confiança contínuament. Això permetrà desenvolupar una habilitat de flexibilitat i capacitat d'adaptació molt important per al futur dels joves.

Finalment, també cal dir que, tenir un espai per construir, dissenyar o experimentar amb l'STEAM és força valuós. Si les característiques del centre ho permeten, seria molt positiu tenir un espai dedicat exclusivament a l'STEAM, o bé tenir diversos llocs dels diferents espais de l'escola (pati, menjador...) per dissenyar i crear.

### 3.1.9. Relació *maker*- STEAM

Un cop vistes les característiques *maker* i STEAM, veiem que tenen molta relació i que l'una pot anar lligada amb l'altra. El principal motiu és que són dues disciplines que es complementen: mentre una pot aportar metodologia i continguts de diferents matèries, l'altra aporta originalitat, disseny i fabricació de materials. Si ho apliquem en el camp de l'educació, podem dir que l'STEAM és el conjunt de continguts que s'ensenyen i el *maker*, la manera en com treballa el grup i en com s'ensenyen. Sánchez (2019) afirma que el *maker* està molt vinculat a l'adquisició de les habilitats i competències STEAM. Que les dues disciplines vagin unides no és d'ara, sinó que ja fa anys que estan interrelacionades i que s'intenten ensenyar conjuntament perquè es complementen força bé.

Cal dir d'entrada, que el *maker* i l'STEAM van lligats i els mateixos mestres podem fer el possible perquè vagin juntes, però crec que és convenient dir que l'una no depèn de l'altra. És a dir, un docent podria ensenyar STEAM sense utilitzar les característiques pròpies del *maker* i viceversa, un docent podria ensenyar mitjançant la cultura *maker*, però sense STEAM, tot i que aquest últim és poc probable.

Segons la xarxa d'educació *maker* REM (2018), l'educació *maker* està relacionada de manera propera amb l'aprenentatge STEAM, un enfocament de construcció de l'aprenentatge basada en problemes i en projectes. Per resoldre les dificultats que se'ls hi presenta als alumnes a l'aula, podem aplicar la cultura *maker* com a metodologia de resolució d'aquestes qüestions. Es pot aplicar ja sigui en l'àmbit creatiu, a l'hora de buscar solucions, o bé també en l'àmbit manipulatiu. Aquesta última es refereix a ser capaços d'elaborar instruments o sistemes per la resolució de problemes, o per entendre conceptes.

L'aprenentatge que aconseguim el discent, tal com he dit anteriorment se centra en la seva pròpia experiència, en la manipulació i l'aprenentatge actiu. Inclús en les últimes dècades, s'ha incorporat dins aquestes disciplines l'aprenentatge mitjançant el joc. El que es busca és "aconseguir experiències significatives que mostrin les habilitats tècniques i tecnològiques amb l'aplicació de conceptes científics involucrant expressions artístiques" (Hernán, 2018, p.75). Sovint, sense adonar-se'n, el docent agafa un ritme de classe monòton i que a vegades pot influenciar en l'aprenentatge dels alumnes. És el canvi d'experiències de les quals parla Hernán les que fan que incrementi la motivació i deixem de banda la rutina i monotonia. A més a més, aquest procés millorarà les habilitats pròpies de l'STEAM de l'alumnat, així com també incrementarà el conjunt de qualitats *maker* que ofereix la mateixa cultura.

Des del punt de vista conceptual, diferenciem el *maker* i l'STEAM de la següent manera: el *maker* fa referència a la cultura descrita anteriorment i a tot el conjunt d'aspectes que el caracteritzen. En canvi, l'STEAM és la metodologia amb la qual podem introduir el *maker*. Quan parlem de *maker*, costa relacionar-ho amb l'escola, perquè sempre ha estat una disciplina desenvolupada al llarg de la història per adults. Però precisament s'intenta formar aquest moviment des de la infància per fer créixer persones que entenguin aquesta disciplina com una forma de vida. El *maker* es caracteritza per lligar-se amb l'STEAM com a metodologia activa, com a manera d'interactuar amb els companys per buscar respostes a les

preguntes plantejades. Cal destacar que el *maker* juga un paper molt important en l'STEAM a l'hora d'ensenyar als discents com gestionar la frustració davant diversos intents de resolució de problemes. L'objectiu és que deixin de banda el negativisme i que s'agafin el problema com un repte que no és fàcil d'assolir, però que tard o d'hora l'aconseguiran. Transmetre passió i fonamentar la curiositat és garantia d'èxit pel desenvolupament d'un esperit crític.

Segons Sánchez (2019) una altra manera de desenvolupar les competències STEAM és mitjançant el *tinkering*, que consisteix en aprendre a través de l'experiència i de la pràctica. Si ens fixem amb la definició, és molt similar a la de *maker*. De fet "és una metodologia derivada de la cultura *maker*" (Sanchez, 2019. p.48). En el *tinkering*, només es focalitza la resolució del problema i no tant l'ordre en el qual s'intenta endevinar. Si ens centrem en el *tinkering* aplicat a les aules, bàsicament es tracta de crear eines motivadores pels alumnes tot seguint unes pautes que són imprescindibles pel desenvolupament de l'infant. A més a més, s'intenta crear llocs per fabricar o dissenyar com un petit taller, o un racó del pati. És a dir, no es conforma amb utilitzar l'aula i la distribució habitual dels alumnes. O bé també podem emprar l'aula, però llavors es tracta de modificar-la per complert, creant un espai inspirador. En el següent requadre, es mostra un resum molt breu de les característiques *tinkering*, de les dimensions i els indicadors d'aprenentatge:

## Taula 2

### Característiques del Tinkering

What Learning in Tinkering Looks Like	
Learning Dimension	Learning Indicator During tinkering activities, learners ...
Engagement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• spend time in activities</li> <li>• display motivation or investment in activities</li> </ul>
Initiative and Intentionality	<ul style="list-style-type: none"> <li>• set their own goals</li> <li>• seek and respond to feedback</li> <li>• persist to achieve goals</li> <li>• take intellectual risks or show intellectual courage</li> </ul>
Social Scaffolding	<ul style="list-style-type: none"> <li>• request or offer help to solve problems</li> <li>• inspire or are inspired by new ideas or approaches</li> <li>• make physical connections to the work of others</li> </ul>
Development of Understanding	<ul style="list-style-type: none"> <li>• express a realization through affect or utterance</li> <li>• offer explanation(s) for a strategy, tool, or outcome</li> <li>• apply knowledge</li> <li>• strive to understand</li> </ul>

Nota. Recuperat de Bevan et al. (2014, p.32)

Respecte a la primera dimensió, es parla de l'atenció, la curiositat i l'interès que mostren els alumnes. Durant les activitats, si els estudiants mostren força motivació, hi ha una bona inversió de temps. El segon punt fa referència a la iniciativa i intencionalitat de l'alumne. És força interessant que des de la primera classe ja vegin els objectius finals, per saber on han d'arribar. Això fa que treballin habitualment seguint les seves metes. A més a més, busquen i responen a un feedback que és important que sigui constant, per rectificar quan sigui necessari. Finalment, dins aquest apartat també s'hi inclou el fet de prendre riscos, o mostrar motivació per respondre al que se'ns demana.

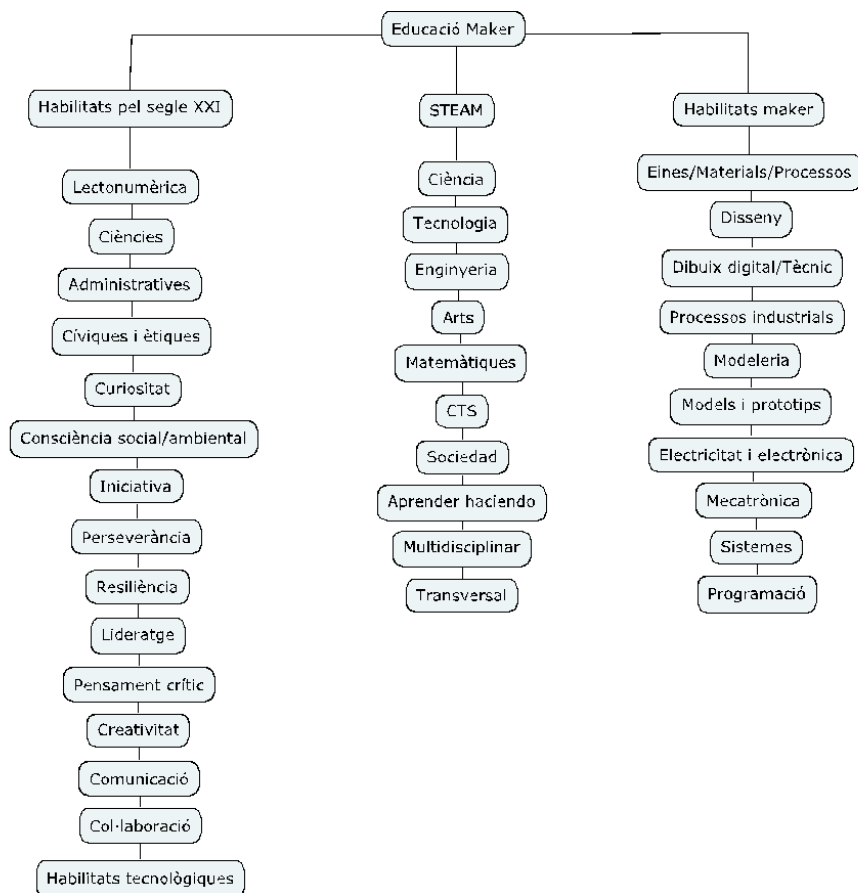
El *tinkering* com el *maker*, també ajuda a la millora d'habilitats socials. Els discents necessitaran relacionar-se i coordinar-se per resoldre els diferents problemes, inspirar-se amb noves idees que aportin els diferents membres del grup, etc. És una oportunitat per aquells alumnes que no destaquen tan socialment o que es mostren més tímids, ja que es pot treballar en grups petits i és una manera de crear connexions entre joves. Finalment, podem parlar de desenvolupament i aprenentatge de les activitats. Els alumnes utilitzen tota classe d'estratègies, eines o aplicacions que estiguin al seu abast. Com a totes activitats, ni que no arribem als objectius finals, almenys hi ha d'haver un esforç per entendre. Per tant, aquestes serien una mica les característiques del *tinkering*, que deriva del *maker* i és molt similar.

Tornant amb la relació que té el *maker* i l'STEAM, les escoles del país reben una queixa generalitzada perquè sovint, els mestres ens centrem molt en la teoria, però deixem de banda la pràctica. Els alumnes saben com memoritzar, però poc poden aplicar a la vida quotidiana, i sovint s'oblida la part pràctica. Un dels beneficis del *maker* es "el potencial que té per respondre a aquestes preguntes i convertir l'aprenentatge en quelcom estimulant." (Sánchez-Ludeña, 2019, p.6) Gran part d'activitats, tallers o creacions que fem a l'aula ens poden servir després per la vida quotidiana i, per tant, serà un aprenentatge significatiu, que no es perdrà pel camí i que podrem aplicar.

En el següent esquema, s'estableix una relació entre les habilitats que ha de tenir un ciutadà, les habilitats que ens pot oferir el *maker*, i les habilitats que ens pot oferir l'STEAM:

**Figura 2**

*Relació d'habilitats en l'educació maker i l'enfocament STEAM*



*Nota: Adaptat i traduït de la xarxa d'educació Maker REM (2018). [www.educacionmaker.org](http://www.educacionmaker.org)*

A la primera columna apareixen les habilitats pròpies dels habitants del segle XXI, a la segona les habilitats que proporciona l'STEAM, i a la tercera les habilitats *maker*. D'entrada ja es pot veure que moltes d'elles són comunes en les tres columnes o si més no, s'assemblen força. A més, n'hi ha algunes que només apareixen a una columna, però que es podrien considerar també de les altres. Per exemple, si comencem analitzant les habilitats dels ciutadans del segle XXI, cal dir que les ciències, la curiositat, la iniciativa, la creativitat, la comunicació, col·laboració i habilitats tecnològiques, les podríem incloure en les tres columnes. Són característiques que predominen sobretot en l'STEAM, però també en el *maker*. El civisme i l'ètica, així com el pensament crític, són habilitats que directament no es treballen, però indirectament, sessió rere sessió, es va adquirint al llarg de l'etapa educativa. D'altres com el lideratge, ja són aspectes més concrets que no crec que els hagi d'adquirir tothom, sinó que només els habitants que ho considerin oportú.

En la segona, l'STEAM també agrupa bastants punts positius a desenvolupar. A part dels quatre pilars fonamentals que serien les ciències, la tecnologia, l'enginyeria, l'art i les matemàtiques, també s'hi inclou la interdisciplinarietat i la transversalitat. Es refereix a no

només treballar una assignatura, sinó que podem incloure continguts de més matèries. Tal com he dit anteriorment però, el sistema educatiu no està adaptat del tot a aquesta mancança, però sí que està en un procés de transició cap a l'elaboració de sessions transversals. Una de les característiques que cal destacar és la d'aprendre aprenent. Gràcies a l'experiència és quan adquirim més coneixements i com aprenem més.

Finalment, en la tercera columna, les habilitats que deriven del *maker* són una mica diferent de la resta. Aquestes despleguen aptituds com el disseny, el dibuix digital, processos industrials o la programació. Són capacitats diferents de les esmentades en les columnes anteriors, molt més pràctiques i que ens poden ajudar a facilitar-nos la vida.

Ja hem vist que amb el *maker* es poden aprendre molts coneixements, però que gairebé tots es centren en els de l'STEAM. Martin i Dixon (2016) també argumenten que les activitats de creació poden ser una porta d'entrada a l'enginyeria K-12, i altres demostren que les activitats de creació híbrides digitals o físiques contribueixen al coneixement dels estudiants de programació de computadores, particularment quan estan treballant en la intersecció de la programació digital i les eines físiques.

La idea és que totes aquestes habilitats es desenvolupin en una mateixa assignatura. L'aprenentatge pot ser molt més significatiu si unim l'STEAM, el *maker* i les habilitats descrites. És una bona manera d'aprofitar el temps escolar al màxim, per tal d'aconseguir una transmissió de continguts major i un rendiment acadèmic superior.

## 3.2. Estat de l'art

### 3.2.1. *Maker* i STEAM en l'educació: exemples de recerca i innovació

L'educació evoluciona en paral·lel amb la societat. Segons Rivera (2018), alguns dels desafiaments que es planteja l'educació formal serien situar l'estudiant al centre d'aprenentatge, ensenyar partint de les necessitats que tindrà la població al llarg de la seva vida i promoure l'aprenentatge significatiu mitjançant la inclusió de competències digitals. Situar l'alumne al centre de l'aprenentatge és un fet que ja s'està portant a terme, i que gràcies a les metodologies més actives està en procés de ser una realitat a les aules. L'últim punt que descriu Rivera (2018) també és una pràctica comuna, ja que en molts dels centres s'introdueix la competència digital. Però el segon punt, els docents no el tenim tant en compte segurament perquè no és una realitat immediata. Hem de definir un model sostenible i útil que ajudi als joves a preparar-se per les necessitats del demà.

El *maker* compleix aquests requisits, i es pot introduir a l'aula per preparar els estudiants amb les competències essencials per viure en el segle XXI. Rivera (2018) posa l'exemple del fet que molts joves dediquen de manera voluntària molt temps a generar continguts i compartir-los online. Hem d'aprofitar l'ocasió per traspassar aquestes implicacions a l'aula i així aconseguir grans resultats. Està clar que aquests resultats també van lligats a una sèrie de problemes i limitacions. La rigidesa del sistema educatiu no ajuda a l'avaluació per exemple de les creacions *maker*. Costa encaixar el concepte, però a la vegada és molt flexible i es pot abordar de moltes maneres.

Segons Niedershauser (2016) a les escoles ja s'intenta transmetre com resoldre problemes, però les activitats plantejades no són prou eficients. Normalment, per exemple en matemàtiques, el docent ensenya processos de solució monòtons, o bé fan alguna practica amb una guia i un conjunt de dificultats a resoldre. A ciències també s'opta per la resolució de problemes de manera procedimental. A tecnologia igual, i probablement s'intenti dissenyar o crear un producte similar al dels companys, i sense incloure-hi la creativitat i els propis interessos. Com a mestres s'ha de trencar amb els mètodes tradicionals per transmetre el coneixement d'una altra manera. Hem d'entrenar als alumnes perquè siguin capaços de tenir diferents estratègies de resolució de problemes per superar les adversitats del món real. I sobretot hem de tenir en compte que avui en dia, els alumnes tenen una altra manera d'adquirir coneixement, i no podem limitar-nos a ensenyar tal com es feia fa uns anys.

Jonassen (2011) ja deia que els problemes que normalment es treballen en les escoles són molt més precisos, simples i estàtics que no pas els problemes reals, que són complexos i dinàmics. Per tant, si ensenyem de manera repetitiva a resoldre problemes guiats, no estarem transmetent a l'alumne a adaptar-se a les noves situacions i no serà capaç de solucionar els problemes.

Aquest canvi i introducció del *maker* es pot produir per intentar adaptar-se als nous temps i a les noves necessitats de la societat. Donar petits exemples de com treballen els científics,

els matemàtics, tecnòlegs o enginyers farà que en un futur, s’hi dediquin més estudiants i es compleixi la demanda existent.

Així com l’STEAM ja fa més temps que s’intenta posar en pràctica a les escoles, el *maker* és un moviment força recent i, per tant, no es troben gaires estudis que relacionin *maker* i STEAM a primària. Tot i que pot semblar una desavantatge, també és una oportunitat per desenvolupar el camp de la recerca sobretot del *maker*. Tot seguit, descriu algunes investigacions que ja s’han dut a terme:

### Taula 3

*Intervencions maker arreu del món*

Localització	Intervenció
Beijing, Xina	Aquest es va dur a terme per Ynagyang et al., (2021) i afirma que integrant al currículum l’STEAM i l’educació <i>maker</i> promou la motivació dels infants, l’autoeficàcia i l’adquisició de coneixement interdisciplinari. 164 alumnes de tercer sense experiència STEAM ni <i>maker</i> van ser seleccionats per participar-hi. Els estudiants van participar en un curs integrat de <i>maker</i> i STEAM anomenat ‘‘Elevant-se a l’aire’’, desenvolupat en un laboratori <i>maker</i> . Els resultats pel que fa a la motivació, s’analitzava l’atenció, la rellevància, la confiança i la satisfacció. Es va veure clarament uns bons nivells de motivació, tant de nois com de noies. Els resultats d’STEAM indiquen l’adquisició de coneixement interdisciplinari, i cal dir que s’ha demostrat que els estudiants van demostrar tenir un nivell mitjà alt d’aquest coneixement. Les noies van demostrar ser una mica superior als nois. Pel que fa a l’autoeficàcia, es va demostrar mitjançant un pre i post test que els resultats eren lleugerament superiors. En aquest estudi s’ha pogut observar canvis positius cap a l’aprenentatge, la motivació i l’autoeficàcia. La relació competitiva entre grups ajuda a construir coneixement científic, promocionar la seva subjectivitat i la iniciativa, i elevar la seva motivació i autoeficàcia. En solucionar els problemes pràctics, els estudiants han desenvolupat la seva relació entre diferents disciplines. Finalment, s’arriba a la conclusió del fet que les diferències entre noies i nois en l’estudi és menor, i que per tant, si utilitzem aquesta disciplina aconseguirem un currículum inclusiu.
Dublín, Irlanda	Un altre dels estudis que podem relacionar amb l’ús de l’STEAM és el de Togou et al., (2020). En aquest s’analitza si augmenta l’interès en STEM a través de la fabricació digital remota. Es va desenvolupar mitjançant un programa educatiu anomenat ‘‘Neton Fab Lab STEM’’, i es proposaven avaluar quin impacte tenia l’ús de la fabricació digital com a eina de suport cap a les assignatures STEM. El projecte se centrava en explicar d’una manera diferent la teoria, fabricant prototips a petita escala per entendre conceptes d’una manera més pràctica, en concret florers de ceràmica utilitzant impressores 3D. El procés constava de diverses fases: la primera era la de modelatge, on els alumnes havien de dissenyar els models de ceràmica. En la segona, s’havia de preparar els documents creats per enviar-los a la impressora. Finalment, ja s’enviaven els documents per imprimir. En els resultats de pre i post test, es pot veure que la majoria d’estudiants no sabien que era un Fab Lab ni tenien coneixement sobre el procés d’impressió 3D. Després de participar en l’experiència, els alumnes eren capaços de

	<p>descriure conceptes d'impressió 3D i de modelatge per fabricar nous prototips. A més a més, gràcies a l'altre qüestionari s'arriba a la conclusió de que els joves se senten més compromesos, menys avorrits, més contents, gaudeixen més i estan menys angoixats que no pas a les classes de STEM com a tals.</p> <p>Per tant, s'arriba a la conclusió de que gràcies a aquest enfocament els estudiants estan més pendents del procés d'aprenentatge i de millorar el seu coneixement. A més, es diverteixen fent STEM, i s'interessen per la tasca educativa.</p>
Mèxic	<p>Una altra evidència del fet que el <i>maker</i> incrementa la motivació i promou la col·laboració és una investigació que es va desenvolupar a una ciutat de Mèxic l'any 2018. En aquest, es va preparar un taller per a docents amb l'objectiu de que aquests ensenyin ciència i tecnologia a l'educació secundària. Es va dissenyar una investigació-acció on introduïen la tecnologia amb els principis propis del <i>maker</i>. Els participants van ser homes i dones docents d'entre 25 i 50 anys, i durant la implementació es va veure com mostraven un gran interès per les activitats. Hi va haver recolzament entre les parelles que es van formar per fer les activitats, on qui dominava més la tecnologia que utilitzaven ajudava a l'altre. Per tant, ensenyar d'una manera diferent pot comportar un increment en la motivació i el fet que l'alumne aprengui fent, això porta a coneixements significatius. També es conclou que la frustració és un obstacle, però a la vegada pot ser una oportunitat de motivació si ho enfoquem de manera adequada.</p> <p>D'aquest estudi, també se n'extreu uns resultats que tenen especial rellevància. En les entrevistes finals, els docents afirmaven que els centres no disposen de prou recursos com per adquirir eines digitals com impressores 3D. Tot i que el moviment <i>maker</i> es pot aplicar utilitzant més o menys tecnologia, és cert que les escoles públiques de Mèxic i d'altres països com Espanya, no es poden permetre el luxe de comprar determinades eines.</p>

Tal com he pogut analitzar amb els pocs estudis on s'ha utilitzat el moviment *maker* a les escoles, hi ha un augment evident de la motivació dels estudiants, però no es parla gaire de si l'aprenentatge és significatiu o no, que vist en la informació que hem revisat, és un dels punts més rellevants a tenir en compte. Segurament si hi hagués més varietat d'articles es podria esbrinar, però com que el nombre d'estudis que avaluen el *maker* a escoles és força limitat, no es pot afirmar amb certesa que introduint el moviment *maker* hi hagi un major aprenentatge per l'alumnat.

A continuació, es descriuen les intervencions *maker* que s'han realitzat en l'àmbit estatal. Tot i que Espanya no destaquï per ser un país on s'utilitzi molt el moviment *maker*, també s'ha introduït en diverses escoles:

## Taula 4

*Intervencions maker arreu d'Espanya*

<b>Localització</b>	<b>Intervenció</b>
Saragossa	A l'escola "Juan de Lanuza" de Saragossa, s'ha creat un espai <i>maker</i> on es desenvolupen tota mena de projectes. Un dels més rellevants és la creació d'una polsera per a persones amb daltonisme que permet identificar olors i ensenyar-les a través d'imatges, o bé la creació d'un dispensador de pastilles per persones d'edat avançada que es pugui programar segons els diferents dies de la setmana i les pastilles que toquen.
Extremadura	A Extremadura, en un institut de Badajoz, el professor d'educació física desenvolupa un projecte anomenat " <i>EduMakers</i> ", que ja porta diversos anys en funcionament. Es treballa amb impressores 3D, robòtica, realitat virtual, drons i tot el que està relacionat amb la tecnologia. Han creat productes com una plataforma que lliga a una cadira de rodes per fer-la elèctrica, una pròtesi per un nen que va néixer sense mà o bé la producció d'una visita virtual 360° a un museu extremeny, que van aconseguir gràcies a la realitat virtual.
Múrcia	A Múrcia, en un centre on impartien FP especialitzada en edificació i obra civil, també es va introduir el <i>maker</i> com a metodologia principal per l'aprenentatge. Es va crear una maqueta 3D d'una vivenda mitjançant la cooperació. Es va utilitzar impressores 3D i tota mena de materials (cartró, fusta, piles, bombetes...).
Galícia	En un institut han desenvolupat un projecte de Geografia tot utilitzant la impressió 3D, la programació o la realitat augmentada. En un altre institut també es va introduir el <i>maker</i> per participar en un projecte de caràcter solidari. Per tant, a nivell espanyol trobem un interès força elevat pel <i>maker</i> i es pot dir que s'està començant a escampar per tot el país, sent algunes regions més pioneres que d'altres.

*Nota: Recuperat i adaptat de <https://inspiratics.org/es/recursos-educativos/claves-del-movimiento-maker-en-educacion/>*

Aquests són alguns exemples d'intervencions de l'estat espanyol, però segurament són moltes més les que existeixen. Es pot veure que estan força distribuïdes pel territori, des de Galícia fins a Múrcia. Un cop detallades aquestes intervencions, en el següent apartat es donen més detalls sobre la intervenció que s'implementa gràcies al projecte TEC-LA.

#### 4. Contextualització sobre el projecte TEC-LA

A continuació es presenta el projecte TEC-LA, del qual, com he dit, aquest TFM en forma part. El projecte TEC-LA està liderat per FabLab Barcelona, entitat que he esmentat anteriorment. Tot i que els FabLab són espais de creació i no focalitzen tant en l'àmbit educatiu, en aquest cas també volen aportar i transmetre les característiques de *maker* i l'*STEAM* al món acadèmic. A més, l'entitat se situa a la zona del Poblenou de Barcelona, així com l'escola on s'implementa. Aquesta no s'ha escollit a l'atzar, perquè un dels objectius de FabLab és col·laborar amb l'emblemàtic barri on ells estan situats.

El projecte TEC-LA té com a objectiu principal dissenyar un model d'implementació a les aules de primària introduint el moviment *maker* i l'*STEAM* com a eix principal. Es vol aproximar als estudiants l'enfocament *STEAM* per tal de desenvolupar les habilitats necessàries del segle XXI, fruit de la futura alta demanda de feines d'aquest tipus. Es planteja una investigació basada en disseny amb una durada de 3 anys o 3 cursos acadèmics per poder implementar els prototips varies vegades fins a obtenir, el 3r any, el producte final.

FabLab Barcelona té diferents col·laboradors que els ajuden amb la part de creació de les sessions, la part d'avaluació, i la part socioemocional. Per avaluar la intervenció educativa, analitzant les dades que es van recopilant al principi i final de cada implementació dels prototips, també col·laboren amb el grup de recerca ARGET (Applied Research Group in Education and Technology) que forma part del departament de pedagogia de la URV. Dins aquest grup de recerca hi ha un equip que treballa específicament en aquest projecte. Aquest està integrat per dues investigadores del grup, una alumna que realitza el TFG amb les dades del projecte, una altra alumna que analitza i utilitza les dades dels docents pel seu TFM, i jo mateix, que col·laboro i em centro en els aspectes de l'alumnat, en l'experiència que viuen els estudiants.

Dins del projecte TEC-LA es vol remarcar la importància de que el desenvolupament de les sessions sigui absolutament inclusiu i equitatiu respecte al gènere. Cal dir que gràcies a la conscienciació d'igualtat de gènere i d'ètnia dels últims anys, el moviment *maker* cada vegada està sent més equitatiu i, segons Eckhardt et al. (2021) són moltes les dones que també s'interessen per crear productes per l'ús particular. Des de FabLab Barcelona es tenen molt presents aquests aspectes no tan didàctics i més personals.

## 5. Marc metodològic

### 5.1. Objectius

- **Objectiu general:** Entendre com viuen els i les estudiants de tercer de primària de l'escola Voramar la intervenció *Maker-STEAM* durant el curs 2021-22 i alhora, mesurar si hi ha adquisició de coneixement de les dues unitats didàctiques on s'implementa.
- **Objectius específics:**
  - **OE1:** Mesurar si hi ha canvis significatius pel que fa a l'aprenentatge (adquisició de coneixements) de l'alumnat després de la intervenció *Maker-STEAM*.
  - **OE2:** Entendre l'experiència viscuda per l'alumnat durant la implementació de la intervenció *Maker-STEAM*, en termes de gènere, autoeficàcia de les assignatures STEAM, aspectes socioemocionals (en concret: reacció davant els errors), i finalment aspectes de preferència i coneixements STEAM-*Maker*: treball en equip, invents i experiments.

### 5.2. Preguntes d'investigació

- La implementació d'un projecte on s'introdueix el moviment *maker* amb la metodologia o enfocament STEAM, permet que l'alumnat de 3r de primària millori el seu aprenentatge?
- Existeixen canvis a nivell d'aprenentatge després de la intervenció amb la metodologia STEAM-*Maker*?
- Com viuen els i les alumnes de tercer de l'escola Voramar aquesta intervenció amb la metodologia STEAM-*Maker*?

### 5.3. Variables

En aquest TFM, les variables es mesuren tant de manera quantitativa (a través d'escala Likert i amb preguntes sí/no), però també qualitativa (amb respostes obertes i / o entrevistes i observació), ja que l'objectiu general es doble: recordem que volem estudiar amb profunditat les característiques de la intervenció, així com també a observar l'evolució que fan els estudiants en termes d'aprenentatge i també en aspectes socioemocionals i de gènere; com viuen aquesta intervenció. En concret:

- Variables amb aspectes quantitius i qualitius:
  - Coneixements sobre conceptes de l'univers
  - Coneixements sobre conceptes de la història
  - Autoeficàcia en assignatures STEAM: Mesura de la Preferència, Comoditat, i Capacitat en les diferents matèries.
  - Aspectes socioemocionals (Reacció davant l'error)
  - Aspectes de gènere
  - Preferència i coneixements STEAM-Maker (Treball en equip, invents i experiments)
  - Expectatives inicials dels alumnes i experiència final

Pel que fa als coneixements de les dues unitats didàctiques: l'univers i història, es vol observar quina evolució tenen els estudiants pel que fa al coneixement sobre continguts de la matèria abans i després de la intervenció, tant des del punt de vista quantitatiu (si milloren la nota de la prova), com des del punt de vista qualitatiu (si s'expliquen millor en les preguntes obertes sobre conceptes). Respecte a les expectatives, s'analitza les perspectives que tenen abans de començar la unitat didàctica i posteriorment, també s'analitza com els i les alumnes han viscut les diferents sessions. Pel que fa a les preferències *maker* i STEAM, es vol observar quines prioritats tenen tant en els estudis com en la seva vida quotidiana. A més, paral·lelament, es pregunta per la capacitat *maker* i l'autoeficàcia STEAM dels estudiants, per veure quines habilitats perceben abans i un cop realitzades les unitats didàctiques, en termes d'experimentar, equivocar-se i treballar en equip. Finalment, una de les variables clau que s'estudia és la perspectiva de gènere, on es vol estudiar si hi ha canvis sobre la perspectiva de gènere i altres aspectes relacionats amb la inclusió, equitat, etc. després de la intervenció. Sobretot es vol profunditzar amb les futures professions relacionades amb l'STEAM i les capacitats o habilitats que tenen nens i nenes, ja que la formació *maker*-STEAM implementada es centra en aquests aspectes socioemocionals.

## 5.4. Aproximació metodològica i disseny de la recerca

Tal com he descrit en els apartats anteriors, la temàtica d'aquesta investigació se centra en la introducció d'una intervenció amb el moviment *maker* i l'*STEAM* com a eix principal en estudiants de tercer de primària. El projecte TEC-LA planteja una investigació basada en el disseny i ho estructura en tres cursos acadèmics. Durant aquests tres cursos, es plantegen tres implementacions (una per curs) amb les corresponents millores dels prototips anteriors. En la següent imatge mostro el procés del projecte TEC-LA durant aquests tres anys:

**Figura 3**

*Esquema del procés d'investigació*



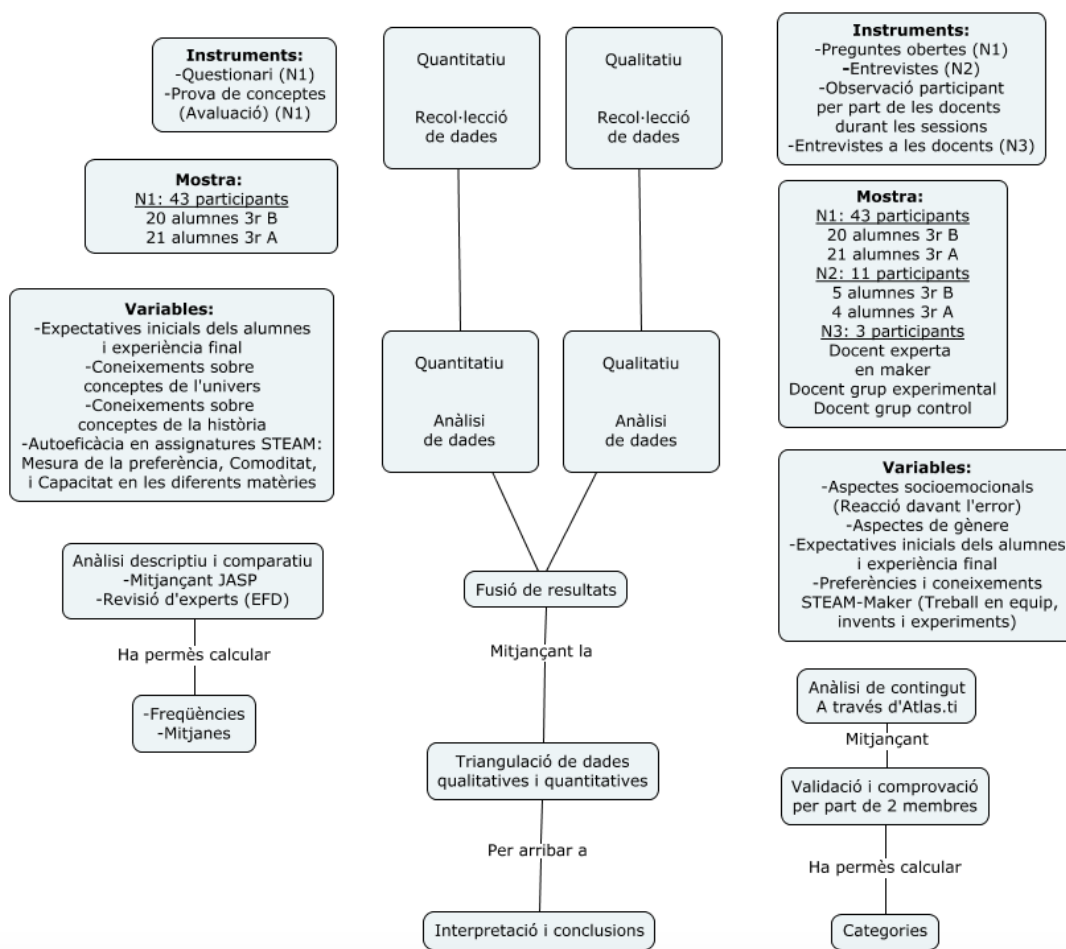
Tal com es pot veure en l'esquema de la figura 3, la intervenció s'implementa fins a tres vegades i es redissenyen els prototips per aconseguir el producte final. A cada etapa s'hi inclou el procés d'anàlisi, de disseny i desenvolupament i posteriorment a la intervenció, de valoració del primer prototip.

Cal remarcar i tenir en compte que el projecte TEC-LA és molt extens i que el meu treball només se centra en l'anàlisi de la primera etapa d'implementació que conforma la investigació. Dins l'etapa 1 corresponent a aquest curs acadèmic 2021-2022, es realitza la intervenció amb dues fases ben diferenciades: la primera, correspon al segon trimestre i està relacionada amb la unitat didàctica sobre conceptes de l'Univers. La segona, està centrada en la segona unitat on intervenim, relacionada amb els conceptes de la història. La meua investigació abordarà la primera etapa, que correspon a la implementació del *maker* i l'*STEAM* en els continguts de l'univers i de la història. Per tant, per aquest TFM, i tal com es pot observar a la figura 4, es fa servir una metodologia mixta i en concret un disseny

convergent (Creswell & Guetterman, 2019) que té com a objectiu observar com viu l'alumnat una experiència d'aquestes característiques mitjançant la metodologia *maker*-STEAM durant la unitat didàctica sobre l'Univers i La història, que té una durada de 21 sessions i 26 sessions, respectivament, i que s'implementa durant el segon i tercer trimestre del curs 2021-2022. No només es planteja la finalitat de veure l'experiència, sinó que també s'analitza com evoluciona l'estudiant observant-ne els continguts i habilitats de cada estudiant abans i després de la intervenció. A la figura, mostro les característiques i l'estructura d'aquesta intervenció. Les dades es van recollir abans i després de la intervenció que es va realitzar en un grup de 21 estudiants de 3r d'educació primària de l'escola Voramar de Barcelona.

**Figura 4**

*Estructura de la investigació*



*Nota: Esquema adaptat de Creswell i Guetterman (2019)*

Tal com es pot observar, s'analitzen dades tant quantitatives com qualitatives, per una part per disposar d'informació de tot l'alumnat, però també per tal de profunditzar al màxim en

la experiència i en definitiva, l'objectiu és respondre a les preguntes d'investigació i entendre el fenomen de manera global i completa. D'acord amb l'esquema, a la part esquerra es mostren les dades més quantitatives, així com la mostra, les variables i les tècniques d'anàlisi de dades. A la part dreta, es mostren els instruments de recollida de dades qualitatives, amb la corresponent mostra i les variables. Finalment, també s'hi inclouen les tècniques de recollida de dades. A la part central, es mostra l'eix de la investigació, així com la part de fusió de resultats quantitius i qualitius a través de la triangulació de dades. Mitjançant la triangulació, s'estableixen relacions entre la informació obtinguda a través dels instruments, per establir connexions i poder arribar a les conclusions i interpretacions necessàries.

## 5.5. Participants

En la investigació hi participen un total de 42 alumnes de 3r de l'escola Voramar de Barcelona. L'escola té dues línies: l'alumnat de 3r A, on s'implementa la intervenció *maker-STEAM*, també anomenats "Youtubers" (n=21 participen en el projecte responnent a tots els qüestionaris). Cal destacar que tot i només implementar les sessions *maker* i STEAM a 3r A, també es recullen dades de 3r B. Aquest grup té un nombre d'alumnes que participen de l'estudi, 20.

És important indicar que els alumnes de 3r B han participat per poder validar els instruments de mesura quantitius, com veurem més endavant, però no els tindrem en compte en aquesta anàlisi ja que no hem pogut implementar una investigació experimental ni quasi-experimental, a causa del fet que les docents dels dos grups eren diferents, tot i rebre la mateixa formació *maker*, i perquè hem vist com en el pretest que els dos grups parteixen d'un coneixement inicial diferent. Per tant, encara que em refereixo als alumnes del grup A com experimental i al grup B com a control, soc conscient de les limitacions d'aquesta comparativa.

Igual que pels alumnes, tenim les respostes de les dues docents a un qüestionari i entrevista pre i post, així com les seves observacions durant les sessions. Però ens centrarem en les respostes dels alumnes de 3r A. Les docents que participen i col·laboren amb el projecte són dues: la primera, la tutora de 3r A. Ella és formada en *maker* i STEAM just abans de començar a desenvolupar les sessions. Per tal de no intervenir en el procés d'ensenyament-aprenentatge, s'ha considerat oportú que no hi hagi un agent extern que s'incorpori per desenvolupar les sessions i que sigui la mateixa tutora la qui es formi i introdueixi els canvis a l'aula. L'altra professora implicada és tutora de 6è i forma part de l'equip de cultura digital del centre. Aquesta docent té experiència prèvia en programació i a més a més també es forma igual que la mestra de 3r A. És anomenada "experta en *maker*" i té com a objectiu ajudar a la professora de 3r A en el desenvolupament de les activitats i alhora guiar i col·laborar quan la situació ho requereixi.

## 5.6. Instruments i tècniques utilitzades per la presa de dades

Els següents instruments es van elaborar amb l'objectiu de recollir el màxim de dades possibles, tant quantitatives com qualitatives. S'ha de tenir en compte que ens centrem en l'experiència viscuda i en l'anàlisi d'aquesta, per tant, qualsevol dada relacionada amb aquesta ens servirà per estudiar-ho en profunditat. Cal remarcar també la importància respecte a la mostra, ja que tot i ser un total de 41 alumnes que responen a tots els qüestionaris i que serveixen per estudiar la fiabilitat i validesa dels instruments; l'estudi mixt que presento es centra en els 21 alumnes als que s'introdueix la intervenció en *maker* i l'STEAM. El principal motiu és que hi havia molts factors que no es podien controlar. En primer lloc, les docents que implementen les sessions no són les mateixes als dos grups en l'assignatura de ciències socials. A més, al calcular les primeres dades sobre els coneixements de l'estudiant, es va observar diferències en quan als coneixements, amb unes notes molt més superiors per part del grup control, i per tant, els dos grups no parteixen del mateix punt. Per aquests dos fets s'ha considerat oportú no basar l'estudi en la comparativa dels dos grups, i centrar la investigació en l'experiència viscuda per part dels alumnes de 3r A, i fer-ho en profunditat. A continuació es descriuen els instruments utilitzats:

**-Qüestionaris pre i post STEAM-maker:** Es planteja un qüestionari pre i post test amb preguntes de tipus semi-quantitatiu o ordinal (en escala Likert de 4 punts) i també algunes en forma de resposta oberta (qualitatives). Aquest instrument ([Annex 1](#)) s'ha construït en base a alguns instruments anglosaxons ja existents sobre STEAM i *maker* que proposa TEC-LA. El qüestionari original està basat en diferents instruments i diferents estudis previs fets per FABLAB (Bandura, A. (2000); Jang, S.-J., & Tsai, M.-F. (2012); National Research Council (2012); FECYT & Everis (2015); DeWitt, J. et al., (2011)). Es va estudiar la fiabilitat mitjançant l'alfa de Cronbach (Taula 5). Aquest compta amb un total de 62 preguntes i està dividit en diversos apartats; la primera part pren les dades demogràfiques o biodades tals com el nom, cognoms, grup, edat, gènere o data de naixement. Tot seguit, es pregunta per les expectatives del projecte, on hi ha 7 opcions de resposta i són de caràcter nominal. En aquesta part, al poder escollir només entre 7 respostes generals, es complementarà la informació amb les entrevistes a diferents alumnes, per poder entendre millor les expectatives concretes.

En el segon bloc, hi ha qüestions que fan referència a l'autoeficàcia i coneixements STEAM-maker. Són un total de 8 ítems, tots amb respostes de l'1 al 4 d'escala Likert i tenen un Alfa de Cronbach de 0,556. Entre altres, es pregunta pel treball en equip, la motivació, i els coneixements STEAM. Aquesta part, que intentava mesurar de manera quantitativa l'autoeficàcia STEAM i *maker* de l'alumnat, pregunta sobre els invents o també sobre capacitats.

Tot seguit, en el bloc posterior es presenten 35 ítems que fan referència a l'avaluació de l'autoeficàcia en assignatures STEAM, set per cada apartat. En aquesta part es valora quina és l'autoeficàcia dels estudiants entesa com a les preferències en assignatures, les capacitats

per aplicar el coneixement fora de l'aula, la capacitat en un futur, o la comoditat en les diverses matèries. Les Alfes de Cronbach són força positives:

### Taula 5

*Alfes de Cronbach de les diferents assignatures*

Assignatura	Alfa de Cronbach
Arts & Crafts	0.862
Llengua Castellana	0.794
Llengua anglesa	0.864
Matemàtiques	0.835
Estudis futurs de català o castellà	0.788
Educació Física	0.727
Música	0.773
Projectes	0.733
Llengua Catalana	0.733

A continuació, en el següent bloc es plantegen quatre preguntes sobre la perspectiva de gènere. Aquestes pretenen veure si hi ha un canvi en els aspectes de gènere un cop acabada la intervenció. Les respostes d'aquestes preguntes són dicotòmiques i de tipus nominal (Sí/No), per aquest motiu l'Alfa de Cronbach no destaca (0,53). Es pretén complementar aquests aspectes de gènere amb les entrevistes.

Finalment, el qüestionari compta amb un total de 5 ítems sobre els aspectes socioemocionals. Un dels ítems és de resposta oberta i els altres 4 amb resposta tipus Likert, amb una escala de l'1 al 4, sent 1 el més baix i 4 el més alt. Aquests pretenen mesurar els aspectes socioemocionals dels estudiants, en concret relacionats amb la por davant l'error. Abans de començar la intervenció, es vol saber quins són els motius pel qual tenen por a equivocar-se, per això es planteja la pregunta oberta. Aquest fet va lligat amb un dels objectius del projecte, i es que es vol ensenyar que l'error és sovint positiu, i que sempre s'acaba aprenent.

Per aquest TFM, i recordant que és la primera volta de l'IBD, hi ha ítems que no interessin pels objectius concrets, i que no analitzarem, per tant, les variables d'aquest estudi es poden veure a l'[Annex 2](#).

**-Qüestionari pre/post sobre conceptes de l'univers (a) i la història (b):** El qüestionari pre i post de conceptes correspon als continguts de la UA1 i la UA2, que pertanyen a l'Univers i a la Història (Veure [Annex 3](#)). Aquests són com exàmens que formen part de l'avaluació final i que se centren en veure si hi ha canvi en els coneixements sobre els continguts concrets que es treballen a les unitats triades per al projecte. No estan construïts psicomètricament a partir de cap instrument existent com el cas anterior, sinó que els realitzen les docents de les assignatures tal com es fa a cada curs. Sí que és cert que estan revisats per 5 experts de la URV i de TEC-LA abans de ser aplicats, i que es passen a 4 alumnes de tercer d'altres escoles, per assegurar la comprensió. Un cop aplicats als dos grups de tercer, mesura la fiabilitat per

cada un dels dos temes, tant de l'univers com de la història: Univers= 0.732; Història: 0,763, que es consideren bones (més de 0.7).

La part de l'univers consta de 15 preguntes, 6 d'elles tancades o quantitatives i 9 d'elles de resposta oberta, que també es quantifiquen per poder avaluar de manera numèrica aquests coneixements. Posteriorment a la intervenció, es torna a passar el qüestionari per veure'n l'evolució. Les qüestions estan relacionades amb els elements del sistema solar, amb els moviments de rotació i de translació, amb les fases lunars i amb les característiques dels astres en general. També s'analitzen els coneixements de la Terra i s'hi inclou preguntes sobre la Lluna, les dades, els invents, l'art, o la capacitat per inventar objectes. Tots aquests conceptes són els que es treballen durant el segon i tercer trimestre del curs, de manera *maker-STEAM* en el curs de 3r A i de la manera habitual en el curs 3r B. Per aquests qüestionaris també es va estudiar la fiabilitat. En el cas de l'Univers, la fiabilitat és de 0,7 i en el cas de la història de 0,763. S'avalua als estudiants per a cada resposta del 0 al 2, sent 0 la puntuació mínima, 1 la puntuació intermitja i 2 la màxima puntuació. La puntuació s'atorga depenent de la qualitat de la resposta: si és correcta i amb força detalls, s'obté la major puntuació. Si no és del tot correcta o falta informació, s'obté 1 punt. Si l'estudiant no sap absolutament res sobre el tema o dona una informació errònia, s'obté un 0. Posteriorment, es sumen els resultats, obtenint una puntuació per cada estudiant sobre 100. S'ha fet el mateix abans i després de la unitat didàctica de l'Univers i de la Història, fet que serveix per poder comparar si hi ha una evolució en els coneixements un cop acabada la unitat didàctica. Tanmateix, aquest procés es realitza en les dues aules per poder comparar si el grup *maker* fa una major millora respecte al grup control.

**-Rúbrica d'observació:** la docent de 3r A s'encarregarà d'anotar les dades més rellevants en una rúbrica on també es deixa un espai per a comentaris sobre la sessió. En aquesta hi ha diversos ítems en una escala de l'1 al 4. Aquest pot aportar més informació sobre la intervenció i sobre els aspectes que es poden millorar. La rúbrica d'observació està diferenciada en vuit apartats: comportament dels alumnes, participació dels estudiants, utilització i maneig d'eines tecnològiques, disseny i planificació de la sessió, ús del temps i ritme de treball, comunicació: relació dels diferents experiments/ activitats amb les conclusions (treball cognitiu), creativitat, autonomia i treball en grup. Dins de cada apartat hi ha entre dos i quatre ítems a avaluar. Per avaluar cada ítem, s'utilitza una escala Likert de l'1 al 4, sent 1 la puntuació més baixa (gens) i 4 la puntuació més alta (Molt). També s'hi inclou l'apartat de comentaris. Aquesta rúbrica va ser creada pels 4 experts del grup ARGET dins el projecte, i a més va ser revisada per les docents i els membres de FabLab abans de la seva realització (Veure [Annex 4](#)). Una vegada realitzada, es va compartir amb les docents per assegurar que entenen el contingut i el seu funcionament. De fet, els membres d'ARGET van destinar una sessió a preparar les docents per l'adequada recopilació de les dades. Posteriorment, les docents han donat un feedback sobre l'ús en termes pràctics, d'agilitat o de comprensió, per poder millorar l'eina d'observació.

**-Entrevistes a les docents:** es realitzen també entrevistes a les tres docents implicades en la intervenció: la docent experta en *maker*, la docent del grup control i la docent del grup experimental (Veure [Annex 5](#)). Aquestes compten amb un total de 26 preguntes, totes relacionades amb l'experiència viscuda pels alumnes, l'autoeficàcia STEAM, els coneixements en STEAM les capacitats dels discents i els aspectes de gènere i aspectes socioemocionals. Les preguntes es realitzen amb la finalitat de complementar les dades qualitatives. Les entrevistes han estat gravades i es va procedir a la transcripció amb la finalitat d'assegurar la validesa dels resultats des d'un punt de vista qualitatiu. S'han analitzat les respostes mitjançant el programa Atlas.ti. Cal dir que no era objectiu del treball utilitzar aquesta informació, però s'ha considerat oportú descriure-la per profunditzar més en els resultats i així obtenir major validesa en les conclusions, sobretot en els aspectes de gènere i socioemocionals.

**-Entrevistes als alumnes pre i post:** s'utilitza aquest instrument per conèixer alguns aspectes més concrets i qualitius sobre els coneixements STEAM, l'autoeficàcia STEAM, la perspectiva del projecte i la perspectiva de gènere i socioemocional. Les entrevistes estan dividides en 20 preguntes i han estat dissenyades per profunditzar en aspectes més qualitius que no es podien relacionar al qüestionari (Veure [Annex 6](#)). En les preguntes, es fa referència a les eines tecnològiques que coneixen o per l'ús dels dispositius tecnològics. També es qüestiona sobretot aspectes com l'associació de diferents feines amb el gènere per observar quina és l'opinió de l'estudiant. Finalment, també es pregunta per la intervenció, com han viscut l'experiència en primera persona i les particularitats que en destacarien. Les entrevistes les realitzo jo mateix a l'escola Voramar a la majoria d'alumnes de manera presencial, excepte a alguns discents que per motius de l'estat en el que ens trobem de pandèmia al país, no s'han pogut realitzar de manera presencial i es plantegen de manera virtual. La quantitat d'alumnes als quals vaig realitzar les entrevistes són un total d'11 alumnes, degut al temps del qual es disposa i al context de pandèmia i accés als estudiants: 6 del grup experimental i 5 del grup control. És cert que a les entrevistes post, un cop acabada la intervenció, hi havia un estudiant del grup experimental que tenia moltes ganes de comentar la seva experiència i de fer també les entrevistes, i per tant, es va entrevistar a 7 discents del grup experimental i 5 del grup control.

La durada de les entrevistes és d'uns 8 minuts de mitjana, segons l'estudiant al que s'entrevistava. La informació obtinguda es planteja com a complementària a la dels altres instruments, sobretot per tenir més dades a part de les del qüestionari.

## 5.7. Procediment

La presa de dades es va portar a terme durant tota la implementació del projecte, i la intervenció concreta es va iniciar el gener de 2022 i va acabar al juny del mateix any. En concret, els qüestionaris STEAM i *maker* es van dissenyar i passar als experts entre novembre i desembre de 2021, i es van passar a l'inici (gener 2022) i al final de la intervenció: abans de començar el segon trimestre i just en acabar el curs. El qüestionari sobre l'Univers, es va passar abans de començar la intervenció, a l'inici del segon trimestre, i un cop finalitzat aquest. El qüestionari sobre història, també es va passar a l'inici del segon trimestre abans de començar la intervenció i també un cop finalitzada la Unitat didàctica sobre la història, a finals del 3r trimestre. Les entrevistes als alumnes es van fer tres vegades: a l'inici de la intervenció, entre el segon trimestre, en acabar la unitat de l'univers, i al tercer trimestre, i un cop es va finalitzar la intervenció a finals de curs. Cal dir que la majoria es van poder fer presencials, però degut a la situació de pandèmia actual, algunes es poden realitzar virtualment per videoconferència. Pel que fa a les observacions de la docent, es recull la informació a cada sessió, tant de la unitat didàctica sobre l'univers com de la unitat didàctica sobre la història.

Pel que fa al disseny de la intervenció que conforma aquest projecte, aquest s'ha dividit en quatre fases inicials basades en el model 5E: *Engage, Explore, Explain, Elaborate* i *Evaluate*. Segons Garcia i Grau et al. (2021) aquest és un model estructurat per introduir una metodologia activa i que mostra efectes positius cap a l'aprenentatge dels estudiants. En la següent graella mostro la descripció de les activitats, en primer lloc, relacionades amb la unitat didàctica de l'Univers:

**Taula 6**

*Descripció de les activitats de la unitat didàctica sobre l'Univers*

Sessió	Descripció
1	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> S'introdueix la descoberta del projecte, així com també dels diferents elements del sistema solar. Es plantegen ja algunes activitats però principalment s'espera que mostrin interès pel projecte, que es preguntin per què passen determinats fenòmens de l'univers, que comparteixin idees, etc. També es creen dinàmiques per reflectir el que pensen o saben els estudiants sobre el sistema solar. En aquesta sessió ja es fa un primer experiment de gravitació per introduir el projecte. Posteriorment, es realitza una piràmide hologràfica 3D en grups. Simplement s'han de retallar les cares de la piràmide i muntar-la posteriorment per visualitzar un vídeo relacionat amb el sistema solar. A més a més, es desenvolupa una activitat de realitat augmentada mitjançant una aplicació, per poder visualitzar el sistema solar a petites dimensions. Finalment, hi ha una reflexió sobre els temes tractats durant la sessió.</p>
2	<p><u>Durada:</u> 1h 30'</p> <p><u>Desenvolupament:</u> S'investiga sobre el sistema solar. Es vol que l'estudiant desenvolupi la competència digital amb l'ús de la tecnologia com a metodologia d'aprenentatge. En</p>

	<p>primer lloc, es busca informació, en concret sobre un dels planetes. Es reparteixen unes targetes que FabLab ha dissenyat a cada grup. En elles hi apareix el nom d'un planeta, d'una galàxia, d'una estrella.. de qualsevol astre que formi part del sistema solar. Posteriorment, es dibuixa el planeta representant les textures, els colors o els relleus. Finalment, donen la seva opinió respecte a la recerca i expliquen els entrebancs amb els quals s'han trobat, així com també les forteses de l'activitat.</p>
3	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> La pròxima sessió està relacionada amb les estrelles i les constel·lacions. Es pretén que els estudiants descobreixin què són les estrelles, i alhora que descobreixin la polaritat entre diferents materials i paral·lelament desenvolupin habilitats STEAM. L'activitat inicial, és de descoberta de la sessió a través de la visualització d'un vídeo sobre la mida dels planetes i les estrelles. L'activitat principal consisteix en crear una galàxia a la classe per tal de crear un cel d'estrelles i descobrir les constel·lacions col·laborativament. Per fer-ho realitat, s'explica que es un circuit elèctric i s'ensenya tots els components que el formen: piles, cable, led .</p> <p>En la segona part de la classe s'explica què són les constel·lacions i es forma alguna d'elles com l'Ossa Major. Ja per acabar, es realitza una reflexió anotant tot el que han après i viscut.</p>
4	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió els estudiants, en primer lloc hauran de recuperar les preguntes que s'havien fet en les sessions anteriors. Al tractar-se de la quarta sessió, els alumnes ja tindran uns coneixements suficients com per resoldre-les, i per tant l'activitat principal consisteix en donar resposta a aquestes qüestions. Mitjançant les tauletes electròniques podran fer recerca si hi ha alguns conceptes que encara no tenen assolits. Posteriorment es comparteixen els resultats amb tot el grup classe.</p>
5	<p><u>Durada:</u> 3h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Aquesta és una de les sessions més llargues ja que té una durada de 3h. L'objectiu principal de la sessió és la creació del PopUp. El PopUp és una cartolina partida per la meitat que quan s'obre queda una figura o cos celeste amb 3D. No és una cartolina qualsevol, sinó que també es programa un circuit elèctric perquè s'il·lumini. Els alumnes, en aquestes tres hores de sessió desenvolupen les habilitats més manuals com la creació de la figura 3D i la cartolina i d'altra banda aprenen a programar un circuit elèctric per tal que s'il·lumini la creació. Tanmateix, abans de realitzar l'activitat es fa una mica de recerca sobre meteorits i d'altres cossos celestes.</p>
6	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió s'introdueix als alumnes el funcionament de CoSpaces. S'ensenya a entrar a l'aplicació i a buscar exemples de creacions d'altres membres. També es busquen alguns cossos celestes, s'ensenya als alumnes a canviar el fons i que el substitueixin per un que conté estrelles i simuli l'Univers. En definitiva és una primera sessió introductòria i l'objectiu és que els discents aprenguin a utilitzar l'aplicació.</p>
7	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Aquesta sessió va directament vinculada amb les fases de la lluna. Es desenvolupa en anglès i s'ensenyen totes les fases de la lluna en el mateix idioma. Anteriorment a la descoberta de les fases, mitjançant unes targetes es pinta la forma que</p>

	creuen els estudiants que té la lluna. També es contesten unes preguntes inicials per veure quins coneixements tenen.
8	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió es fa una activitat que comporta haver estat atent i haver après durant les últimes sessions. FabLab Barcelona dissenya un joc del sistema solar, on els alumnes simulen anar per l'espai amb una espècie de coet, i de tant en tant poden xocar amb algun cos celeste. Quan això passa, es plantegen unes preguntes que els estudiants han de resoldre segons els seus propis coneixements. Totes les qüestions estan relacionades amb l'après anteriorment. Finalment, en la darrera part de la sessió, es plantegen les preguntes que es realitzaran el següent dia a una científica.</p>
9	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En la novena sessió es realitza la conferència per part d'Ariadna Farrés, investigadora catalana que treballa a la NASA. En ella, l'Ariadna explica la seva experiència als estudiants, així com les seves tasques del seu dia a dia. Al finalitzar la conferència, es formulen les preguntes preparades a la sessió anterior.</p>
10	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió es deixa ja de banda la lluna i se centra bàsicament en els elements relacionats amb la Terra. En primer lloc es fa una mica d'investigació i de recerca online per poder tenir més coneixements sobre aquesta. Posteriorment, FabLab Barcelona prepara unes targetes amb preguntes sobre la Terra i els estudiants han d'anar responent.</p>
11	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Aquesta és una de les sessions que es desenvolupa en anglès. Es tornen a recuperar els coneixements de la lluna perquè es realitza un experiment sobre les fases. L'objectiu és que els discents vegin els moviments de la lluna i la manera en que el Sol la il·lumina. Tanmateix, els alumnes pensen quin és el fenomen que fa que la veiem il·luminada de diferents maneres.</p> <p>L'experiment consisteix en col·locar una bombeta que representa el Sol i anar rotant per veure quan s'il·lumina i quan no.</p>
12	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió es reemprenen els continguts de la Terra. A l'inici es torna a realitzar la recerca i posteriorment els alumnes es comencen a preparar les exposicions orals. Per fer-ho es divideixen en grups de 3 o 4.</p>
13	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Els estudiants porten una recepta de casa per tal de poder comparar-ho amb el terme "programació". Es plantegen preguntes com per exemple: "Que té de semblant i de diferent la programació i la recepta?" S'intenta relacionar amb les dades, la seqüència o passos a seguir, etc. Posteriorment a aquesta activitat, es reepren la programació del Sistema Solar a través del CoSpaces.</p>

14	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En la novena sessió es realitza la conferència per part de Mariona, investigadora catalana que treballa a la NASA. En ella, l'Ariadna explica la seva experiència als estudiants, així com les seves tasques del seu dia a dia. Al finalitzar la conferència, es formulen les preguntes preparades a la sessió anterior.</p>
15	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió l'objectiu és crear uns motlles que representin la lluna. Per començar, amb l'aplicació "Cookie Cad" es dissenya el motlle per poder ser imprès posteriorment. L'aplicació transforma el dibuix en un motlle i és a FabLab Barcelona on s'imprimeixen els motlles en 3D.</p>
16	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Aquesta sessió té una durada de dues hores pel fet que s'ensenyava a programar als estudiants mitjançant CoSpaces. Al tenir coneixements previs en aquesta aplicació, és més senzill ensenyar els passos per programar però, tot i així, s'ha de tenir en compte que són alumnes de 3r curs de primària. Per tant, es destinen dues hores en la programació.</p>
17	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En primer lloc, els alumnes que no poden acabar els motlles a la sessió anterior o que per diverses causes no poden assistir a classe, realitzen els motlles. Mentrestant els altres estudiants, preparen les exposicions orals per les últimes sessions. Aquesta sessió es realitza dins l'assignatura de "Science" i, per tant, es fa en anglès.</p>
18	<p><u>Durada:</u> 3h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Aquesta sessió consisteix en dissenyar i crear uns motlles per fer bombons de xocolata. El procés no és senzill, per això es requereix més temps de l'habitual. En primer lloc, mitjançant plastilina s'ha de crear la forma que ha de tenir el bombó de xocolata. Posteriorment, els alumnes fabricaven una capsa de cartró per posar-hi a dins la plastilina. Finalment, s'envernissa i s'asseca.</p>
19	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Aquesta sessió va vinculada amb l'anterior. En primer lloc, els alumnes han de recuperar el planeta que havien fet amb plastilina. Un cop disposen d'ells, a través de silicona rosa, l'aboquen dins el planeta. FabLab Barcelona es va emportar les creacions a les seves instal·lacions per introduir-ho al forn amb l'objectiu de que es consolidés la creació.</p>
20	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> La penúltima sessió va destinada a realitzar les exposicions orals que els alumnes havien preparat. Es fan les presentacions en grups amb l'ajuda si és necessari d'algun suport digital. Els altres estudiants escolten els companys que realitzen la presentació. Posteriorment, hi ha una reflexió conjunta sobre l'experiència viscuda en les últimes sessions.</p>
21	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> La darrera activitat lligada amb la creació de motlles va destinada a fabricar ja els bombons. Aquests estan fets amb xocolata blanca i pensant amb els</p>

	<p>alumnes que són intolerants, també hi ha l'opció de fer-los amb gelatina. En el procés, s'aboca el material dins els motlles. Tot seguit s'espera a assecar i ho posen a la nevera. Els mateixos alumnes, un cop secs, desmunten el bombó del motlle i se l'emporten cap a casa.</p>
--	---

A continuació també es descriuen les activitats que es realitzen a la unitat didàctica de la història:

### Taula 7

*Descripció de les activitats de la unitat didàctica sobre la història*

Sessió	Descripció
1	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Per començar amb aquestes sessions, els discents anoten en un full anomenat "La meua història" tot d'informació relacionada amb la seva història de la vida. Les dades són personals, com per exemple on han nascut, on viuen, quants anys tenen, etc. Tanmateix, es realitza una mica d'introducció de la unitat didàctica de la història, per saber què faran els pròxims dies.</p>
2	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió assisteix a l'escola una membre de IAAC FabLab Barcelona per explicar els coneixements bàsics sobre la placa electrònica "Microbit". Bàsicament, n'explica les parts, per tal que els alumnes comprenguin què és i quina és la funció de cada part. Es realitza exactament la mateixa pràctica amb els diferents sensors que formen part del kit de "Microbit". S'explica amb paraules fàcils d'acord amb l'edat dels estudiants.</p> <p>En la segona part de la sessió es fa una petita programació. Simplement, han de programar una cara, per tal que posteriorment surti a la pantalla de la placa.</p>
3	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió es realitza una activitat comuna amb l'altre grup (3r B). Es mira un vídeo de la plataforma <i>youtube</i> on explica informació rellevant sobre la prehistòria: vestimenta, com vivien, quines obres d'art es creaven, etc. Posteriorment, els alumnes omplen una graella amb aquesta informació per tenir una primera aproximació a l'etapa.</p> <p>En l'última part de la sessió es fa recerca per internet i s'acaba creant, en una carpeta de <i>drive</i>, un espai on afegir-hi fotos o quelcom rellevant que es trobi a la xarxa. Finalment, s'ensenya als discents com crear un museu a través de CoSpaces. Simplement, s'explica però no es comença a posar en pràctica.</p>

4	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió es crea el ‘‘Machine Learning’’. Abans però, s’explica que es la intel·ligència artificial, es posen diversos exemples i es familiaritzen amb el tema.</p> <p>Posteriorment, es realitza l’activitat de ‘‘Machine Learnign’’, que consisteix en entrar en una pàgina web i crear varies carpetes per introduir imatges relacionades amb cada etapa. Un cop insertades aquestes, l’aplicació funciona com si fos una màquina del temps, i utilitza intel·ligència artificial per indicar de quina època era aquella foto.</p>
5	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Aquesta sessió va molt vinculada amb l’art, ja que en primer lloc, es creen colors amb tints naturals per, després, simular unes pintures rupestres. Per fer la pintura, es barreja cúrcuma amb el rovell de l’ou. Aquesta barreja es deixa a la nevera reposant durant uns dies.</p> <p>Posteriorment, en una altra de les sessions, es realitzen les pintures rupestres.</p>
6	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Es destina aquesta sessió a treballar amb la <i>microbit</i>. Primer de tot s’ensenyen els coneixements bàsics de la placa als estudiants. Posteriorment, ja es passa a la part pràctica, i s’ensenya com programar-la per tal que la <i>microbit</i> detecti soroll, amb el seu sensor corresponent.</p> <p>Una vegada tenen la placa programada adequadament, es planteja la següent activitat: els estudiants han de realitzar una investigació i buscar en quins llocs de l’escola hi ha més soroll i en quines hores del dia passa. Simplement, cada grup analitza un espai en diferents hores del dia a través del sensor. Només es planteja l’activitat.</p>
7	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Aquesta sessió va molt vinculada amb l’anterior. Els alumnes acaben de programar adequadament la <i>microbit</i> i es comencen a distribuir els espais de l’escola per grups. Han de visitar-los a diferents moments del dia i anotar el soroll que hi ha. Un clar exemple és el pati, que a les hores on els alumnes surten hi ha molt soroll i quan hi ha classe no hi ha ningú.</p> <p>També es fa la investigació en llocs més tranquils de l’escola com la sala de professors.</p>
8	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió es realitza un dibuix molt senzill amb les pintures que s’han creat en una de les sessions anteriors. Ha de representar una persona caçant o bé un animal, simulant l’art rupestre. Cada alumne escaneja el dibuix a l’ordinador i amb la talladora de vinils es talla amb una cartolina. Finalment, els discents tenen el dibuix en positiu i en negatiu.</p>

9	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> La sessió número 9 va molt lligada a la 8. Mitjançant els dibuixos tallats amb pintures rupestres, es posen els retalls de la talladora de vinils damunt d'una fusta per fer la forma del dibuix. Finalment, queda un mural ple de pintures rupestres de tots els alumnes. En aquest mural també s'inclou més material que es crea en les següents sessions.</p>
10	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió ja es deixa de banda la prehistòria i es comença amb l'edat antiga, tot visualitzant el vídeo sobre els costums, la vestimenta, els mitjans de transport, o l'habitatge. Cada alumne posa en comú els coneixements i destaca coses rellevants del vídeo.</p>
11	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió es reprèn l'activitat de la "Machine Learning" i es comencen a introduir imatges de la prehistòria i l'edat antiga. Les busquen a Google i les introdueixen a la màquina d'intel·ligència artificial. Els discents poden veure com la màquina comença a esbrinar de quina època és cada imatge.</p>
12	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Es posen en comú els resultats de la recerca dels estudiants sobre el nivell de soroll que hi ha a l'escola. Tots els grups posen en comú el que han trobat, i col·loquen, a la pissarra i per ordre, els espais on hi ha més soroll i els espais on n'hi ha menys.</p> <p>En la segona part de la sessió es programa un motor. Tan sols es planteja de quina manera es fa, i accedeixen a la placa per fer proves però no s'acaba.</p>
13	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió es tornen a recuperar les graelles dels vídeos i s'omplen. Sobretot se centren en la vestimenta, en la manera de viure, la música i l'art que predominava o bé els anys en que s'iniciava i es finalitzava l'etapa.</p>
14	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> La classe comença distribuint els alumnes pels grups de treball i es comença amb la programació del motor, que anteriorment ja s'ha explicat ràpidament. A través de la placa microbit, els alumnes han de programar els codis per tal que, quan s'activi el botó "A" s'engegui el motor, i que passi el mateix amb el botó "B".</p>

15	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> La quinzena sessió es comença realitzant el muntatge d'un sistema que permeti tocar de manera automàtica un xilòfon. Aquests sistema s'ha de muntar en grups, amb material que proporciona IAAC FabLab Barcelona. Els discents tenen unes instruccions i les han de seguir de manera autònoma, sense ajuda del professorat. Finalment han d'aconseguir crear l'aparell.</p> <p>Un cop unides les peces, a través de la microbit s'ha de programar l'aparell per tal que toqui el xilòfon de manera independent. Però en aquesta sessió tan sols es crea l'aparell, no es programa ja que es fa en una de les pròximes sessions.</p>
16	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En primer lloc, es visualitza el vídeo que correspon a l'etapa de l'edat mitjana. Un cop vist, cada alumne omple la graella amb les característiques principals com la vestimenta, els anys d'inici i fi de l'etapa o els mitjans de transport.</p> <p>Posteriorment es realitza un debat entre els alumnes, i s'observa quins han estat les dades més rellevants per ells.</p>
17	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Pel que fa a la sessió 17, va relacionada amb una de les anteriors on els alumnes havien de crear unes pintures rupestres. En aquest cas, per grups, han de buscar informació sobre cada etapa per internet. Un cop recopilada la informació -de fonts fiables- els discents han d'organitzar aquesta informació i s'ha d'afegir al mural.</p> <p>En l'última part de la sessió es preparen posters, cartells i materials similars per penjar-los en el mural.</p>
18	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió, assisteix una membre de IAAC FabLab Barcelona per explicar com programar la microbit per tal que l'aparell creat toqui el xilòfon. En primer lloc, realitza una explicació de com programar-la. Posteriorment, es fa una demostració i s'anima als grups d'estudiants a que ho posin en pràctica. Si no els hi funciona, se'ls hi demana que revisin els connectors, o bé la programació. En cas d'estar bé la placa, també s'observen els cables o els engranatges.</p>
19	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió es demana als estudiants que anotin en un full els espais que consideren que són d'aprenentatge. Aquesta tasca és per petició de IAAC FabLab Barcelona, per poder analitzar on aprenen els estudiants. Per exemple a la biblioteca, un espai de concentració i de lectura.</p>
20	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Aquesta sessió va destinada a continuar amb les tasques del "Machine Learning". Per grups, posen diferents fotos a cadascuna de les etapes.</p>
21	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió es complementa el mural que han realitzat sobre les diferents etapes amb la informació que s'ha anat recollint durant les últimes sessions. Creen més posters amb la informació més rellevant per compartir-ho a l'exterior de l'aula i així completar el mural.</p>

22	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta sessió es posa en practica el "Machine learning". Es busquen més imatges a Google i les introdueixen a la màquina d'intel·ligència artificial per entrenar-la. La idea és que en aquesta sessió ja hi hagi més agilitat que no pas en les primeres.</p>
23	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> La classe número 23 es realitza a l'exterior de l'escola. Se surt al barri per buscar tapes de clavegueres i objectes que faci anys que estan presents als carrers i que no es donin compte de que hi siguin. Posteriorment, s'escull la tapa que els agrada més, es neteja per realitzar la següent activitat:</p> <p>Es pinta la tapa amb pintura especial (Que posteriorment es netegi amb facilitat) i tot seguit es col·loca una samarreta blanca al damunt per estampar-la i que quedi exactament el dibuix de la tapa. L'objectiu és conèixer i apropar els elements del barri als estudiants.</p> <p>2h</p>
24	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Aquesta sessió es destina a acabar de realitzar pòsters pel mural i a acabar d'entrenar la "Machine Learning". Mentre uns estudiants acaben d'entrenar-la, els altres acaben de decorar i d'enllestir els últims detalls. Si es detecten mancances en algun alumne que encara no ha adquirit les habilitats necessàries, en aquesta sessió s'ajuda i es dona més empenta als estudiants que així ho requereixin.</p>
25	<p><u>Durada:</u> 1h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> En aquesta classe ja es posen en pràctica les habilitats adquirides sobre la intel·ligència artificial i es comprova si realment funciona l'aplicació. Amb els entrenaments previs la majoria d'alumnes hauria de fer-la funcionar de manera adequada. La idea és que vegin que en aquests moments, l'intel·ligència emocional és present i les màquines, en part, també són capaces de realitzar creacions similars a les que fan els humans.</p> <p>En la segona part de la classe es realitzen els últims preparatius per la propera sessió. S'enllesteix el mural i es recopila tot el que s'ha fet durant la unitat didàctica.</p> <p>1h</p>
26	<p><u>Durada:</u> 2h</p> <p><u>Desenvolupament:</u> Per concloure les sessions, les famílies dels alumnes venen al centre a visitar una exposició que realitzen els mateixos discent. En aquesta es mostren totes les activitats, des de les més digitals a les més tangibles. Algunes de les famílies poden ajudar a muntar una mena de cúpula dissenyada i fabricada a IAAC FabLab Barcelona per tal de penjar els projectes i exposar les creacions dels alumnes.</p> <p>Paral·lelament, es dona l'opció als alumnes que a casa, facin un museu a través del CoSpaces.</p>

Per tal de resumir breument les sessions i per tenir una visió general de les classes i la durada d'aquestes, presento el següent cronograma on es mostra la activitat que es realitza de les dues unitats didàctiques: primer de l'univers, i després de la història:

Figura 5

Resum de les sessions de l'Univers



Figura 6

Resum de les sessions de la història



## 5.8 Anàlisi de dades

Per mesurar si les diferències observades entre el pretest i el posttest són significatives estadísticament, i com que tenim només 21 alumnes pel grup experimental, i a més, les variables són ordinals; s'ha escollit la prova de rangs de Wilcoxon. Aquesta és l'alternativa no paramètrica a la prova t, per distribucions o dades relacionades (com en el nostre cas, ja que el mateix grup d'alumnes fa un pre i un post test). Aquesta alternativa té menys poder estadístic (menor probabilitat de rebutjar la hipòtesi nul·la quan realment és falsa) ja que ignoren valors extrems. En el cas dels t-test, al treballar amb les mitjanes, sí que els tenen en compte. Això al mateix temps, fa que el *Wilcoxon signed-rank test* sigui una prova més robusta que el *t-test* (Cohen et al., 2018). Amb aquest estadístic s'han comparat tant les dades d'autoeficàcia STEAM i *maker* com de coneixements o continguts de les dues unitats didàctiques.

Pel que fa a l'anàlisi de la resta informació recopilada, són vàries les tècniques que s'utilitzen per extreure conclusions i comparar. D'una banda, pel que fa a les dades (semi)quantitatives, es realitza una anàlisi descriptiu i comparatiu mitjançant el programari JASP (Version 0.16; JASP Team, 2021). Mitjançant aquesta, es calculen les freqüències (variables en escales Likert, i dicotòmiques) i mitjanes (per variables com l'edat) sobre les dades dels alumnes, a més a més de calcular percentatges. D'altra banda, pel que fa a totes les dades purament qualitatives, es fa una anàlisi del discurs, és a dir, s'analitzen els continguts, i es classifiquen en categories, tot mitjançant el programa Atlas.ti. Gràcies a aquest programari, s'analitzen les observacions de la docent i també les entrevistes als estudiants, per tal d'adquirir-ne la informació més rellevant tot establint diferents categories. Un cop analitzada tota la informació, es fusionen els resultats mitjançant la triangulació de dades quantitatives i qualitatives per finalment poder interpretar-ne els resultats i extreure'n conclusions (Veure figura 4). Segons la classificació d'Arias Valencia (2000) s'utilitza la classificació de mètodes, ja que es vol contrastar la informació que obtenim d'una tècnica amb les altres.

## 6. Resultats

El principal propòsit d'aquest estudi era entendre com viuen els i les estudiants de tercer de primària de l'escola Voramar la intervenció en *maker* i STEAM, i observa l'experiència que suposa per a ells. D'altra banda, com a segon aspecte de l'objectiu general també es pretenia mesurar si hi ha canvis en l'adquisició del coneixement de les dues unitats concretes on s'ha implementat la metodologia STEAM-Maker.

Abans d'especificar els resultats de cada objectiu, expliquem breument les dades demogràfiques de les mostres:

Primer he analitzat quines són les dades personals dels estudiants. En concret, tenim el grup control (n=20) amb una mitjana d'edat de  $M = 8.47$  i  $DE = 0,511$ . D'altra banda, el grup experimental de 3r A (n=21) compta amb una mitjana d'edat de;  $M = 8,54$  i  $DE = 0,509$ . A la taula 8 es mostra la distribució del gènere dels i les estudiants:

**Taula 8**

*Distribució per gènere de la mostra*

<b>Gènere</b>	<b>Grup control (3rB)</b>	<b>Grup experimental (3rA)</b>	<b>Total</b>
Masculí	42.8%	50%	46.5%
Femení	57.1%	50%	53.4%
<b>Total</b>	100%	100%	100%

Recordem que els dos objectius específics de treball eren:

- OE1: Mesurar si hi ha canvis significatius pel que fa a l'aprenentatge (Adquisició de coneixements) de l'alumnat després de la intervenció *maker*-STEAM.
- OE2: Entendre l'experiència viscuda per l'alumnat durant la implementació de la intervenció *maker*-STEAM, en termes de gènere, autoeficàcia de les assignatures STEAM, aspectes socioemocionals (en concret: reacció davant els errors), i finalment aspectes de preferència i coneixements STEAM-*maker*: treball en equip, invents i experiments.

### 6.1.1. Aprenentatge de continguts sobre l'Univers (UD1)

El primer objectiu específic (OE1) fa referència a l'anàlisi de canvis pel que feia a l'aprenentatge de l'alumnat gràcies a la implementació de la metodologia. En aquest cas, presentem els resultats de l'anàlisi tant quantitativa com qualitativa dels 15 ítems del qüestionari (és a dir, per les preguntes sobre sistema solar i també per les d'història).

D'entrada, cal dir que els discents del grup control obtenen unes puntuacions molt altes a l'inici respecte al grup experimental (Veure taula 9), per tant, els dos grups no parteixen del mateix coneixement inicial.

**Taula 9**

*Comparació pre i post Univers*

	<b>Grup control (3rB)</b>	<b>Desviació estàndard</b>	<b>Grup experimental (3r A)</b>	<b>Desviació estàndard</b>
Pre-Univers	76,98%	16,63	56,84%	22,52
Post-Univers	78,43%	10,82	81,59%	9,70
<b>Total</b>	100%		100%	

Cal dir que, si analitzem aquestes dades amb el test de Wilcoxon, veiem que les diferències entre pre i post-test són significatives per al grup experimental ( $Z = 148$ ,  $p < 0.001$ ), i no en el grup control ( $Z = 66$ ,  $p = 0,730$ ). Per tant, podem dir que el nivell de coneixement de l'alumnat de la classe de 3er A, on s'ha aplicat la metodologia STEAM-maker, millora al final de la intervenció de manera estadísticament significativa, i també ho fa en comparació amb els alumnes de 3er B.

Si entrem en detall de les preguntes, en algunes, com per exemple les que fan referència a la mida dels astres o bé als moviments de la terra, els discents d'ambdues aules ja tenen coneixements adquirits a l'inici, i al final de la intervenció donen la resposta correcta. En aquest cas no es mostren diferències respecte l'altre grup. Així com en aquestes qüestions no es mostren diferències, n'hi ha que mostren que el grup experimental té més coneixements que no pas el grup control.

Això es pot veure reflectit en la primera pregunta, on es qüestiona pels elements del sistema solar. Si s'observa l'ítem 1 de la taula 10, es pot veure com els alumnes del grup control no milloren significativament perquè ja tenen una puntuació força alta a l'inici. En canvi, si s'observen els resultats del grup experimental, es veu com els discents a l'inici no obtenien una puntuació gaire alta, de fet més de la meitat d'ells obtenen un 0 al pretest. Els resultats posteriors són fins i tot superiors als del grup control, ja que un 60% obté la màxima puntuació i un 40% obté 1 punt. Per tant, el progrés que realitza el grup experimental és significatiu, més que no pas el del grup control.

En la mateixa taula 10, al segon ítem, es pot veure com el grup control tenia prèviament bastants coneixements sobre la manera de moure's el planeta però que no millora gaire un cop acabada la UD. En canvi, el grup experimental tenia molts poc coneixement a l'inici, i finalment, tres de cada quatre infants obtenen la major puntuació. En el pre test més de la meitat dels discents obté 0 punts, mentre que al grup control només ho fan un 13.6%.

**Taula 10**

*Resultats per ítem del qüestionari de l'Univers*

	<b>Puntuació</b>	<b>Pre test</b>	<b>Post test</b>	<b>Total</b>
<b>Ítem 1: Resultats elements del sistema solar (Grup control)</b>	0 punts	4.5%	0%	2.2%
	1 punt	40.9%	43.4%	42.1%
	2 punts	54.5%	56.5%	55.5%
<b>Ítem 1: Resultats elements del sistema solar (Grup experimental)</b>	0 punts	57.1%	0%	28.5%
	1 punt	19.04%	40%	29.5%
	2 punts	23.8%	60%	41.9%
<b>Ítem 2: Resultats manera de moure's el planeta (Grup control)</b>	0 punts	13.6%	8.6%	11.1%
	1 punt	31.8%	39.1%	35.4%
	2 punts	54.5%	52.1%	53.3%
<b>Ítem 2: Resultats manera de moure's el planeta (Grup experimental)</b>	0 punts	52.4%	15%	33.7%
	1 punt	4.7%	10%	7.3%
	2 punts	42.8%	75%	58.9%
<b>Ítem 3: Resultats fases de la lluna (Grup control)</b>	0 punts	27.2%	4.3%	15.7%
	1 punt	45.4%	60.8%	53.1%
	2 punts	27.2%	34.7%	30.9%
<b>Ítem 3:</b>	0 punts	66.6%	20%	43.3%

<b>Resultats fases de la lluna (Grup experimental)</b>	1 punt	19.04%	50%	34.5%
	2 punts	14.2%	30%	22.1%
<b>Ítem 4:</b>				
<b>Resultats posició de la lluna (Grup control)</b>	0 punts	50%	39.1%	44.5%
	1 punt	22.7%	39.1%	30.9%
	2 punts	27.2%	21.7%	24.4%
<b>Ítem 4:</b>				
<b>Resultats posició de la lluna (Grup experimental)</b>	0 punts	61.9%	0%	30.9%
	1 punt	28.5%	90%	59.2%
	2 punts	9.5%	10%	9.7%

A més, una de les característiques que destaquen sobre la intervenció STEAM-maker és que els estudiants que obtenen la pitjor puntuació, aconseguen almenys tenir alguns coneixements. No tots els estudiants obtenen la màxima puntuació, però sí que és cert que aquells que no tenen cap coneixement n'adquireixen de nou en la majoria de vegades. És el cas de les respostes sobre les fases de la lluna (Ítem 3 de la taula 10). En el pretest, gairebé tres de cada quatre discents no tenien cap coneixement, i en el post aquesta xifra es redueix a un 20%. Tanmateix, si es compara amb el grup control, també es pot observar la tendència de les respostes anteriors, i és que el grup control sap bastant més sobre les fases de la lluna que no pas el grup experimental. Cal dir que el grup experimental estudia les fases de la lluna en anglès i el grup control no, per això els resultats es podrien veure mínimament afectats per aquest factor. La mateixa tendència segueix en les preguntes posteriors. En el següent ítem (4) de la taula 10, es qüestionava el motiu pel qual veiem la lluna en posicions diferents. D'una banda, el grup control ja coneix el motiu el en pretest, però al final no aconseguen adquirir els continguts del tot. En canvi, en el grup experimental no hi ha tant coneixement al principi, de fet tan sols un 9.5% obté dos punts. I després de la intervenció STEAM-maker, no hi ha cap estudiant que no tingui coneixements sobre la posició de la lluna. És cert que pocs estudiants obtenen la màxima puntuació, però un 90% obté un punt.

Fins aquí s'exposen els resultats que fan referència al qüestionari sobre els continguts de l'univers. Tot seguit, es mostren els resultats sobre el qüestionari de continguts de la història. Per començar, es pot veure com els discents del grup experimental segueixen una tendència similar al primer qüestionari, i és que pocs obtenen 2 punts però gairebé tots tenen coneixements bàsics, i obtenen només un punt. En aquest cas es qüestionava de manera oberta què és la història, i la majoria de discents obtenen 2 punts, seguit del 35% de la classe que obté 1 punt.

### 6.1.2. Aprenentatge de continguts sobre la Història (UD2)

Quan analitzem el segon test de coneixements, el referit a la història i els invents, cal dir que, un altre cop, el grup experimental presenta una millora entre el pre i el posttest, i en canvi, el grup control parteix d'una mitjana aproximada de 75/100, i acaba de manera similar, com es pot observar a la taula 11:

**Taula 11**

*Resultats pre i post història*

	<b>Grup control (3r B)</b>	<b>Desviació estàndard</b>	<b>Grup experimental (3r A)</b>	<b>Desviació estàndard</b>
Pre-Història	75,28%	15,12	62,79%	16,82
Post-Història	75,93%	15,61	77,43%	14,71
<b>Total</b>	100%		100%	

Si analitzem aquestes dades amb el test de Wilcoxon, veiem que les diferències entre pre i post-test són significatives per al grup experimental ( $Z = 105$ ,  $p < 0.001$ ), i no en el grup control ( $Z = 74$ ,  $p = 0,754$ ). Per tant, podem dir que el nivell de coneixement de l'alumnat de la classe de 3er A, on s'ha aplicat la metodologia STEAM-maker, també millora al final de la segona unitat didàctica, i ho fa de manera estadísticament significativa. De nou, també en comparació amb els alumnes de 3er B, que no milloren significativament els seus coneixements sobre història.

**Taula 12**

*Resultats per ítems dels coneixements de la història*

	<b>Puntuació</b>	<b>Pre test</b>	<b>Post test</b>	<b>Total</b>
<b>Ítem 1: Coneixements historia (Grup experimental)</b>	0 punts	28.5%	5%	16.7%
	1 punt	33.3%	35%	34.1%
	2 punts	38.09%	60%	49.04%
<b>Ítem 2: Coneixements dades (Grup control)</b>	0 punts	31.8%	40%	35.9%
	1 punt	13.6%	10%	11.8%
	2 punts	54.5%	50%	52.2%
<b>Ítem 2: Coneixements dades (Grup experimental)</b>	0 punts	57.1%	15%	36.05%
	1 punt	14.2%	35%	24.6%
	2 punts	28.5%	50%	39.2%

<b>Ítem 3:</b>				
<b>Coneixement dels invents</b>	0 punts	4.5%	0%	2.2%
	1 punt	9.09%	35%	22.04%
<b>(Grup control)</b>	2 punts	86.3%	65%	75.6%
<b>Ítem 3:</b>				
<b>Coneixement dels invents</b>	0 punts	14.2%	5%	9.6%
	1 punt	23.8%	15%	19.4%
<b>(Grup experimental)</b>	2 punts	61.9%	80%	70.9%
<b>Ítem 4:</b>				
<b>Opinió nous invents</b>	0 punts	0%	5%	2.5%
	1 punt	13.6%	10%	11.8%
<b>(Grup control)</b>	2 punts	86.3%	85%	85.6%
<b>Ítem 4:</b>				
<b>Opinió nous invents</b>	0 punts	4.7%	0%	2.3%
	1 punt	23.8%	5%	14.4%
<b>(Grup experimental)</b>	2 punts	71.4%	95%	83.2%

En la segona pregunta concreta sobre història es mostra una evolució favorable del grup experimental respecte al grup control (Ítem 2 de la Taula 12). De fet, el grup control no millora gaire en coneixements, i fins a un 40% de la classe es queda sense saber què és una dada. En canvi, el grup experimental, a part de millorar els coneixements, només un 15% es queda sense puntuar. La diferència és considerable, ja que també s'ha de tenir en compte que en el pre test, el grup control tenia un 30% d'estudiants que no ho sabia, respecte un 57.1% d'estudiants del grup experimental que no ho sabia. L'evolució és molt més significativa en el grup experimental que no pas en el grup control.

Tanmateix, quan es pregunta per la definició d'invent de manera oberta (Ítem 3 de la Taula 12), els discents del grup experimental mostren millora respecte al grup control. Un 15% més d'estudiants obté la màxima puntuació, de fet 4 de cada 5 estudiants sap la definició d'invent. Cal remarcar que el punt de partida d'aquesta pregunta tampoc era el mateix, ja que un 13.59% d'estudiants no obtenia dos punts en el grup control, davant del 38% dels estudiants del grup experimental que no obtenien la màxima puntuació.

Finalment, en la següent pregunta (Ítem 4) es qüestionava el motiu pel qual s'inventen objectes nous. Els alumnes del grup control ho tenen ja bastant clar abans de començar la intervenció, mentre que els del grup experimental no ho tenen tan clar. Un cop finalitzada, en el post test es mostren notes força altes, però el grup experimental passa per davant del control, i obté millors resultats. Cap estudiant no sap per què es creen objectes nous.

Al final del qüestionari, hi ha un apartat on es deixa que els alumnes expliquin com ha estat la seva experiència i que comentin els aspectes que els hi ha agradat més sobre la unitat didàctica. Els estudiants del grup experimental mostren comentaris força positius i destaquen les activitats de crear un motlle de xocolata, les presentacions orals de les científiques o l'activitat de programació com les més enriquidores i que més els hi ha agradat. En canvi, els discents del grup control no descriuen activitats tan innovadores, sinó que es queden amb la de dibuixar els planetes o les activitats relacionades amb les fases de la lluna.

Un cop detallada la informació sobre l'objectiu específic 1, i confirmar com hi ha una millora significativa en adquisició de coneixement el grup on s'ha aplicat la metodologia *STEAM-maker*, a continuació es descriu les característiques sobre l'objectiu específic 2, que era el següent:

- OE2: Entendre l'experiència viscuda per l'alumnat durant la implementació de la intervenció *Maker-STEAM*, en termes de gènere, autoeficàcia de les assignatures *STEAM*, aspectes socioemocionals (en concret: reacció davant els errors), i finalment aspectes de preferència i coneixements *STEAM-maker*: treball en equip, tecnologia, invents i experiments.

Per tal de donar al detall els resultats, aquests es descriuen per subapartats, per poder triangularitzar la informació i extreure'n la major informació possible.

### 6.2.1. Aspectes de gènere

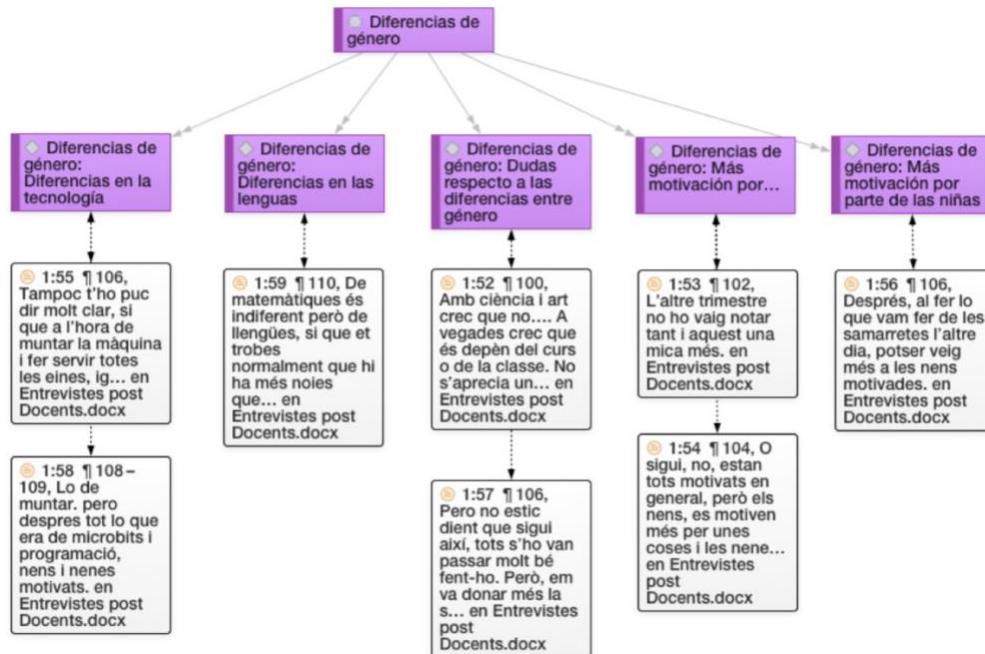
Pel que fa a l'apartat sobre aspectes de gènere, es important destacar que, al qüestionari sobre STEAM i *Maker* (Veure a l'[Annex 1](#)) es pregunta si els nens o les nenes són capaços de dedicar-se a professions científiques o tecnològiques. Tan abans com després de la intervenció, ambdós grups tenen molt clar que s'hi poden dedicar, i gran part de l'aula selecciona la opció "Sí" (100% grup experimental, 96% grup control). Tanmateix, es pregunta si els hi agradaria conèixer una científica i una artista, i tots afirmen que sí (100% en els dos casos).

Per això, i ja que sabem a través de les docents que sí que hi ha encara alguns aspectes de gènere a treballar, s'han recollit dades qualitatives com les entrevistes a docents i a alumnes o les observacions diàries de les sessions. En les entrevistes (Veure a l'[Annex 5](#)), les docents afirmen que a l'inici existeixen algunes petites diferències entre nens i nenes, però que en general, durant la intervenció i sobretot a finals d'aquesta es redueixen i no s'observa gairebé cap desigualtat. Tanmateix, a nivell de grup dins l'aula neguen que hi hagi diferències en quan a capacitats. Sí que es cert que a nivell individual, una professora afirma que segurament els nens tenen més seguretat.

En el següent esquema es poden observar cites de les docents. D'acord amb les seves afirmacions, no hi ha grans diferències entre gènere, però si que s'observen petites diferències:

**Figura 7**

*Diferències de gènere en les entrevistes*



A la columna de l'esquerra, es pot veure com no està molt clar si existeixen diferències, fet positiu, ja que significa que no es mostren desigualtats a nivell general. Si que es cert que

dues docents afirmen que a l'hora del muntatge, ells són més decidits i tenen més agilitat que elles, però que no canvia la motivació entre discents. De fet, a l'última columna, la docent del grup experimental afirma que en determinades activitats com la de pintar samarretes, les nenes inclús estan més motivades que els nens. Tanmateix, a la quarta columna, també afirmen que es motiven molt més quan hi ha tecnologia que quan no n'hi ha, i de fet una docent afirma que hi ha un progrés i es nota més en el tercer trimestre. A la tercera columna, hi ha força dubtes entre les diferències de nens i nenes. Depenent de la classe i del curs, s'observen unes diferències o unes altres, però el fet que no hi hagi grans desigualtats mostra una millora en la intervenció *STEAM-maker*.

Pel que fa a les entrevistes dels estudiants, que es poden veure en l'[annex 6](#), també s'han pogut observar variacions entre l'inici i el final de la intervenció. Per començar, de les paraules més utilitzades en les entrevistes, els discents del grup experimental diuen més els termes capaç o igual, a diferència del grup control. És una dada que pot semblar irrellevant però que en el fons és molt important, ja que mostra que pot significar la millora en capacitats i en igualtat.

Tanmateix, tenen molt clar des del principi que nens i nenes es poden dedicar a qualsevol professió sense que ningú li impedeixi, i tots afirmen que haurien de tenir les mateixes oportunitats. Sobretot aporten informació d'igualtat de drets i d'indiferència entre homes i dones. Afirmen fins i tot que és una injustícia que algú aliè a l'individu decideixi per aquest. A més a més, afirmen que la intel·ligència és la mateixa en els dos casos i que tenen les mateixes capacitats i drets que les nenes. Dos alumnes també creuen que els nens físicament es desenvolupen més que no pas les nenes, però que a banda d'aquesta diferència no n'hi ha d'altres.

D'altra banda, també se'ls pregunta a les entrevistes per conèixer artistes o científiques, i a diferència de l'inici de la intervenció que no ho tenien del tot clar, un cop finalitzada, en tot moment es mostren curiosos i amb ganes de conèixer noves persones, per aprendre, per observar i saber què i com ho fan.

## 6.2.2. Autoeficàcia assignatures STEAM

En el següent apartat es descriu la informació corresponent a l'autoeficàcia en assignatures STEAM. Recordem que, amb l'instrument, s'ha preguntat sobre cinc aspectes, per a cada una de les assignatures que tenen l'alumnat del centre estudiat: Capacitat per activitats de l'assignatura, preferència, capacitat sobre els coneixements, comoditat a l'assignatura, i capacitat sobre futurs estudis relacionats amb les assignatures. Els resultats es mostren a la taula següent:

**Taula 13**

*Resultats pre-post test assignatures*

	<b>PRE</b>		<b>POST</b>	
	<b>Grup control</b>			
	Mitjana	DE	Mitjana	DE
<b>Matemàtiques</b>	78,63	13,29	81,25	14,59
<b>Projectes</b>	75,45	8,15	78,25	14,89
<b>Català</b>	80,45	10,11	84,75	13,13
<b>Castellà</b>	80,00	13,80	82,75	13,13
<b>Anglès</b>	76,14	20,41	83,25	17,49
<b>Arts i Crafts</b>	78,41	16,72	80,75	17,57
<b>Ed. Física</b>	91,14	10,90	88,75	11,91
<b>Música</b>	75,00	13,63	71,75	18,73

	<b>Grup Experimental</b>			
	Mitjana	DE	Mitjana	DE
<b>Matemàtiques</b>	83,33	15,76	83,50	13,48
<b>Projectes</b>	<b>77,38</b>	<b>13,84</b>	<b>84,25</b>	<b>9,36</b>
<b>Català</b>	78,10	14,10	76,75	11,62
<b>Castellà</b>	84,76	14,96	82,75	13,42
<b>Anglès</b>	73,57	15,66	79,00	16,35
<b>Arts i Crafts</b>	83,57	12,26	87,00	23,42
<b>Ed. Física</b>	94,52	6,31	90,75	10,29
<b>Música</b>	77,62	10,56	73,50	10,27

Observem que les assignatures relacionades amb les llengües com català o castellà no mostren una millora significativa en els estudiants. Tenint en compte que la intervenció està relacionada amb l'STEAM, no és una dada preocupant, ja que no es treballen gaire aquestes matèries. Si ens fixem amb les matemàtiques, l'educació física o la música del grup experimental, tampoc existeix una millora significativa. Sí que és cert que es pot observar

una lleugera millora en anglès. Tanmateix, en l'assignatura de projectes, l'estudiant millora de manera quasi significativa en el grup experimental, segons el càlcul de l'estadístic de Wilcoxon ( $Z=90$ ,  $p=0.056$ ). Aquesta matèria és força interessant el fet que es millori, ja que l'assignatura té una estreta relació amb el que s'ha realitzat a les unitats didàctiques de la intervenció, a diferència de les altres. Passa el mateix amb l'assignatura d'Arts & Crafts, que es pot observar una lleugera millora gràcies a la intervenció. En aquest cas, també existeix una relació força propera entre el que s'ha realitzat a classe i la matèria.

### 6.2.3. Aspectes socioemocionals: reacció davant l'error

Tot seguit, es mostren els resultats sobre els aspectes socioemocionals dels estudiants, part força imprescindible en el projecte. Pel que fa al qüestionari sobre STEAM i *maker* (Veure a l'[Annex 1](#)), en primer lloc, es qüestiona als discents sobre la por que tenen a equivocar-se. Pel que fa al grup control, es mostra una gran evolució, ja que la tendència canvia i la majoria dels discents opten per no tenir por gairebé mai o mai. El mateix passa amb els discents del grup experimental. Tal com es pot observar en l'ítem 1 de la taula 14, mentre gairebé un 40% seleccionava la opció "Sí, a vegades", un cop acabada la intervenció només ho fa un 27%. Cap discent dels dos grups selecciona l'opció "Tinc por sempre", tot i que n'hi ha algun del grup experimental que encara es mostra amb por en alguna ocasió.

**Taula 14**

*Respostes referents a la reacció davant l'error*

	<b>Respostes</b>	<b>Pre test</b>	<b>Post test</b>	<b>Total</b>
<b>Ítem 1: Freqüència por a equivocar-se (Grup control)</b>	Sí, tinc por sempre	9.09%	0%	4.5%
	Si, a vegades	40.9%	9.5%	25.2%
	No, gairebé mai	31.8%	61.9%	46.8%
	No, mai	18.1%	28.5%	23.3%
<b>Ítem 1: Freqüència por a equivocar-se (Grup experimental)</b>	Sí, tinc por sempre	0%	0%	0%
	Sí, a vegades	38.09%	27.2%	32.6%
	No, gairebé mai	33.3%	40.9%	37.1%
	No, mai	28.5%	31.8%	30.1%
<b>Ítem 2: Beneficis d'equivocar-se (Grup control)</b>	No, equivocar-se és dolent	0%	0%	0%
	No, equivocar-se no té res de bo	0%	0%	0%
	Sí, a vegades aprenc alguna cosa	72.7%	61.9%	67.3%
	Sí, sempre que m'equivoco aprenc	27.2%	38.09%	32.6%
<b>Ítem 2: Beneficis d'equivocar-se (Grup experimental)</b>	No, equivocar-se és dolent	0%	0%	0%
	No, equivocar-se no té res de bo	0%	0%	0%
	Sí, a vegades aprenc alguna cosa	72.7%	61.9%	67.3%
	Si, sempre que m'equivoco aprenc	27.2%	38.09%	32.6%
<b>Ítem 3: Reacció a l'equivocació (Grup control)</b>	Intento solucionar-ho jo mateix/a	36.3%	71.4%	53.8%
	Pregunto als meus companys/es	13.6%	9.5%	11.5%
	Pregunto a la meva professora	50%	9.5%	29.7%
	No ho soluciono i canvio d'activitat	0%	9.5%	4.7%
<b>Ítem 3: Reacció a l'equivocació</b>	Intento solucionar-ho jo mateix/a	38.09%	77.2%	57.6%
	Pregunto als meus companys/es	19.04%	4.5%	11.7%
	Pregunto a la meva professora	42.8%	18.1%	30.4%
	No ho soluciono i canvio d'activitat	0%	0%	0%

<b>(Grup experimental)</b>				
<b>Ítem 4:</b> <b>Sensació</b> <b>equivocació</b> <b>(Grup control)</b>	No passa res i ho torno a intentar	59.09%	71.4%	65.2%
	M'enfado però ho torno a intentar	27.2%	14.2%	20.7%
	M'enfadoi canvio d'activitat	4.5%	4.7%	4.6%
	No m'enfado i no canvio d'activitat	9.09%	9.5%	9.3%
<b>Ítem 4:</b> <b>Sensació</b> <b>equivocació</b> <b>(Grup experimental)</b>	No passa res i ho torno a intentar	66.6%	59.09%	62.8%
	M'enfado però ho torno a intentar	19.04%	36.3%	27.6%
	M'enfado i canvio d'activitat	4.7%	0%	2.3%
	No m'enfado i no canvio d'activitat	9.5%	4.5%	7%

Tot seguit, en el segon ítem de la taula 14, es mostren els resultats de la pregunta on es qüestionava als discents els beneficis que té equivocar-se. No es mostren gaires diferències entre grups ni entre el pre i post test. Els discents tenen força clar que a vegades o sempre s'aprèn. Per tant, no es pot afirmar que canviï la perspectiva dels infants, perquè aquesta ja és la correcta.

La següent pregunta (Ítem 3 de la Taula 14) fa referència a la reacció dels estudiants que tenen en equivocar-se. Es mostra una evolució en els dos grups, i en els dos casos afirmen que ho intenten solucionar pel seu propi pes. Gairebé un 80% dels estudiants del grup experimental seleccionen la primera opció, per tant es pot afirmar que una vegada realitzada la intervenció, els estudiants milloren la seva autonomia i la capacitat resolutiva.

La següent qüestió (Ítem 4 de la Taula 14), també dins l'apartat d'aspectes socioemocionals dels infants, està relacionada amb la sensació del discent quan s'equivoca. En aquest cas, els alumnes ja seleccionen abans de la intervenció respostes força coherents, ja que afirmen que ho tornen a intentar, tot i que algun s'enfada. No hi ha una gran diferència amb el post test, la majoria també afirma que es pot tornar a intentar sense enfadar-se. Aquesta tendència es pot veure en els dos grups.

En les entrevistes (Veure a l'[Annex 6](#)), també hi ha diferents preguntes relacionades amb els aspectes socioemocionals dels estudiants. Per resumir-ho, es pot dir que els discents veuen la unitat didàctica que han realitzat com una gran oportunitat d'aprenentatge, estan molt entusiasmats i els agrada molt aquesta metodologia que s'ha aplicat com a novetat a l'aula. Existeix una diferència entre el grup control i el grup experimental. En el primer, es mencionen activitats que han realitzat a l'aula com les que agraden més als estudiants, però no deixen de ser exercicis no gaire innovadors i força habituals. En canvi, els discents del grup experimental mencionen varies activitats innovadores com la de crear samarretes amb els dibuixos de les clavegueres, crear una màquina per fer música o bé programar a través de CoSpaces. A banda de donar diversos exemples d'activitats, mostren força positivisme cap a les sessions, i els costa decidir-se per l'activitat preferida perquè els hi ha agradat tot. Un alumne afirma que "pensava que seria com els altres cursos", referint-se a que no esperava aquestes activitats tan diferents. Un altre discent també afirma que li agrada fer l'activitat de

les clavegueres i les samarretes perquè es realitza al barri, establint connexions entre el que fan a classe i el seu entorn.

Gràcies a les observacions de la docent del grup experimental (Veure a l'[Annex 4](#)), també es pot afirmar que els discents viuen una experiència força motivadora i que els entusiasma realitzar la unitat didàctica. El comportament dels discents del grup experimental mostra una clara evolució des de l'inici fins al final de la intervenció. A l'inici els costa seure i concentrar-se, però a mesura que van passant les sessions, segons van veient que és del seu interès, seuen més ràpidament i es concentren en moltes tasques. A l'hora de plegar, des de l'inici fins al final de la unitat didàctica, continuen treballant a l'hora de plegar, per acabar alguna tasca.

La participació a classe és força positiva en tot moment; des de l'inici de les sessions fins al final de curs, participen molt: realitzen preguntes aleatòries de dubtes que els hi puguin sorgir i no es queden amb el dubte. A més a més, hi ha un bon clima de treball, no hi ha gaire soroll excepte en les sessions que ho requereixen. Tanmateix, els estudiants interaccionen molt entre ells sobretot en les últimes sessions. Es mostra una clara evolució, així doncs l'experiència d'aquestes unitats didàctiques fan que els discents acabin interaccionant més

#### 6.2.4. Preferència i experiència STEAM-maker: treball en equip, tecnologia, invents i experiments

El següent apartat fa referència al que prefereixen els i les estudiants pel que fa al treball en equip o bé a la capacitat i experiència per crear invents i experiments, així com el ús de la tecnologia, tots ells aspectes, com hem vist a la part teòrica, relacionats amb STEAM i maker. En la següent taula es mostren els resultats que fan referència a les preferències personals dels estudiants.

**Taula 15**

*Resultats preferències, capacitats i motivació*

	<b>Respostes</b>	<b>Pre test</b>	<b>Post test</b>	<b>Total</b>
	M'és igual	27.2%	28.5%	27.8%
<b>Ítem 1: Manera de desenvolupar les activitats (Grup control)</b>	M'encanta fer activitats i projectes amb altres persones!	54.5%	61.9%	58.2%
	M'agrada més fer-ho sol/a però si haig de fer-ho, ho faig	13.6%	0%	6.8%
	No, m'agrada molt fer-ho sol/a	4.5%	9.5%	7%
<b>Ítem 1: Manera de desenvolupar les activitats (Grup experimental)</b>	M'és igual			
	M'encanta fer activitats i projectes amb altres persones!	33.3%	31.8%	32.5%
	M'agrada més fer-ho sol/a però si haig de fer-ho, ho faig	52.3%	54.5%	53.4%
	No, m'agrada molt fer-ho sol/a	9.5%	13.6%	11.5%
<b>Ítem 2: El perquè de les coses (Grup control)</b>	Sí, per què no?	4.7%	0%	2.35%
	Sí! M'encanta saber perquè passen les coses	36.3%	28.5%	32.4%
	No ho sé	9.09%	4.7%	6.9%
<b>Ítem 2: El perquè de les coses (Grup experimental)</b>	Sí, per què no?	33.3%	40.9%	37.1%
	Sí! M'encanta saber perquè passen les coses	61.9%	54.5%	58.2%
	No ho sé	4.7%	4.5%	4.6%
<b>Ítem 3: Motivació utilitzant tecnologia (Grup control)</b>	No, no em motiva gens utilitzar la tecnologia	0%	0%	0%
	No, no em motiva perquè crec que no m'aporta res	0%	4.7%	2.3%
	Sí, em motiva a vegades	63.6%	52.3%	58%
	Sí, em motiva sempre	36.3%	42.8%	39.5%
<b>Ítem 3: Motivació utilitzant tecnologia (Grup experimental)</b>	No, no em motiva gens utilitzar la tecnologia	0%	0%	0%
	No, no em motiva perquè crec que no m'aporta res	0%	13.6%	6.8%
	Sí, em motiva a vegades	57.1%	18.1%	37.6%
	Sí, em motiva sempre	42.8%	68.1%	55.4%
<b>Ítem 4:</b>	No sóc capaç	0%	0%	0%

<b>Capacitat propia (Grup control)</b>	Potser sí, però no estic segur/a	13.6%	14.2%	13.9%
	Crec que sí	59.09%	57.1%	58.1%
	Segur/a que sí	27.2%	28.5%	27.8%
<b>Ítem 4: Capacitat propia (Grup experimental)</b>	No sóc capaç	0%	0%	0%
	Potser sí, però no estic segur/a	19.04%	9.09%	14.06%
	Crec que sí	33.3%	59.09%	46.2%
	Segur/a que sí	47.6%	31.8%	39.7%
<b>Ítem 5: Preferències estudis (Grup control)</b>	Si! M'encanta inventar, crear i construir coses	68.1%	76.1%	72.1%
	Sí, per què no?	18.1%	4.7%	11.4%
	No ho se	13.6%	19.04%	16.3%
<b>Ítem 5: Preferències estudis (Grup experimental)</b>	Si! M'encanta inventar, crear i construir coses	57.1%	50%	53.5%
	Sí, per què no?	33.3%	40.9%	37.1%
	No ho se	9.5%	9.09%	9.3%
<b>Ítem 6: Relació coneixement i resolució de problemes (Grup control)</b>	No, aquestes assignatures no serveixen per resoldre problemes			
	No, prefereixo utilitzar altres assignatures per resoldre problemes	0%	0%	0%
	Sí, saber més em pot ajudar a resoldre més problemes	77.2%	52.3%	64.7%
	Sí! És imprescindible saber més d'aquestes assignatures	22.7%	47.6%	35.1%
<b>Ítem 6: Relació coneixement i resolució de problemes (Grup control)</b>	No, aquestes assignatures no serveixen per resoldre problemes			
	No, prefereixo utilitzar altres assignatures per resoldre problemes	0%	0%	0%
	Sí, saber més em pot ajudar a resoldre més problemes	4.7%	4.5%	4.6%
	Sí! És imprescindible saber més d'aquestes assignatures	52.3%	59.09%	55.7%
		42.8%	36.3%	39.5%

Pel que fa al qüestionari STEAM-Maker (Veure a l'[Annex 1](#)), els discents diuen, en primer lloc, si prefereixen realitzar les activitats amb altres persones o individualment. Generalment, tal com es pot observar en el primer ítem de la taula 15, els estudiants del grup control seleccionen la segona opció, però és cert que en el pre test hi ha força varietat d'opinió. De fet, un 45% no selecciona la opció que fa referència a realitzar activitats amb altres persones. Aquest percentatge es redueix al post test. Igual passa amb el grup experimental, d'entrada hi ha força varietat d'opinió però un cop realitzada la intervenció, la majoria d'estudiants es decanten per realitzar treballs en grup. No hi ha cap alumne que li agradi molt realitzar activitats individualment.

A més a més, en el segon ítem es pregunta als discents si els agradaria saber més sobre el perquè de les coses. En la taula 15 es pot observar els resultats del grup control, així com també els del grup experimental. No s'observen grans canvis entre grups ni entre el pre i el post. Si que és cert que a la majoria dels alumnes els hi agrada saber el perquè de les coses,

mostren bastant interès tant abans de començar les sessions com després. En acabar el curs, només dos discents, un de cada grup, no es mostra gaire curiós i selecciona la tercera opció. A banda de les sensacions i la reacció a equivocar-se, també es pregunta si hi ha més motivació utilitzant tecnologia (ítem 3). Les dades d'aquesta resposta són força curioses, ja que es pot observar com el grup al que s'implementa la intervenció *maker*, mostra molta més seguretat respecte a l'augment de motivació quan hi ha tecnologia. Fins a un 70% dels discents ho afirma, mentre que en el grup control ho fa poc més d'un 40% dels estudiants. Per tant, es pot afirmar que gràcies a la intervenció, es millora la motivació dels estudiants a l'hora d'utilitzar tecnologia.

A més a més, es pregunta als estudiants si són capaços de fabricar objectes creats per un mateix (Ítem 4). En aquest cas, els discents del grup control no mostren evolució respecte a l'inici de la intervenció. Tanmateix, els discents del grup experimental creuen o asseguren que sí, però tampoc mostren molta seguretat respecte a l'inici de la intervenció. Sí que és cert que alguns estudiants que no estaven segurs de crear-ho, ara creuen o asseguren que sí que podrien crear objectes nous.

Les següents qüestions (Ítems 5 i 6) fa referència a les preferències en els estudis en relació amb la metodologia *maker*, on es pregunta si els hi agrada estudiar per inventar, crear i construir (Ítem 5). En aquest cas tampoc s'observen grans diferències entre els grups i el pre i post test. Sí que és cert que hi ha molts estudiants del grup control que asseguren que els hi encanta inventar, crear i construir, mentre que la meitat dels estudiants del grup experimental també ho afirmen. Es pot afirmar doncs que el seu interès en estudiar per crear i inventar no augmenta ni disminueix.

La següent pregunta (Ítem 6), també relacionada amb els aspectes personals, es plantejava als discents si hi ha una relació entre saber sobre algunes assignatures STEAM i ser capaç de resoldre problemes. No hi ha grans diferències en el grup experimental, ja que aproximadament el mateix nombre d'estudiants selecciona les mateixes opcions. El mateix passa amb el grup control. Per tant, no es mostren diferències entre la seva perspectiva un cop acabada la intervenció.

D'acord amb les entrevistes als estudiants (Veure l'[Annex 6](#)) els estudiants del grup experimental també es mostren força hàbils a l'hora d'utilitzar les eines tecnològiques. Cal recordar que els estudiants són de 3r de primària i que, per tant, tenen entre 8 i 9 anys, fet que en un principi podia suposar un major repte però que s'ha pogut anar comprovant com també són capaços d'utilitzar-les. No en totes les sessions s'utilitza tecnologia, però en la majoria sí i la docent afirma que tenen força facilitat sobretot a les últimes classes. A més a més, tenen molta curiositat cap a l'ús d'aquests recursos i es mostren força segurs cap al maneig de les diferents eines tecnològiques i digitals, sobretot a les últimes classes.

El ritme de treball del grup experimental també és força bo. Si que és cert que algunes sessions no s'adequaven al temps del qual es disposava, i això feia que les classes fossin una mica més intenses. Però l'estudiant evoluciona favorablement respecte al ritme de treball i concentració durant les classes. Pel que fa al treball cognitiu dels alumnes, aquests generalment estableixen relació entre el que fan a classe i les activitats de la vida quotidiana.

No posen gaires exemples sobre com aplicar el que veuen a l'aula amb el que es fa a casa, segurament perquè es tracta d'activitats força innovadores. Però també és cert que amplien molt coneixement, ja que en un dels qüestionaris alguns discents ja relacionen els sistemes elèctrics de casa amb el que fan a l'aula.

Una part força important per entendre el progrés de les sessions és la part més creativa dels estudiants. Aquests no es queden amb les creacions més bàsiques i intenten buscar idees noves sobretot a les últimes sessions. No es conformen amb poc i busquen l'excel·lència. Tanmateix, es mostren creatius i sobretot a les últimes classes tenen idees força interessants. Finalment, es pot afirmar que mitjançant la intervenció *STEAM-maker*, es millora el treball en equip i l'autonomia. En les últimes sessions, els discents es coordinen molt bé i són suficientment autònoms com per no requerir ajuda de la docent. És cert que en algunes activitats la docent estableix un rol de guia, pel fet que algunes activitats són complicades o exigents. En la majoria de classes, tots els alumnes del mateix grup intenten aconseguir l'objectiu comú, cada membre aporta l'imprescindible per fer funcionar l'equip. A més a més, es mostra una clara evolució en la resolució de problemes. A l'inici, no és molt resolutiva mentre que al final els mateixos alumnes se saben regular eficaçment sense cap mena d'ajuda.

## 7. Discussió i conclusions

Un cop finalitzada la intervenció i presentats els resultats, a continuació es descriu la relació entre el marc teòric i els resultats obtinguts.

Pel que fa al primer objectiu específic (OE1), on s'avaluava si hi havia una evolució adequada pel que fa a coneixements, es pot afirmar que s'ha complert amb èxit per al grup que ha tingut la intervenció *STEAM-maker*. D'una banda, s'ha pogut observar que els estudiants milloren favorablement i de manera significativa, tant en termes quantitius, com qualitius, en comparació amb l'inici de la intervenció.

D'altra banda, cert és que no podem realitzar la comparació directa entre el grup control i el grup experimental per les diferències entre classes, en concret a causa del fet que les docents eren diferents, i que els grups tenien en el pre-test un nivell molt diferent també de coneixements inicials, sobretot pel que fa al sistema solar, però sí que s'ha pogut veure com l'evolució és molt major en el grup que s'aplica la metodologia *STEAM-maker* (3er A) que no pas al que no se li aplica (3er B). El grup control començava la unitat didàctica amb més coneixements i mostra una lleugera evolució, però el grup experimental comença amb pocs coneixements i acaba amb una puntuació més alta que el grup control. Per tant, es pot afirmar que gràcies a la intervenció *STEAM-maker*, els estudiants d'aquest grup milloren en l'adquisició de coneixements.

Diversos autors ja afirmaven que gràcies a aquesta metodologia es millora en l'adquisició de coneixements. Martínez (2016) ja assegura que s'assoleix un aprenentatge significatiu i major a partir del fer. L'aprenentatge actiu és un dels factors que ha fet que en aquesta intervenció, es millori a nivell de coneixements. Tanmateix, Connor et al (2015) creuen que hi ha molta més efectivitat a nivell d'adquisició de coneixements, on l'estudiant té un paper més protagonista que antagonista. De fet, en la intervenció, excepte les sessions on es realitzaven xerrades per part de científiques, en la resta, el protagonisme el tenien gairebé tota la classe els discents. La docent tan sols tenia el paper de guia, i fins i tot en algunes sessions afirmava que intentava explicar el mínim per tal que els alumnes descobrissin per ells mateixos.

En definitiva, es pot afirmar que gràcies a la intervenció *STEAM-maker* hi ha una bona evolució en l'adquisició de conceptes.

Pel que fa al segon objectiu específic (OE2), se centrava en analitzar com viuen aquesta experiència els alumnes, en termes de gènere, autoeficàcia d'assignatures STEAM, aspectes socioemocionals relacionats amb l'error, i a nivell de coneixements i experiència *STEAM-maker*. En general, tal com s'ha pogut observar als resultats, els discents en tenen una valoració molt positiva de les sessions.

Respecte als aspectes de gènere, els discents tenien molt clar d'un principi que hi ha d'haver igualtat entre homes i dones, ja que tots contesten de manera afirmativa a les preguntes tancades. A més, un cop s'acaba la intervenció reafirmen els pocs dubtes que presentaven en aquest tema. Per tant, en aquest apartat no es mostra una gran evolució perquè els alumnes tenen clar a l'inici que les igualtats són tan per homes com per dones; que tots es poden

dedicar als oficis que vulguin, siguin científics, tecnològics o d'altres àmbits; i que les diferències estaven molt accentuades en èpoques anteriors, però que ara s'ha de fomentar la igualtat i acabar amb aquestes males pràctiques. Autors com Brickhouse et al. (2020) ja afirmaven que l'STEAM és una disciplina per tothom, sense excloure individus d'una raça o d'un gènere determinat, i que aquest, a la vegada pot ajudar a fomentar-ho. Cal dir que la intervenció de TEC-LA ha tingut molt en compte aquests aspectes en tot moment.

La segona part del segon objectiu, fa referència a l'autoeficàcia en les assignatures STEAM. Els alumnes han trobat força relació entre el desenvolupament del coneixement en les diferents assignatures i la resolució de problemes. De fet, així ho pensen des de l'inici, però un cop acabada la intervenció s'acaba de reafirmar i gairebé tots els discents ho tenen molt clar. Tanmateix, al final de la mateixa intervenció pocs són els alumnes que no saben si els agrada crear i construir, per tant, es pot afirmar que gràcies a la implementació de les unitats didàctiques mitjançant la metodologia STEAM-*maker* incrementen les ganes i les habilitats per crear i construir coses. A més a més, s'ha pogut veure que hi ha un increment en la millora de l'autonomia dels estudiants, així com també la capacitat resolutiva del grup experimental. Connor (2015) ja afirmava que el concepte d'STEAM deixa endarrere les assignatures més tradicionals per utilitzar matèries innovadores en un mateix lloc, i en aquest cas s'ha aconseguit complir l'esmentat per Connor, ja que s'ha tingut molt en compte la manera en com aplicar la metodologia. Tanmateix, Perales i Aguilera (2020) també afirmen que és imprescindible la transversalitat entre les cinc assignatures (Ciències, Tecnologia, Enginyeria, Art i Matemàtiques), fet que ha estat possible gràcies a la bona preparació de la intervenció i a la planificació adequada. De fet, Sánchez (2019) afirma que per complir amb aquests objectius, la preparació i implicació de les docents és fonamental. En el nostre cas, les docents tant experimental com experta en *maker* han tingut un paper molt important, ja que s'han format voluntàriament en *maker* abans de començar la intervenció, i fins i tot durant aquesta s'han seguit formant -sobretot la docent experta en *maker*-. També cal dir que la dedicació ha estat força completa i en tot moment han estat flexibles en horaris i han proporcionat totes les facilitats possibles.

L'assignatura que mostra més evolució ha estat la de projectes; en les unitats didàctiques s'ha treballat molt partint de la matèria i coincideix amb les expectatives que es tenien de la intervenció. El fet de realitzar diverses assignatures de manera transversal ha portat a una millora en aquesta matèria, fet molt positiu per als resultats de les unitats didàctiques. Es mostra també una lleugera millora en l'assignatura d'Arts & Crafts, força relacionada amb la intervenció i molt vinculada amb l'STEAM. De fet, varies activitats anaven força vinculades amb l'assignatura. Si que és cert que en altres assignatures com les llengües, l'educació física o la música, no existeix una millora considerable, i per tant, no es pot afirmar que millorin. Tanmateix, cal dir que no hi havia gaires activitats relacionades amb aquestes assignatures, i que per tant, els resultats no sorprenen.

En tercer lloc, i també amb força pes, es descriuen els aspectes socioemocionals dels estudiants. Es mostra una gran evolució pel que fa a la por a equivocar-se, sobretot en el grup experimental però també al grup control. Sí que és cert que el grup experimental mostra

menys por a l'error. Tanmateix, des de l'inici ja tenen clars ambdues classes que equivocar-se no és dolent, també té beneficis i s'aprèn. S'ha pogut observar que hi ha una lleugera millora en la confiança de l'estudiant. De fet, Halverson i Peppler (2018) relacionen el *maker* amb guanyar confiança i aprendre conjuntament, fet que es confirma amb la intervenció de TEC-LA. La reacció a l'equivocació també canvia, i mentre a l'inici es mostren uns discents més frustrats per l'error, un cop acabada la intervenció milloren i tenen una reacció força diferent de la de l'inici.

La valoració de l'experiència ha estat molt bona, estan contents i se senten motivats per haver realitzat quelcom innovador. Afirmen que és una experiència que te'n recordes durant temps. A més a més, també han establert una bona connexió amb el barri i l'entorn, fet que els discents valoren molt positivament. L'activitat artística que realitzen els discents amb les tapes de clavegueres del barri ha tingut molt èxit i molts alumnes l'escullen com la millor. Hernán (2018) afirma que es vol obtenir experiències significatives que mostrin habilitats i tècniques involucrant expressions artístiques, tal i com s'ha fet a la intervenció. Tsupros et al. (2009) també afirmen que és molt positiu la connexió entre el que aprenen a l'aula i el que troben els discents a l'exterior, tal com han viscut els docents de l'escola Voramar amb el barri del Poblenou de Barcelona. D'acord amb Martínez (2016), a nivell personal, s'experimenta un canvi emocional cada vegada que un membre participa en aquest tipus d'activitats *makers*, i això s'ha pogut confirmar perquè els discents donen unes respostes més madures un cop acabada la intervenció. Garcia (2016) afirma que la persona *maker* gaudeix fent coses tangibles i mostra una gran curiositat, puix que té un perfil multidisciplinari. Això ha passat en les sessions, ja que els discents es mostren més curiosos i són capaços de posar en pràctica unes habilitats que no tenien desenvolupades anteriorment. A la vegada, ha estat molt positiu per als alumnes amb altres capacitats, ja que segons les docents no han hagut de fer cap adaptació en els alumnes on en la majoria de classes han de disposar d'aquesta. Sovint, alumnes amb més capacitat s'ajuntaven per grups amb aquests alumnes amb més dificultats d'assoliment per tal de tenir ajuda, i això ha fet que la intervenció afavoreixi la inclusió dels discents. De fet, les docents afirmen estar impressionades pel canvi que han realitzat. Martínez & Dutrénit (2017) afirmen que el *maker* té en compte el benestar de les persones, i així s'ha demostrat en el desenvolupament de la intervenció.

L'últim apartat del segon objectiu fa referència als coneixements i experiència STEAM-*maker*. Els estudiants del grup experimental mostren una bona evolució en quan al treball en equip; de fet al final de la intervenció no hi ha cap discent del grup que vulgui treballar sol o que sigui la seva preferència. García (2019) ja afirma que és un moviment col·laboratiu i que té sentit si s'aplica en conjunt. Així com evolucionen el treball en equip, també ho fan amb la motivació. Els alumnes mostren molta evolució respecte al grup control; els primers, afirmen que es motiven molt més quan hi ha tecnologia, mentre que els altres ho afirmen però no amb tanta seguretat ni en el mateix nombre d'alumnes. Així ho afirmen Bevan et al. (2014) quan parlen de l'augment de la motivació en intervencions d'aquestes característiques. La tecnologia passa a ser un incentiu per l'estudiant, ja que a part de l'ús que en fan descobreixen noves funcions que ens permeten elaborar diverses creacions o

desenvolupar diferents funcions. És cert que gràcies a la motivació, hi ha una adquisició d'habilitats STEAM-*maker* com la de crear i prototipar tot utilitzant les eines tecnològiques. Sovint pot suposar una gran complicació desenvolupar creacions d'aquestes característiques, però tal com Martínez & Dutrénit (2017) afirmen, aquest concepte ajuda a reduir les barreres als individus més innovadors. El repte no era fàcil, si més no per la relació entre l'ús i maneig de les diferents eines tecnològiques i digitals i l'edat dels estudiants. Però s'ha pogut comprovar que han millorat en l'ús de les diferents eines i han acabat amb unes competències i habilitats superiors a les de l'inici de la intervenció. Les sessions s'han desenvolupat tenint en compte la reutilització de materials i el consum responsable, i s'han arribat a crear objectes amb materials totalment reciclables; els discents han tingut en tot moment les metes presents i això també ha estat força positiu per ells. De fet, Martin (2015) ja parla del *maker* com quelcom connectat amb els principis de responsabilitat per al planeta i a la contaminació.

A més, han establert un bon nivell cognitiu, ja que han relacionat de manera adequada els sistemes elèctrics o els diferents sistemes del seu entorn amb el que feien a l'aula. També cal dir que són força creatius, no es conformen amb poc i per tant, gràcies a la intervenció els alumnes augmenten la seva creativitat i originalitat.

És important destacar que a nivell d'autoeficàcia també s'ha millorat en la resolució de problemes i la presa de decisions. D'un inici, gràcies als qüestionaris i a les entrevistes es podia observar una major frustració, i un cop finalitzada la intervenció milloren i són més decidits. Així ho afirmen Halverson & Peppler (2018) quan parlen de l'increment de l'autodeterminació lligat amb el moviment *maker*.

Tanmateix, Martínez (2016) afirma que la creació, la cooperació, la participació i el recolzament són imprescindibles per propiciar el treball creatiu, i en aquest cas han estat factors clau pel bon desenvolupament de les sessions i per l'adquisició d'habilitats dels infants.

S'ha pogut observar com el paper de l'estudiant ha estat força actiu, i això s'ha notat en el vincle estudiant-docent. A més a més no s'ha utilitzat sempre el mateix espai, sinó que també ha format part del projecte tant el barri com l'escola en general. Muñoz (2016) està d'acord amb la creació de nous espais temporals on la relació entre el docent i l'alumne sigui més interactiu.

Un dels majors avantatges ha estat la de tenir el IAAC FabLab Barcelona al costat de l'escola; això ha permès més agilitat i major flexibilitat en activitats i demès. També s'ha utilitzat material i tecnologia força barata per tal de no encarir els costos; Rosenfeld (2014) també es mostra a favor de que el *maker* no sigui una pràctica cara, ja que el hardware és força barat i accessible a la majoria de les institucions.

Finalment, s'ha posat en pràctica el que afirma Dougherty (2012), ja que afirma que en el fons tots som *makers*, i l'important és despertar les habilitats que tots i totes podem arribar a desenvolupar. Tot i que era la primera volta d'un procés d'IBD, ha estat força positiu i molt enriquidor pels alumnes. Les famílies dels mateixos alumnes, en l'última sessió han visitat al centre una exposició amb tot el que han estat realitzant els discents, i aquests també ho han vist com una experiència molt positiva pels seus fills i filles. Les docents també han jugat un

paper molt important, i creuen que és una metodologia ideal per l'aprenentatge dels discents. És cert que no ha estat un procés fàcil, puix que ha comportat molta feina a nivell d'organització, però ha compensat en termes d'aprenentatge i d'experiència per l'alumnat.

## 8. Limitacions i perspectives de futur

En tractar-se de la primera volta d'un projecte basat en IBD, hi ha diferents aspectes que es podrien millorar de cara a futurs dissenys o intervencions. D'entrada cal dir que una de les majors limitacions que ens hem trobat ha estat la impossibilitat de poder comparar de manera estadística els dos grups-classe. A l'inici del projecte es volia fer un estudi quasi-experimental, però no s'ha pogut realitzar per diferents raons. Els principals motius han estat que hi havia diferències entre classes: la docent que implementava la unitat didàctica sobre l'univers i la història era la tutora de cada grup. Hagués estat ideal que la docent del grup experimental fos la mateixa que la del grup control, i si fes falta que la docent experta en *maker* ajudés tal i com ho ha fet en aquesta última intervenció.

Les eines de presa de dades, en concret, el qüestionari pre i post, hauria d'haver estat validat amb més temps, i poder fer-ne un pilot abans de la intervenció, com hem vist, alguns valors de fiabilitat són baixos, i cal continuar millorant aquest instrument per a futures voltes de l'IBD. Aquest fet, malauradament, no depèn de mi, però ha fet que de totes les preguntes del qüestionari, ens poguéssim centrar només en unes concretes, ja que altres no eren prou fiables, i això ha fet perdre informació segurament interessant per al projecte. Tot i així, ha estat un procés d'aprenentatge poder estudiar com es construeix i valida un instrument amb tants ítems i variables.

També seria positiu que les docents tinguin més temps per la preparació de les classes; el temps ha estat un factor a millorar, tant per la preparació com sobretot pel desenvolupament de les sessions. Tot i que costa encertar el temps en aquest tipus d'intervencions tan innovadores, s'hauria de deixar més marge per realitzar segons quines activitats.

Ha estat ideal que IAAC FabLab Barcelona estigués al costat de l'escola, però s'hauria de tenir en compte per futures intervencions en altres escoles de la ciutat o del país que no són tan pròximes; la distància i les facilitats han estat factors que han remarcat les docents en tot moment, i això seria un impediment en intervencions a escoles més llunyanes.

Tanmateix, s'ha preparat un informe amb les possibles modificacions que es farien a centres d'alta complexitat. És cert que pot ser un punt a favor implementar-ho en aquest tipus de centres, ja que les docents de l'escola Voramar han viscut una evolució molt favorable dels estudiants amb altres capacitats.

És cert que s'ha pogut observar una bona evolució i un major progrés en l'adquisició de coneixements respecte al grup control, però seria força positiu tornar a passar el mateix test de coneixements uns mesos després d'haver acabat la intervenció. D'aquesta manera, es podria veure si el coneixement perdura o si realment no hi ha tanta diferència com en la metodologia habitual de l'escola.

Finalment, cal dir que la situació de pandèmia i la covid-19 han portat algunes limitacions, tals com l'ús de les mascaretes a l'inici de les formacions. Durant les entrevistes als alumnes, també es va haver d'utilitzar la mascareta, fet que dificultava en algunes ocasions l'entesa del vocabulari. Tanmateix, quan es van realitzar les entrevistes un cop acabada la primera unitat didàctica, es van fer les entrevistes online, ja que l'aula del grup control estava

confinada. Es van realitzar igual però no en les mateixes condicions que el grup experimental, i per tant, poden existir algunes diferències.

## 9. Annexos

- Annex 1: Qüestionari STEAM i *maker*  
[Annex 1- Qüestionari STEAM i Maker.xlsx](#)
- Annex 2: Variables de l'estudi i fiabilitat  
[Annex 2- Variables de l'estudi.docx](#)
- Annex 3: Qüestionaris coneixements Univers i Història  
[Annex 3- Qüestionaris coneixements Univers i Història.xlsx](#)
- Annex 4: Rúbrica d'observació  
[Annex 4- Rúbrica d'observació.xlsx](#)
- Annex 5: Entrevistes docents  
[Annex 5- Entrevistes docents.docx](#)
- Annex 6: Entrevistes als alumnes  
[Annex 6- Entrevistes als alumnes.docx](#)
- Annex 7: Anàlisi entrevistes alumnes  
[Annex 7- Anàlisi entrevistes alumnes.docx](#)
- Annex 8: Anàlisi rúbriques d'observació  
[Annex 8- Anàlisi rúbriques d'observació.docx](#)
- Annex 9: Anàlisi qüestionari STEAM i *Maker* i qüestionari Univers i Història  
[Annex 9- Anàlisi qüestionari STEAM i Maker i qüestionari Univers i Història.docx](#)
- Annex 10: Comparació entre els resultats pre i post grup experimental  
[Annex 10- Comparació entre els resultats pre i post del grup experimental.docx](#)

## 10. Referències

- Anderson, C. (2013). *MAKERS: La nueva revolución industrial*. (J. Fernández de Castro, Trad.). Barcelona, España: Empresa Activa.
- Anderson, C. (2012). *Makers: The new industrial revolution*. New York: Crown.
- Bandura, A. (2000). Exercise of human agency through collective efficacy. *Current Directions in Psychological Science*, 9(3), 75–78.
- Bevan, B., Petrich, M., & Wilkinson, K. (2014). Tinkering is serious play. *Educational Leadership*, 72(4), 28-33. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Bronwyn-Bevan/publication/289611225\\_Tinkering\\_is\\_serious\\_play/links/5757eald08ae5c654907263b/Tinkering-is-serious-play.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Bronwyn-Bevan/publication/289611225_Tinkering_is_serious_play/links/5757eald08ae5c654907263b/Tinkering-is-serious-play.pdf)
- Bian, L., Leslie, S.J., Cimpian, A.(2017) Gender stereotypes about intellectual ability emerge early and influence children’s interests. *Science*, 355, pp. 389-391.  
<https://www.science.org/doi/10.1126/science.aah6524>
- Blikstein, P., Martinez, S.L., & Pang, H.A (2016). *Meaningful making: Projects and inspirations for Fab Labs and makerspaces*. Torrance, CA: Constructing Modern Knowledge Press.
- Brickhouse, N. W., Lowery, P., & Schultz, K. (2000). What kind of a girl does science? The construction of school science identities. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 37(5), 441-458.[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(200005\)37:5%3C441::AID-TEA4%3E3.0.CO;2-3](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(200005)37:5%3C441::AID-TEA4%3E3.0.CO;2-3)
- Bybee, Rodger, W. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. National Science Teachers Association, NSTA Press, Arlington, Virginia.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. *Colorado Springs, Co: BSCS*, 5, 88-98.
- Casado Fernández, R., & Checa Romero, M. (2020). Robótica y Proyectos STEAM: Desarrollo de la creatividad en las aulas de Educación Primaria. *Pixel-Bit*. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11162/198947>
- Cerón, D. G., Chams, M. M., Hernández, J. E. F., & Taboada, M. J. A. (2017). Autoeficacia ante una implementación de aprendizaje basado en proyectos. *DEVELADAS* 2, 93.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2018). *Research Methods in Education* (8th ed.). Routledge.

- Connor, A., Karmokar, S. & Whittington, C. From STEM to STEAM: Strategies for Enhancing Engineering & Technology Education. *International Journal of Engineering Pedagogy*, 5(2), 37-47. Retrieved June 12, 2022 from <https://www.learntechlib.org/p/207460/>
- Cortés, F. F., Cardoso, C. L., Amado, S. M., & Serrano, A. R. (2017). Innovación educativa, arte y movimiento maker: experiencias en la escuela pública. In *Innovando en educación* (pp. 29-35). ASIRE.
- Creswell, J. W., & Guetterman, T. C. (2019). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research*. New York, US.
- Dewey, J.: *The Educational Situation*, p.104. University of Chicago Press, Chicago (1904)
- DeWitt, J., Archer, L., Osborne, J., Dillon, J., Willis, B., & Wong, B. (2011). High aspirations but low progression: The science aspirations-careers paradox amongst minority ethnic students. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 9(2), 243–271. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9245-0>
- Díaz, E. C., & Silvain, G. L. (2020). El pensamiento computacional. Nuevos retos para la educación del siglo XXI. *Virtualidad, Educación y Ciencia*, 11(20), 115-137. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7869092>
- Domínguez-González, M., Mocencagua-Mora, D., & Cuevas-Salazar, O. (2018). Taller Docente Maker para la enseñanza deficiencia y tecnología en la educación secundaria. *Innovación, Tecnología y Liderazgo en los entornos educativos*, 169-179.
- Dougherty, D. (2012) The Maker Movement. *MIT Press Journals*, 7(3), pp. 11-14. Disponible en: [https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/INOV\\_a\\_00135](https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/INOV_a_00135)
- Eckhardt, J., Kaletka, C., Pelka, B., Unterfrauner, E., Voigt, C., & Zirngiebl, M. (2021). Gender in the making: An empirical approach to understand gender relations in the maker movement. *International Journal of Human-Computer Studies*, 145.
- García, M. (2019). Movimiento Maker: la democratización de los medios productivos. p. 8-10 Recuperado en <http://hdl.handle.net/10902/17781>
- Grenzfurthner, J. & Schneider, F.A (n.d). Hacking the spaces. Recupera de <http://www.monochrom.at/hacking-the-spaces/>
- Halverson, E.R., & Sheridean, K. (2014). The maker movement in education. *Harvard education review*, 84 (4), 495-504.
- Halverson, E., & Peppler, K. (2018). The maker movement and learning. In *International handbook of the learning sciences* (pp. 285-294). Routledge. Recuperado en [http://www.kyliepeppler.com/pubs/2018\\_the\\_maker%20movement\\_and\\_learning.pdf](http://www.kyliepeppler.com/pubs/2018_the_maker%20movement_and_learning.pdf)

- Hernán, O. (2018). Análisis de relaciones del movimiento Maker con la educación en tecnología. Una mirada al semillero “Robótica e Impresión 3D” de la ETITC. Recuperado en <http://hdl.handle.net/11349/14324>
- Hwang, J. P. (2017). Maker movement influence on students’ learning motivation and learning achievement—a learning style perspective. In *International Symposium on Emerging Technologies for Education* (pp. 456-462). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-71084-6\\_53](https://doi.org/10.1007/978-3-319-71084-6_53)
- Jang, S.-J., & Tsai, M.-F. (2012). Exploring the TPACK of Taiwanese elementary mathematics and science teachers with respect to use of interactive whiteboards. *Computers & Education*, 59(2), 327–338. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.003>
- JASP Team (2021). JASP (Version 0.16)[Computer software].
- Jia, Y., Zhou, B., & Zheng, X. (2021). A Curriculum Integrating STEAM and Maker Education Promotes Pupils' Learning Motivation, Self-Efficacy, and Interdisciplinary Knowledge Acquisition. *Frontiers in psychology*, 3652. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.725525>
- Jonassen, D. H. (2010). *Learning to solve problems: A handbook for designing problem-solving learning environments*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203847527>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM education*, 3(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Ludeña, E. S. (2019). La educación STEAM y la cultura «maker». *Padres y Maestros/Journal of Parents and Teachers*, (379), 45-51. <https://doi.org/10.14422/pym.i379.y2019.008>
- Martínez & Dutrénit. (2017). El movimiento Maker y los procesos de generación, transferencia y uso del conocimiento. Recuperado en <https://www.redalyc.org/journal/4576/457653227010/457653227010.pdf>
- Martinez, S.L. & Stager, G.S (2013). *Invent to learn: Making, tinkering, and engineering in the classroom*. Constructing modern knowledge press.
- Martínez Torán, M. (2016). ¿ Por qué tienen tanta aceptación los espacios maker entre los jóvenes?. *Cuadernos de Investigación en Juventud*, 1(1), 1-17. DOI:10.22400/cij.1.e003
- Martin, L. (2015). The promise of the maker movement for education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 5(1), 4. <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1099>
- Martin, L. & Dixon, C. (2016). Making as a pathway to engineering and design. In K. Peppler, E. Halverson, & Y. Kafai (Eds.), *Makeology: makers as a learners* (pp.183-195). New York: Routledge.
- Moro, M., Alimisis, D., & Locchi, L (2019). *Educational Robotics in the Context of the Maker Movement*. Recuperado en:

[https://iris.unipa.it/retrieve/handle/10447/394491/854248/2018\\_Prefazione\\_Book\\_Edurobotics.pdf](https://iris.unipa.it/retrieve/handle/10447/394491/854248/2018_Prefazione_Book_Edurobotics.pdf)

- Muñoz Rojas, H. A. (2016). Mediaciones tecnológicas: nuevos escenarios de la práctica pedagógica. *Praxis & Saber*, 7(13), 199-221.
- Muro, V. (2013). De la ética hacker al movimiento maker: la cultura del hacer [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=hNt1sXrx2Ik>
- National Research Council. (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas. *APS March Meeting Abstracts* (Vol. 1). Washington, DC: The National Academies Press. <http://doi.org/10.17226/13165>
- Niederhauser, D. S., & Schrum, L. (2016). Enacting STEM Education for Digital Age Learners: The "Maker" Movement Goes to School. *International Association for Development of the Information Society*. Recuperado en <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED571396.pdf>
- Obra Social “la Caixa,” FECYT, & Everis. (2015). Estudio sobre vocaciones científicas. Evaluación del impacto de las acciones de divulgación en términos de promoción de vocaciones científico-tecnológicas.
- Perales Palacios, F. J., & Aguilera Morales, D. (2020). Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción?. <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>
- Pérez, J., Rodríguez, C., Rodríguez, M., & Villacreses, C. (2020). Espacios maker: herramienta motivacional para estudiantes de ingeniería eléctrica de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. *Espacios*, 41(02). Recuperado en <http://www.revistaespacios.com/a20v41n02/a20v41n02p12.pdf>
- Red de Educación Maker, REM (2018). ¿Qué es la educación Maker? Recuperado de <http://www.educacionmaker.org/que-es-la-educacion-maker/>
- Rivera Vargas, P. (2018). Implicaciones del movimiento maker y el do it yourself en la educación escolar. + *Aprendizajes*, 2018, vol. 1, num. 2, p. 22-25. Recuperado en <http://hdl.handle.net/2445/155338>
- Romarís, A. G., Blanco, T. F., Somoza, M. S., & Diego-Mantecón, J. M. (s.f.) Iniciación a actividades STEAM desde la Educación Primaria. Recuperado en <https://stemforyouth.unican.es/wp-content/uploads/2017/12/Inicio%CC%81n-a-las-actividades-STEAM-desde-la-educacio%CC%81n-primaria-Habana2017-1-1.pdf>
- Schwab, K. (2015) The Fourth Industrial Revolution. *Foreign Affairs*. Recuperado de: <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>
- Smith, A., Hielscher, S. y Fressoli, M. (2015) *Transformative Social Innovation Narrative: FabLabs*. TRANSIT: EU. Recuperado en:

[http://www.transitsocialinnovation.eu/content/original/Book%20covers/Local%20PDFs/145%20TSI%20Narrative\\_Fablabs\\_Upload.pdf](http://www.transitsocialinnovation.eu/content/original/Book%20covers/Local%20PDFs/145%20TSI%20Narrative_Fablabs_Upload.pdf)

- Tesconi, S ( 2018 ) *El docente como maker. La formación del profesorado en making educativo*
- Togou, M. A., Lorenzo, C., Lorenzo, E., Cornetta, G., & Muntean, G. M. (2018). Raising students' interest in STEM education via remote digital fabrication: an Irish primary school case study. In *International Conference on Education and New Learning Technologies (EduLearn), Mallorca, Spain*.
- Unterfrauner, E., Voigt, C., Schrammen, M., & Menichinelli, M. (2017) The Maker Movement and the Disruption of the Producer-Consumer Relation. *Computer Science*, 10750, pp. 113-125. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-77547-0>
- Usart Rodríguez, M. (2020). Què sabem sobre l'efectivitat de les tecnologies digitals en l'educació?. *Barcelona: Fundació Jaume Bofill*. Retrieved September, 28, 2020. Recuperat en [https://ivalua.cat/sites/default/files/2020-09/Que\\_funciona\\_18\\_Catala\\_v09.pdf](https://ivalua.cat/sites/default/files/2020-09/Que_funciona_18_Catala_v09.pdf)
- Valls, C., Piqué, N., & Ruiz-Martín, H. (2021). The long-term effects of introducing the 5E model of instruction on students' conceptual learning. Recuperado en <https://www.revistaespacios.com/a20v41n02/20410212.html>
- Valencia, M. M. A. (2000). La triangulación metodológica: sus principios, alcances y limitaciones. *Investigación y educación en enfermería*, 18(1), 13-26. <https://www.redalyc.org/pdf/1052/105218294001.pdf>