



Universitat
de les Illes Balears

Projecte **SMART CITY:** Implementació dins un entorn STEAM a l'ESO

AUTOR: Juan Antonio Giraldo Pereira

Memòria del Treball de Fi de Màster

Màster Universitari de Formació del Professorat
(Especialitat de Tecnologia i Informàtica)
de la
UNIVERSITAT DE LES ILLES BALEARS

Curs Acadèmic 2017 - 2018

Data: Setembre de 2018

Tutor del Treball: Felipe Esteve Moreno

Resum

Des de fa més de dues dècades, el nostre sistema educatiu es troba en un procés de transformació i renovació intensos. Els grans canvis socials i els nous paradigmes que imposa l'era digital, fan necessari que des de la comunitat educativa s'afrontin aquests nous reptes, a fi i efecte de encapçalar l'esperit de adequació i reforma.

Són moltes les dificultats que s'han hagut de superar i en queden moltes d'altres encara per eliminar en aquest camí. Un dels principals és la provenença d'un tipus d'ensenyament de caire exclusiu i dominat per metodologies desfasades, on la classe magistral es l'única possible i el professor es situa com a protagonista del procés d'ensenyament-aprenentatge. Davant d'aquest anacronisme, s'han anat desenvolupant enfocaments innovadors, com els que aposten per l'ensenyament de disciplines diverses d'una manera integrada. STEAM (acrònim en anglès de Science, Technology, Engineering, Arts & Maths) és una d'aquestes noves perspectives per donar una resposta als presents desafiaments educatius.

Així doncs, després de fer una contextualització de la situació actual a l'àmbit de les Illes Balears en referència als models d'ensenyança integrada, es fa una proposta didàctica consistent en la implementació d'un projecte per dissenyar una Smart City (desenvolupant els seus estàndards) desenvolupant-lo al lloc on es trobi el centre educatiu, dins el marc de referència STEAM.

Aquest projecte es destinaria a un grup (o grups) de 4t d'ESO d'un centre qualsevol de les Illes Balears, i ocuparia el darrer trimestre del curs. És d'especial rellevància estudiar la caracterització del citat grup per tal d'aconseguir una compatibilitat total entre l'enfocament STEAM i el marc curricular vigent, amb totes les dimensions i aspectes derivats que això pugui implicar.

Paraules clau

STEAM, Smart City, ensenyança secundària, IBSE, AbP, AbR

Índex

Resum	1
Paraules clau.....	1
Índex	2
1. Objectius del treball	4
2. Estat de la qüestió	5
2.1 Introducció	5
2.2 L'Aprenentatge basat en Projectes a l'ensenyament públic a les Illes Balears.....	6
2.3 Metodologia STEAM	8
2.3.1 STEM.....	8
2.3.2 STEM vs. STEAM.....	11
2.3.2.1 Marc teòric STEAM de Yakman	11
2.3.2.2 Altres visions del STEM to STEAM	13
2.3.3 STEAM i AbP	15
2.4 L'Aprenentatge Cooperatiu com avantatge del STEAM.....	18
2.5 Metodologia IBSE	18
2.6 Compromís i dificultats d'Implementació del STEAM.....	19
3. Desenvolupament de la proposta didàctica	20
3.1 STEAM i adaptació al currículum de les IB:	21
3.1.1 Definició de les assignatures adequades pel Projecte.....	22
3.1.2 Caracterització teòrica del grup aula i grups de treball	22
3.1.3 Elements curriculars treballats al Projecte	23
3.1.3.1 Objectius, continguts i criteris d'avaluació	23
3.1.3.2 Competències clau	24
3.1.4 Aplicació del Mètode de Projectes.....	24
3.2 Smart City Project dins la metodologia STEAM	25
3.2.1 Els principis de la Smart City	25
3.2.2 Projecte Smart City i les disciplines STEAM.....	29
3.2.2.1 Science :.....	32
3.2.2.2 Technology :.....	32

3.2.2.3 Engineering:	33
3.2.2.4 Arts:	33
3.2.2.5 Maths:	33
3.3 Activitats i tasques	34
3.3.1 El problema de los ponts de Königsberg	34
3.3.2 Millora dels transports: Interseccions per a tots.....	36
3.3.3 Modelat de la cruïlla amb SketchUp i Realitat Augmentada	42
3.3.4 Altres tasques desenvolupables	44
3.4 Temporalització i seqüenciació	44
3.5 Avaluació	45
3.6 STEAM i Atenció a la diversitat.....	48
4. Conclusions	48
5. Referències.....	50
6. Bibliografia	54

1. Objectius del treball

Com a punt de partida del present treball s'estableix la voluntat de conèixer i analitzar l'enfocament STEAM (una evolució del STEM + Arts), que es va començar posar en pràctica ara fa quasi dues dècades, originàriament als EUA, amb resultats molt positius, i ha sigut adoptat paulatinament a centres d'arreu d'Europa i Espanya, com a marc teòric del procés ensenyament-aprenentatge de la nostra proposta didàctica.

Una vegada entesa la seva filosofia, s'establiran les similituds amb d'altres metodologies semblants i més esteses a Espanya com l'Aprenentatge basat en Projectes (AbP), progressivament en procés d'expansió, amb excel·lents resultats a diversos centres de les Illes Balears, tot combinant-les per dissenyar un Projecte que pugui ser implementat a un 4t d'ESO (amb alumnes que cursin tecnologia) a un centre qualsevol dins el nostre àmbit autonòmic.

La idea principal és desenvolupar el citat Projecte consistent en el disseny d'una Smart City, aplicant els conceptes de l'ús de la tecnologia per aconseguir una major sostenibilitat, eficiència, la innovació per a millorar la qualitat de vida dels ciutadans. També es persegueix l'obtenció de propostes de possibles actuacions a l'entorn del centre educatiu (barriada, poble, o ciutat), per solucionar les possibles mancances dins l'àmbit del disseny urbà (edificacions, espais públics, mobiliari urbà, vegetació, etc.).

En definitiva, es vol aconseguir el disseny d'una proposta didàctica consistent en un Projecte d'una Smart City que mitjançant les eines i recursos que la metodologia STEAM ofereix, assoleixi el següents requisits:

- Que sigui una proposta educativa realista, totalment adaptada i compatibilitzada amb tots aspectes de l'àrea curricular (objectius, continguts, criteris d'avaluació, competències clau, etc.) de totes les matèries involucrades de 4t d'ESO, dins l'àmbit legal vigent a les Illes Balears.

- Que es recolzi en una sèrie d'activitats i tasques dissenyades, seqüenciades i temporalitzades amb metodologies obertes com Aprenentatge basat en Reptes (AbR), i Inquiry Based Science Education (IBSE), que situen al professorat com a guia i a l'alumnat com protagonista
- Que aquest projecte sigui aplicable més d'un curs lectiu a cada centre, ja que cada promoció pot aportar idees innovadores i diferents, amb possibilitat de ser executades en la realitat.
- Que sigui un punt de partida des del qual, el centres educatius s'impliquin en la millora continuada de la ciutat, barriada o poble on es troben, i dels espais urbans que els envolten, implicant així a tota la comunitat educativa en el progrés social.
- Que pugui ser una manera fomentar el grau d'implicació de les famílies dins la comunitat educativa, i augmentar la seva consciència i sensibilitat social i ciutadana.

2. Estat de la qüestió

2.1 Introducció

La situació actual del sistema educatiu es troba en un lloc que no té precedents històrics, i afronta des de ja fa dues dècades reptes que el col·loquen a una cruïlla en la qual s'han de prendre decisions i donar resposta per part dels legisladors i de la pròpia comunitat educativa.

D'una banda, la globalització ha provocat grans canvis econòmics i socials. Els grans moviments migratoris arreu del món, i les diferències socioeconòmiques i culturals entre els al·lots, han provocat un gran augment de la diversitat dins les aules. El procés d'ensenyament-aprenentatge és a dia d'avui quelcom qualitativament diferent al de fa vint anys, en que es podia treballar amb grups d'alumnes amb un alt grau d'homogeneïtzació (Esteve, 2006), fet al qual cal posar especial atenció.

Altrament, l'arribada de l'Era Digital ha tengut repercussions positives, però també ha provocat moltes disfuncions dins l'àmbit social. El nostres al·lots viuen un dia a dia ple de múltiples i intensos estímuls. Són bombardejats amb informació i impulsats posar atenció a una gran quantitat de plataformes, com ara, ordinadors, telèfons mòbils, desenes de canals de televisió, xarxes socials, etc., que els fan perdre interès i els distreuen de coses que troben avorrides: la escola en una gran mesura (Robinson, 2010).

És per tant una obligació, trobar maneres de cercar una adaptació als nous paradigmes dels temps actuals, que s'allunyen dels esquemes basats en la revolució industrial, i reconvertir-los en mètodes adients pels alumnes que viuen en plena revolució digital.

En aquest punt és on entra en joc la perspectiva STEAM, que incorporant metodologies com l'AbP, l'AbR i IBSE, ens donarà eines i estratègies per enganxar l'atenció dels joves i augmentar la seva motivació per aprendre. De fet, la ciència, la tecnologia les matemàtiques i les arts són matèries víctimes d'una antiga concepció estandaritzadora de l'educació. Aconseguir que l'alumnat percebi aquest aprenentatge com una experiència estètica, que faci que els seus sentits estan operant amb intensitat, vivint el moment present en ressonància amb l'excitació d'aquell moment a l'aula (Robinson, 2010). Això és una de les principals metes que els docents s'han de marcar de cara millorar i fer més satisfactòria l'experiència educativa, tant per als alumnes com per al propi professorat.

2.2 L'Aprenentatge basat en Projectes a l'ensenyament públic a les Illes Balears

L'AbP és una metodologia que està orientada a preparar els alumnes a per l'adquisició de coneixements i formar-se com a persones i futurs professionals d'una manera innovadora, i adient al món que en que viuen i el reptes que els tocarà gestionar com adults.

Mitjançant eines i tècniques, que incideixen molt en conceptes com el treball en equip, la resolució de problemes, la cooperació, i les habilitats personals i comunicatives, els alumnes treballen sobre un projecte amb una temporització variable, que pot anar des d'una setmana fins a un trimestre. Aquest projecte, que abasta varies matèries de manera integrada, i està dissenyat per motivar els joves, que resolen problemes de la vida quotidiana i a arriben a trobar respostes a una pregunta complexa. Al final de cada projecte fan una memòria i una exposició oral, a on mostren els coneixements i les destreses que han treballat i assolit.

En conseqüència, amb aquesta metodologia els alumnes assoleixen un profund coneixement dels continguts treballats i també desenvolupen el pensament crític, la creativitat i les habilitats comunicatives i lingüístiques. Així mateix, la possibilitat de treballar amb un alt grau de proximitat, afavoreix una connexió molt positiva entre l'alumne i el professor, que passa de ser un simple transmissor de coneixement a un guia i acompanyant en aquest procés.

En el context l'ensenyament públic a les Illes Balears, i més concretament a Mallorca, l'AbP s'està implementant poc a poc, però cada vegada més centres s'hi sumen al procés d'implementació. Dins l'àmbit de l'educació infantil i primària, aquest tendència està més estesa que a l'ensenyament a secundària i batxillerat. En aquest respecte, és important assenyalar que cal respondre des del sistema educatiu a donar continuïtat en aquesta manera de formar els alumnes que provenen de primària, i encabir els novells a l'ESO i batxillerat. Centres com l'IES Antoni Maura ja hi fan feina, i d'altres com l'IES Son Ferrer i l'IES Guillem Cifre de Colonya, entre d'altres, s'estan preparant per implementar-lo en breu.

Des de la meva perspectiva personal, puc aportar que al període de pràctiques del MFP, que vaig realitzar a l'IES Joan Maria Thomàs, vaig poder experimentar part dels avantatges que s'han esmentant amb anterioritat, ja que l'assignatura de Tecnologia permet treballar amb els alumnes al taller. He pogut comprovar de primera ma com independentment del curs (2n d'ESO, 1r de Batxillerat, o 2n de PMAR) el procés d'ensenyament-aprenentatge és més proper i profitós.

2.3 Metodologia STEAM

La implantació progressiva de l'AbP al nostre sistema educatiu com a resposta a les noves necessitats i reptes que ens planteja la formació dels alumnes ja entrat el segle XXI, és un fet. També ho és la constatació de que per regla general, aquests canvis es produeixen d'un manera lenta al l'Estat. Molts països del nostre entorn europeu i d'arreu del món, ens duen de fet més d'una dècada d'avantatge en aquest procés d'adaptació als nous paradigmes educatius.

De la mateixa manera, també existeixen d'altres metodologies i enfocaments del procés d'ensenyament-aprenentatge, que molts anys que s'han implementat a d'altres sistemes educatius més avantguardistes, fins al punt que ja han pogut estudiar el seus resultats amb les primeres generacions d'universitaris formats amb aquestes filosofies.

Dins d'aquestes, es troba la metodologia STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts & Maths), que és una evolució de STEM (Science, Technology, Engineering & Maths), una via integrada de l'ensenyament de les disciplines tècnico-científiques amb la incorporació de les Arts. Ambdues són originàries dels EUA, i a dia d'avui gaudeixen d'una àmplia acceptació al continent americà (sobretot al nord), i es pot observar com cada vegada més països europeus veuen en aquesta perspectiva didàctica, una aposta vàlida per educar i formar els nostres joves per enfrontar els nous desafiaments del present i futur.

2.3.1 STEM

Ja a la dècada dels 70 als EUA es va començar a parlar de la necessitat de formar d'una manera transversal i multidisciplinària i des de ben petits els alumnes. El desenvolupament d'una incipient revolució tecnològica i digital necessitaria professionals amb destreses dins d'aquestes àrees per satisfer en principi les necessitats del mercat laboral del països industrialitzats.

Dues dècades més tard, La National Science Foundation (NSF), va concebre el nom de “SMET”, que va evolucionar a “STEM”, per referir-se a l’ensenyament integrat de les ciències, la tecnologia, la enginyeria i les matemàtiques, una metadisciplina basada en el coneixement d’aquestes àrees integrades de manera interdisciplinària (Sanders, 2008).

A la pràctica, les disciplines STEM abasten moltes matèries i continguts que es poden treballar de manera conjunta:

- STEM Science: fa referència a tot el que existeix de forma natural i com ha de ser estudiat. Inclou la biologia, la física, la química, la bioquímica, les ciències de la terra i del espai, i d’altres pròximes a la tecnologia, com la biotecnologia o la biomedicina. L’aportació de la ciència, està a la seva pròpia metodologia, el denominat mètode científic. (Ruiz, 2017)
- STEM Technology: és la disciplina que ha arribat en darrer lloc als plans educatius i que ha fet palesa les connexions entre les matemàtiques i les ciències. Tracta conceptes com la seva pròpia relació amb la societat, i les habilitats per dissenyar i construir objectes destinats a àmbits molt diversos, com la medicina, l’agricultura, la biotecnologia, la construcció, la fabricació, la informació, la comunicació, el transport, i l’energia. El seu objectiu principal com a matèria és alfabetitzar les persones tecnològicament, tant funcional com tècnicament. (Ruiz, 2017)
- STEM Engineering: entesa com “l’ús de la creativitat i de la lògica, basada en les matemàtiques i la ciència i que utilitza la tecnologia como agent per crear contribucions al món” (Yakman, 2008, p.10). Precisament aquesta és la única disciplina STEM que no figura als plans d’estudi de secundària, i per tant “és important la inclusió de l’enginyeria dins del currículum, si no com disciplina en sí mateixa, sí com a component transversal dins d’altres disciplines com la tecnologia, les ciències i les matemàtiques”. (Ruiz, 2017, p. 52)

- STEM Maths: és la disciplina que es va consolidar abans com matèria aïllada, i estudia temes com l'àlgebra, la geometria analítica, l'anàlisi de dades, el càlcul, la probabilitat, el raonament abstracte i la seva comunicació (Yakman, 2008). Aquestes característiques doten a la disciplina d'un fort caràcter transversal que fan que es situï dins l'àmbit STEM com el llenguatge comú a la resta de camps. (Ruiz, 2017)

Tsupros afirma que STEM a l'educació té una dimensió major que qualsevol paradigma interdisciplinari. De fet, es transdisciplinari i ofereix un conjunt de múltiples aspectes de major complexitat i nous àmbits de coneixement que assegurin la integració de les disciplines, ja que les innovacions i invents a dia d'avui tenen tendència a ser desenvolupades dins els límits d'aquestes quatre àrees (Tsupros, Kohler, & Hallinen, 2009).

D'altra banda, les definicions del que abasta l'educació STEM, i el que exclou, varia d'un lloc a una altre amb una certa flexibilitat, tal com afirma Vásquez (2014):

En la seva definició més àmplia, l'educació STEM pot incloure el camps de la química, ciències de la computació, les TIC, la biologia, les matemàtiques, l'enginyeria, la física, l'astronomia, l'economia, la psicologia, les ciències socials i les humanitats. Pedagògicament parlant és un aprenentatge interdisciplinari basat en projectes, basat en problemes, en l'estudi de casos, i investigatiu, on els docents han de tenir les competències necessàries per centrar l'ensenyament en els interessos dels alumnes, ja que un estudiant amb formació STEM no només serà un innovador i un pensador crític, sinó també serà capaç de fer connexions significatives entre l'escola, la seva comunitat, la feina i els problemes del món real (p.23).

En resum, l'aprenentatge STEM, que està pensat per començar des de primària, abasta una sèrie important d'avantatges, en particular augmentar les destreses per solucionar problemes, cercar i analitzar informació, i filtrar-la adequadament, incentiva el pensament crític, potencia la innovació, l'esperit de col·laboració, les capacitats d'investigació, les dimensions socials i les habilitats comunicatives, i fomenta el lideratge. A més, les iniciatives STEM han demostrat la seva gran eficàcia per arribar i motivar a les alumnes (de sexe femení) i grups minoritaris que solen mostrar menys interès en les disciplines STEM. D'aquesta manera es posa de manifest també les eines i estratègies que aquest enfocament ens proporciona per abordar una millor atenció a la diversitat, ja que elimina moltes barreres que encara perduren en metodologies de caire més tradicional.

2.3.2 STEM vs. STEAM

L'aprenentatge STEM que es va començar a implementar fa dues dècades, està assolint en els darrers anys una espectacular rellevància a sistemes educatius de molts països d'arreu del món. La discussió entre diferents autors ha generat una certa discrepància al voltant de com s'han de relacionar les quatre disciplines entre sí, diferenciant-se una corrent a favor de la integració de totes, optant per una perspectiva unificada, d'una altra que advoca per la col·laboració i coordinació, però conservant les bases de cadascuna d'elles (Ruiz, 2017).

2.3.2.1 Marc teòric STEAM de Yakman

És degut a aquesta controvèrsia que Yakman (2008) inclou per primera vegada de "the arts" com una disciplina dins en context STEM per començar a parlar de l'aprenentatge STEAM. Per ella l'Art es presenta com un agent magnífic d'integració per afavorir l'aprenentatge interdisciplinari (Ruiz, 2017).

Anant un poc més enllà amb aquesta idea, arriba a un enfocament holístic en el qual, l'aprenentatge conceptual basat en contextos és una necessitat en

l'educació integradora, i només l'educació integradora pot adaptar-se a la evolució i als canvis socials reflectint-los en els plans d'estudi (Yakman, 2008)

Així, una vegada acabada la seva investigació i evolucionat l'aprenentatge STEM a STEAM, afegeix Arts com una nova disciplina que no es limitaria dins l'àmbit educatiu a les arts plàstiques i manuals, sinó que abastaria des del llenguatge fins l'expressió corporal, la sociologia, l'educació, la filosofia, la història o el cànon de bellesa, conformant una visió ben àmplia i integradora. (Ruiz, 2017)

D'aquesta manera, Yakman (2008) arriba a definir l'aprenentatge STEAM com l'aprenentatge de la Ciència i la Tecnologia interpretades a través de l'Enginyeria i l'Art basant-se en el llenguatge de les Matemàtiques (Yakman, 2008; Yakman & Lee, 2012).

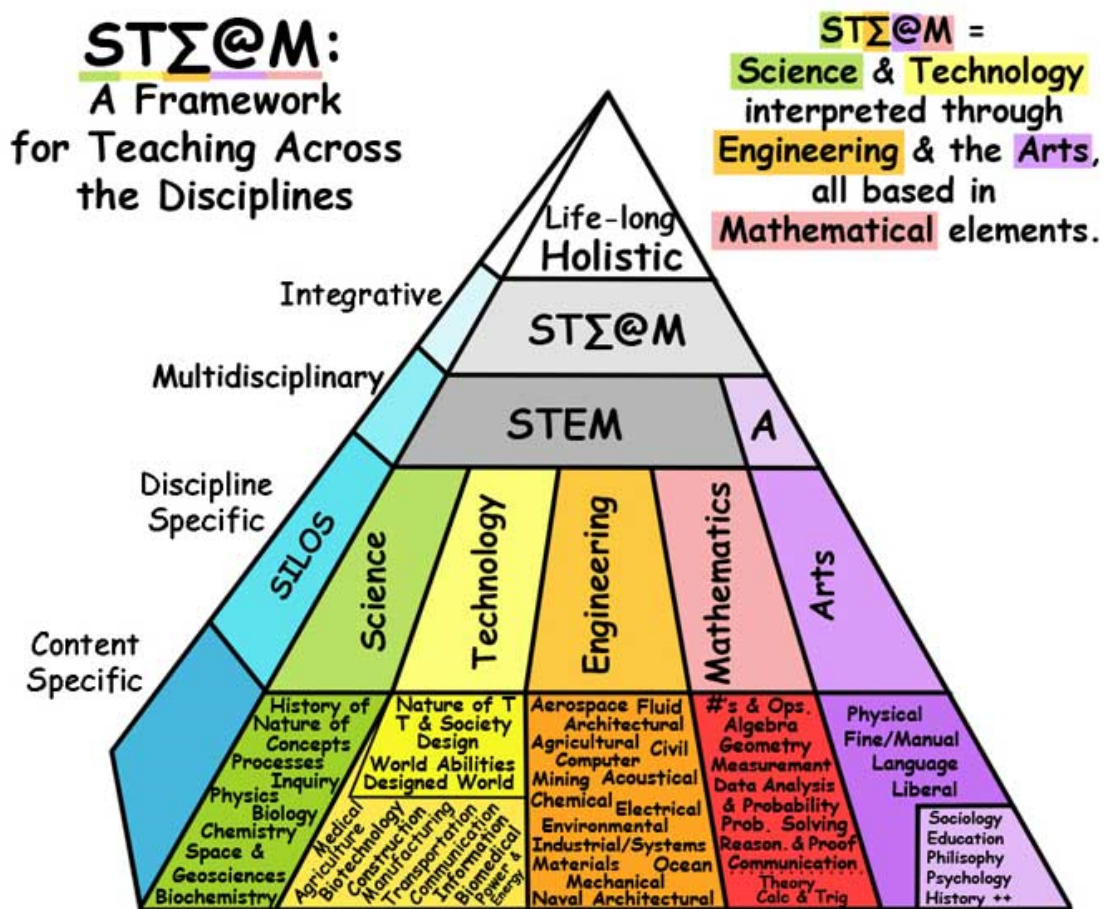


Figura 1. Piràmide d'aprenentatge STEAM. Presa de Yakman (2008)

La piràmide de la Figura 1 representa gràficament la definició i situa el concepte d'aprenentatge STEAM a mig camí entre l'aprenentatge multidisciplinari propi de l'aprenentatge STEM i l'aprenentatge holístic (Ruiz, 2017)

Els diferents estrats representen els diferents graus d'interdisciplinarietat:

- A la base es situen continguts aïllats dins les seves respectives matèries.
- Al segon estrat figuren els enfocaments STEM, moderns i moderats, que es reparteixen entre la interacció, cooperació o col·laboració entre disciplines.
- Al tercer col·loca perspectives STEM que aposten per un aprenentatge integrat i multidisciplinari.
- Al quart situa la seva teoria de l'aprenentatge STEAM que emprà l'Art com element transversal i integrador de la resta de disciplines (Yakman, 2008).
- Al cim representa les teories holístiques de autors que aposten per un aprenentatge per la vida on els continguts van a un segon pla, com ara Montessori (Ruiz, 2017).

2.3.2.2 Altres visions del STEM to STEAM

Land (2013) des d'un punt de vista més pràctic, assenyala que al mercat laboral dels EUA, la quantitat de llocs de treball per a persones provinents de camps STEM augmenten tres vegades més ràpid que a d'altres sectors econòmics.

A això, com afirma Land (2013), s'afegeix un altre aspecte problemàtic:

Una generació de joves inconstants i instal·lats a l'autocomplaença i l'oci, duu a la necessitat de fer que l'aprenentatge STEM sigui més atractiu. La addició de les Arts a l'educació STEM convertint-la en STEAM, es valora com una manera de revitalitzar situació, no tan sols oferint una expectativa interessant, sinó també una oportunitat d'auto-expressió i connexió personal que les noves generacions anhelan. (p. 548)

Country with STEM degree programs	Percent of undergraduate citizens enrolled in STEM
United States	4.4%
United Kingdom	6.1%
Germany	12.4%
China	31.2%
Singapore	33.9%

Taula 1. Percentatge de ciutadans matriculats a graus amb programes STEM a varis països. Presa de Land (2013)

L'empenta a l'enfocament STEAM deriva d'aquesta manca de creativitat i interès per la innovació en els joves graduats nord-americans (Land, 2013). El progrés no ve només de la tecnologia, sinó de la integració de la tecnologia i el pensament creatiu mitjançant l'art i el disseny.

Encara més, les arts poden ajudar a desenvolupar les destreses STEM gràcies a un enfocament divergent. Per exemple, l'estudi realitzat per Robert Root-Burnstein sobre els científics guardonats amb premis Nobel, demostra que la majoria d'aquells "genis" entre 1902 i 2005 eren molt competents no només ciències en sinó també en arts (Root-Burnstein, 2012).

De fet, afirma Land (2013), que cognitivament parlant:

Quants més punts d'accés o rutes neuronals s'estableixin al cervell, hi ha majors oportunitats de retenir i recordar. Integrar les arts en el contingut de les àrees clau no només permet a l'estudiant a explorar un concepte únic des de diferents perspectives, sinó que també estimula l'ús de totes les diferents modalitats d'aprenentatge mencionades prèviament (auditiu, visual i psicomotriu), tot això provocant la formació de més rutes neuronals. (p.549)

PIRÁMIDE DEL APRENDIZAJE



Figura 2. Piràmide de l'aprenentatge, basat en el coneixement de l'experiència d'Edgar Dale. Presa de Pinterest (2018)

2.3.3 STEAM i AbP

Com ja s'ha comentat amb anterioritat, l'AbP és una metodologia que gaudeix d'una gran valoració dins l'àmbit educatiu i social, i es troba en ple procés de desenvolupament i implantació progressiu a les Illes Balears. Els resultats obtinguts als centres d'educació primària i secundària són molt positius i encoratjadors de cara a posar-hi recursos i mitjans econòmics i humans per seguir en aquest camí.

El sistema educatiu té però, la responsabilitat de millorar i trobar sempre sendes de progrés dins l'àmbit pedagògic. En aquest sentit, l'experiència prèvia de l'ús de la metodologia STEAM, també molt satisfactòriament acceptada i en ple creixement arreu del món, ens ha de motivar a explorar la seva viabilitat d'implantació al nostre propi sistema educatiu.

Tant l'AbP com STEAM ajuden a l'escola a posar el punt de mira en un aprenentatge rigorós i significatiu i en la solució de problemes. L'Educació STEAM no es basa només en els continguts acadèmics, sinó també en el procés, en que els alumnes siguin científics, matemàtics, enginyers, artistes i emprenedors tecnològics. En aquest sentit, Miller (2014) ens mostra varies maneres en que aquestes dues metodologies es poden complementar a l'aula:

- Més enllà de l'acrònim STEAM

Hom podria minimitzar STEAM al domini del contingut de les diferents àrees. Però és molt més que això: els alumnes resolen problemes de manera activa, prenent autoconsciència del seu propi aprenentatge, i aplicant els continguts a situacions i contextos del món real. No sona això a AbP? Això és perquè ho es. Un nivell adequat d'educació STEAM és AbP.

- Fixar destreses per l'èxit

Destreses com la col·laboració, la creativitat, el pensament crític o la resolució de problemes són part de qualsevol metodologia STEAM-AbP, i seran necessàries per l'efectivitat dels alumnes. Igual que el projecte en la seva globalitat, les destreses d'èxit són un element aglutinador de l'educació STEAM. En un projecte STEAM-AbP, els professors aborden una o més d'aquestes habilitats. Això pot implicar l'ús d'una rúbrica efectiva per l'assessorament formatiu i sumatiu destinat a la col·laboració, la recollida de dades i evidències, i la facilitació del seu reflex dins el projecte AbP. Tot i que el disseny dels reptes STEAM fomenten aquest tipus d'assessorament d'una manera natural com un procés

orgànic, l'AbP pot afegir la necessitat intencionada d'ensenyar i assessorar les destreses del segle XXI pròpies de STEAM.

- Els alumnes donen forma a l'aprenentatge

A més de la integració de disciplines i destreses d'èxit, la veu i el vot són components primordials per un sistema STEAM-AbP. Hi ha moltes maneres de deixar que els alumnes donin forma a l'experiència educativa. Per exemple, incentivant que duguin reptes pels que tinguin un veritable desig de solucionar (mètode basat en la passió).

- Planificar preguntes:

Quan els professors dissenyen projectes STEAM, necessiten traçar un marc de fons com fil conductor i començar el procés amb els possibles resultats finals en el seu cap. En aquest respecte, aquestes són preguntes a tenir en compte a l'hora de planificar:

- Quines dues o més disciplines es tractaran i assessoraran?
- Com es motivaran els alumnes en la resolució de problemes del món real?
- Com poden els alumnes ajudar a donar forma a l'aprenentatge mitjançant la veu i el vot?
- Quins productes crearan els alumnes per demostrar el seu domini dels continguts? (p. 1)

En definitiva, l'educació STEAM de bona qualitat és AbP de bona qualitat. Mentre es desenvolupen les disciplines pròpies de l'ensenyament STEAM, és necessari

procurar centrar-se menys el contingut i més en les implicacions pedagògiques globals de cara a un aprenentatge significatiu, i també hem d'utilitzar l'AbP per crear l'espai per arribar-hi.

2.4 L'Aprenentatge Cooperatiu com avantatge del STEAM

S'han comentat fins ara diversos avantatges de l'ensenyament STEAM. És pertinent arribats a aquest punt, fer especial menció de l'Aprenentatge Cooperatiu (AC), com a un dels més destacats i amb més potencial de cara a la formació de l'alumne i la seva participació activa al procés d'ensenyament-aprenentatge.

La idea fonamental de l'AC és transformar l'aula en una petita "comunitat d'aprenentatge" que es distribueix a la seva vegada en equips o grups d'aprenentatge (Pujolàs, 2008). Cada component del grup té una doble responsabilitat: aprendre i fer que els seus companys aprenguin. I a més tenen una doble finalitat: aprendre els continguts i a treballar en equip, es a dir, a cooperar (Pujolàs, 2008).

2.5 Metodologia IBSE

L'aprenentatge de les ciències es pot abordar metodològicament de varies maneres, des de les més tradicionals a d'altres més innovadores. Entre aquestes es troba la metodologia IBSE (acrònim en anglès d'Inquiry Based Science Learning), la qual farem servir a algunes activitats per abordar qüestions científiques.

La citada metodologia, com explica Martínez-Chico, López-Gay, Jiménez-Liso i Trabalón (2017):

Consta d'una seqüència basada en la indagació, en la que els estudiants s'apropien d'una pregunta, expressen, justifiquen i discuteixen les seves idees utilitzant diferents llenguatges; dissenyen la recerca de proves per contrastar les seves idees; duen a terme dita recerca, analitzen resultats, obtenen i discuteixen conclusions; i, finalment, el professor dona un pas més en l'apropament a idees més científiques. (p. 117)

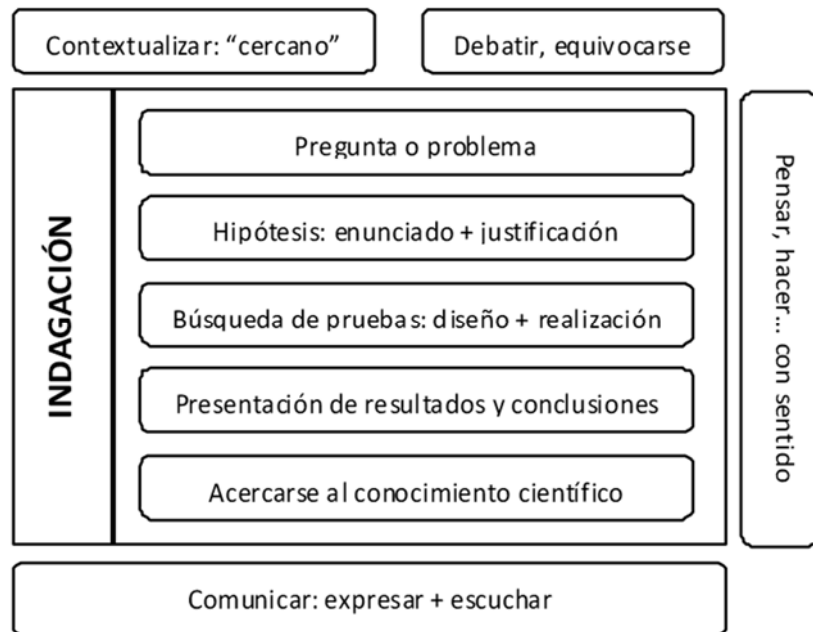


Figura 3. Estructura de una seqüència IBSE. Presa de Martínez-Chico et al. (2017)

A la Figura 3 es representa gràficament el funcionament de la mencionada seqüència. Aquest mètode ens permetria aprendre a partir d'una pregunta com ara “per què surten millor les fotos a la posta de sol?”, investigar sobre la reflexió i refracció de la llum, la temperatura de color, els components químics de l'atmosfera de la terra, etc. En definitiva, aprendre ciència.

2.6 Compromís i dificultats d'Implementació del STEAM

Així com passa a d'altres àmbits, la innovació implica superar dificultats i ser conseqüent i tenaç. És per aquest motiu que la implantació de l'aprenentatge STEAM, suposarà als docents un esforç addicional. No basta amb la formació

inicial com a professor, com ara el MFP, obligatori per exercir la docència, sinó que cal també fer un esforç i un compromís per fer de l'educació una experiència plena per l'alumne i pel professor. Una de les claus és entendre que "la innovació educativa va sempre unida a la presència d'equips de treball, a professors que posen en comú amb d'altres els seus èxits i dificultats, adaptant-se i millorant contínuament". (Esteve, 2006, p. 11)

De la mateixa manera, aquesta implicació haurà de contemplar que el fet de optar per STEAM, suposa molta feina de planificació, coordinació, preparació, adaptació, i fins i tot de superar barreres que imposa l'immobilisme de certs integrants del sistema educatiu. A mig termini però, la recompensa supera de molt a aquests inconvenients i dificultats.

3. Desenvolupament de la proposta didàctica

L'objectiu principal de la present proposta didàctica es tracta de l'elaboració per part dels alumnes d'un projecte consistent en millorar l'entorn urbà (barriada, poble o ciutat) en que es situa el centre educatiu, per tal de convertir-lo en una petita Smart City, d'acord amb els principis d'ús de la innovació tecnològica per millorar la qualitat de vida, l'eficiència, i la sostenibilitat de tot els complexos sistemes i subsistemes que s'interrelacionen a la ciutat moderna (transports, energia i recursos naturals, espais públics, comerç, indústria, mobilitat, etc.).

A tal efecte, s'implementarà l'aprenentatge STEAM a un grup (o grups) de 4t de l'ESO de un centre qualsevol de les Illes Balears, que puguin treballar les disciplines pròpies d'aquest mètode i gaudir dels seus avantatges ja desenvolupats al capítol anterior, tot complint la totalitat dels aspectes curriculars que la legislació vigent contempla. La ubicació preferent dins el calendari escolar seria el darrer trimestre del curs, per poder comptar amb l'impuls que ja duen els alumnes que venen de estudiar cada disciplina per separat. Al final del procés cada grup de treball presentaria una memòria escrita i farien una exposició oral

davant una auditori que podria ser alumnes dels mateix curs, d'altres cursos, professors, i fins i tot familiars.

El marc ideal per desenvolupar la proposta seria intentar aplicar STEAM segons el marc de Yakman, és a dir tractant totes les disciplines d'una manera interdisciplinària on es situen totes al mateix nivell, i combinar-lo amb l'AbP. Aquestes assumpcions són segurament massa ambicioses per un projecte tant curt, però es pretén d'anar a màxims. En tot cas la implicació de tots els departaments seria totalment imprescindible per arribar al menys a un alt grau de col·laboració i coordinació, per tal d'arribar a un resultat òptim. En aquest punt es precís recordar que els departaments fonamentals seran el de tecnologia, matemàtiques, física i química, biologia i geologia, però que es pretén la participació quant més intensa millor de la resta de departaments, en especial dels artístics, per tal d'arribar al major grau d'interdisciplinaritat i transversalitat possible.

3.1 STEAM i adaptació al currículum de les IB:

Tal com es detalla a l'Article 11 del Decret 34/2015 (15 de maig de 2015), a l'ensenyança secundària de 2n cicle, o sigui 4t curs, s'ofereixen dues opcions educatives:

- a) Opció d'ensenyaments acadèmics per a la iniciació al batxillerat.
- b) Opció d'ensenyaments aplicats per a la iniciació a la formació professional.

Aquesta proposta es desenvoluparà adequant-se a l'opció d'ensenyaments acadèmics, per tal de no abastar massa àmbit curricular, amb la pretensió i seguretat de que es podria implementar d'una manera exitosa igualment a l'opció d'ensenyaments aplicats.

3.1.1 Definició de les assignatures adequades pel Projecte.

Dins la línia d'ensenyaments acadèmics de 4t d'ESO, apareixen a la vegada una sèrie d'assignatures, troncal, específiques i de lliure configuració autonòmica, de manera que poden aparèixer múltiples combinacions. Es mostra a continuació la combinació òptima per poder compatibilitzar al màxim el projecte STEAM amb currículum oficial.

- Geografia i història.
- Llengua castellana i literatura.
- Llengua catalana i literatura.
- Matemàtiques orientades als ensenyaments acadèmics.
- Primera llengua estrangera.
- Biologia i geologia.
- Física i química.
- Tecnologia.
- Educació física.
- Valors ètics / religió
- Tecnologies de la informació i la comunicació

Aquesta llista és una opció, però ha de ser flexible i donar cabuda a alumnes que cursin "Educació plàstica, visual i audiovisual" o altres assignatures d'arts en lloc de TIC, donat que són part fonamental d'aquesta metodologia, i la seva contribució seria primordial. Cal recordar que les TIC són presents al Bloc 1 de l'assignatura de tecnologia, que ja s'ha cursat a principis de l'any escolar.

3.1.2 Caracterització teòrica del grup aula i grups de treball

Òbviament és difícil de predir amb exactitud quina composició tindrà el grup(s) aula, donat que són moltes les casuístiques depenent del centre, dels interessos específics de cada promoció, etc.

És ineludible però, respectar les ràtios màximes de 30 alumnes, i en la mesura del possible, arribar a un alt grau de coordinació, fent els desdoblaments i recolzaments necessaris per assegurar un seguiment correcte de tot el procés, sense que falti mai la assistència docent com a guies i assessors del procés.

La composició del grups de treball principals, preferentment formats per quatre alumnes, es definirà per de manera consensuada per part de l'equip docent implicat en el Projecte, amb criteris de aconseguir un màxim equilibri dins de cada grup, i de cada grup respecte el conjunt del grup aula, per tal d'afavorir un progrés homogeni, mitjançant estratègies i eines que ens ofereix l'AC i posant especial èmfasi en l'Atenció a la Diversitat.

Donat que durant el Projecte es realitzaran moltes activitats i tasques de diferent caire, es combinarà en treball del grup principal, amb canvis dels integrants i nombre d'ells, formant grups de diferent composició segons convengui al tipus d'activitat / tasca i als seus objectius.

3.1.3 Elements curriculars treballats al Projecte

3.1.3.1 Objectius, continguts i criteris d'avaluació

A l'hora de dissenyar les activitats STEAM, es tindrà en compte d'una manera precisa, que una vegada acabat el Projecte, s'hauran d'assolir la totalitat dels aspectes curriculars que determina la legislació vigent per cadascuna de les assignatures involucrades en el Projecte STEAM.

Com ja es va tractar amb anterioritat, aquesta metodologia té com a punt for precisament una gran flexibilitat i possibilitats diverses per arribar a aquesta finalitat. A tal efecte serà necessari un bon treball de planificació prèvia per part del equip docent, de totes les activitats i tasques, de manera que una vegada acabat el Projecte, els alumnes hagin assolit els objectius, el domini dels continguts, i tot això segons els estàndards d'avaluació de cada matèria.

3.1.3.2 Competències clau

De la mateixa manera, en el moment del disseny i de tota la seqüència d'activitats i tasques, s'haurà de detallar i ponderar les competències clau treballades i assolides al final Projecte, i que hauran de completar el següent llistat:

- a) Comunicació lingüística.
- b) Competència matemàtica i competències bàsiques en ciència i tecnologia.
- c) Competència digital.
- d) Aprendre a aprendre.
- e) Competències socials i cíviques.
- f) Sentit d'iniciativa i esperit emprenedor.
- g) Consciència i expressions culturals.
- h) Coneixement i interacció amb el medi físic.

3.1.4 Aplicació del Mètode de Projectes

El mètode de per desenvolupar projectes, tot i que pot variar una mica depenent de l'àrea en que es desenvolupi, ha de seguir una sèrie de passos per tal de complir el seu objectiu. A continuació es descriuen breument aquestes que fases que ha de assolir el projecte:

- a) Descobrir una necessitat o respondre a una pregunta

Equivaldria a entendre l'enunciat i caracteritzar les necessitats per enfocar a la investigació.

- b) Investigar

Durant la primera fase els alumnes recullen la informació necessària, mitjançant els medis i eines al seu abast (TIC, llibres, material audiovisual, etc.) per arribar a la resolució de la pregunta o activitat plantejada.

c) Planificar

Aquesta fase es caracteritza per l'elaboració d'un pla de treball, l'estructuració del procediment metodològic i dels instruments i mitjans de treball.

d) Decidir

Abans de passar a la fase d'execució, els membres del grup han de decidir conjuntament i consensuar, quina de les possibles variants o estratègies de solució volen seguir.

e) Executar

Es du a terme el que s'ha planificat i decidit, de manera que cada membre del grup realitzi les tasques assignades, fins a la consecució del producte final.

f) Avaluar

Una vegada finalitzat el projecte es duu a terme una discussió final en la que els alumnes i els docents comenten i discuteixen conjuntament els resultats aconseguits.

3.2 Smart City Project dins la metodologia STEAM

3.2.1 Els principis de la Smart City

El segle XXI és el segle de les ciutats. Amb més de la meitat de població mundial vivint en elles, s'han consolidat com centres d'influència econòmica i social. En paral·lel l'esclat de la revolució digital està creant una societat hiperconnectada i col·laborativa que transforma de manera essencial les relacions entre els

ciutadans. En la confluència d'ambdues tendències globals apareixen les Smart Cities (Seisdedos, 2015).

El fenomen de les ciutats intel·ligents, per tant, es desenvolupa dins un escenari caracteritzat per dues megatendències que determinen la transformació de la societat contemporània:

- El procés d'urbanització. És una de les tendències que va marcar a major força el segle XXI i que ha provocat que més del 50% de la humanitat visqui a ciutats.
- La revolució digital. El desenvolupament de les noves tecnologies de la informació i les comunicacions ha portat a una realitat en la que proliferen els dispositius connectats (hiperconnectivitat), fixes, mòbils, tant entre persones com entre màquines.

L'impacte de la revolució industrial sobre un món en procés intens d'urbanització és el que explica l'emergència del concepte Smart City. I en la confluència entre aquestes dues megatendències de canvi apareix una nova ciutadania, més demandant i participativa, i una manera diferent de viure la ciutat i integrar-la en els processos econòmics i socials.

Com a principi bàsic, la Smart City tal i com afirma Seisdedos (2015, p. 24), "utilitza la tecnologia per prestar de forma més eficient els serveis urbans, millorar la qualitat de vida dels ciutadans i transformar la relació entre entitats locals, empreses i ciutadans facilitant una nova maneres de viure la Ciutat".

Als darrers anys s'han encetat a tot l'Estat un nombre destacat d'iniciatives relacionades amb el concepte de Smart City. De fet, alguns d'aquests projectes a ciutats com Barcelona, València, Logronyo, Guadalajara, Màlaga, Santander i A Coruña, han estat reconeguts i guardonats per dur a la pràctica mesures que contemplen els estàndards Smart City, situant Espanya com a país en la avantguarda a nivell europeu.

Decálogo de la smart city



1. La *smart city* es un medio para avanzar hacia un modelo de ciudad propio que cada ayuntamiento debe definir en un **plan a largo plazo**, involucrando a todos los agentes y de manera especial al **ciudadano, asegurando su participación**: un plan que se debe consensuar y comunicar para asegurar su continuidad en el tiempo.



3. A nivel local, el **principal impulsor** del proyecto de *smart city* debe ser **el alcalde**, quien debe marcar las prioridades en la agenda y asegurar los recursos suficientes y buscar los consensos que aseguren la pervivencia en el largo plazo del proyecto más allá de la alternancia entre partidos.



2. A la hora priorizar recursos y seleccionar ámbitos de actuación, la **Administración Pública** debería tener en cuenta que los **ciudadanos identifican el concepto de smart city** con las posibilidades que brinda la tecnología para mejorar la calidad de vida en las ciudades. Estas mejoras las vinculan con la aplicación de la tecnología a los ámbitos de emergencias, atención al ciudadano, protección medioambiental, transporte público inteligente y alumbrado eficiente, siendo los servicios inteligentes en torno a la **teleasistencia** y la **educación abierta** donde manifiestan mayor **propensión a opciones de pago**.



4. Es necesario **impulsar un cambio organizativo** en el ayuntamiento que permita abordarlo con visión **transversal** y recursos suficientes: los esfuerzos en torno a la *smart city* han de salir del ámbito de las tecnologías y considerarse una apuesta estratégica con dependencia directa del alcalde.



5. Con independencia de la escala, es interesante que se fomenten **fórmulas de colaboración** entre ayuntamientos.



8. La **integración horizontal de los servicios en una plataforma smart city** es la piedra angular que permite a la ciudad ser inteligente. Los **servicios verticales** (alumbrado, gestión de residuos, movilidad,...) que se han dotado de inteligencia deben poder **interconectarse transversalmente** con el fin de obtener **sinergias** entre ellos.



6. A nivel institucional es clave mantener el apoyo e impulsar un **marco legal más favorable** a la inversión, permitiendo plazos más largos, agrupación de servicios y contratación por objetivos y modelos de compra pública innovadora.



9. La **plataforma** debe ser **abierta, estándar e interoperable** para conseguir mayor escala, una evolución flexible a menores costes, y asegurar que se desarrolle plenamente el **ecosistema innovador** en torno a la *smart city*.



7. Para asegurar la **sostenibilidad** de estos proyectos, es imprescindible involucrar al **sector privado**, apalancándose en sus conocimientos, capacidades y recursos, generando **nuevos modelos de negocio**.



10. Facilitar **datos abiertos** permite la mejora y desarrollo de nuevos servicios por parte de empresas y ciudadanos, que permite **generar valor** a través de los datos.

Figura 4. Decálogo de la Smart City. Pres de Seisdedos (2015).

Adicionalment, donat el paper central del ciutadà en la definició del concepte de Smart City, l'èxit del projecte requereix que conegui, participi i reclami els canvis compromesos. És necessari crear un context propici al voltant d'aquesta transformació i generar una il·lusió que predisposi al canvi efectiu i la participació.

De fet, resulta imprescindible una visió de ciutat compartida per tots els agents, que situï el ciutadà en el centre com a contribuïdor actiu. Altrament també és una condició rellevant traçar un pla d'acció a llarg termini (8-10 anys). Tot això implica un coneixement i procés d'assimilació per part de tota la ciutadania del que realment suposa implementar mesures Smart City. A continuació es mostra la resposta dels ciutadans quan se'ls demana al respecte del seu coneixement del concepte Smart City:

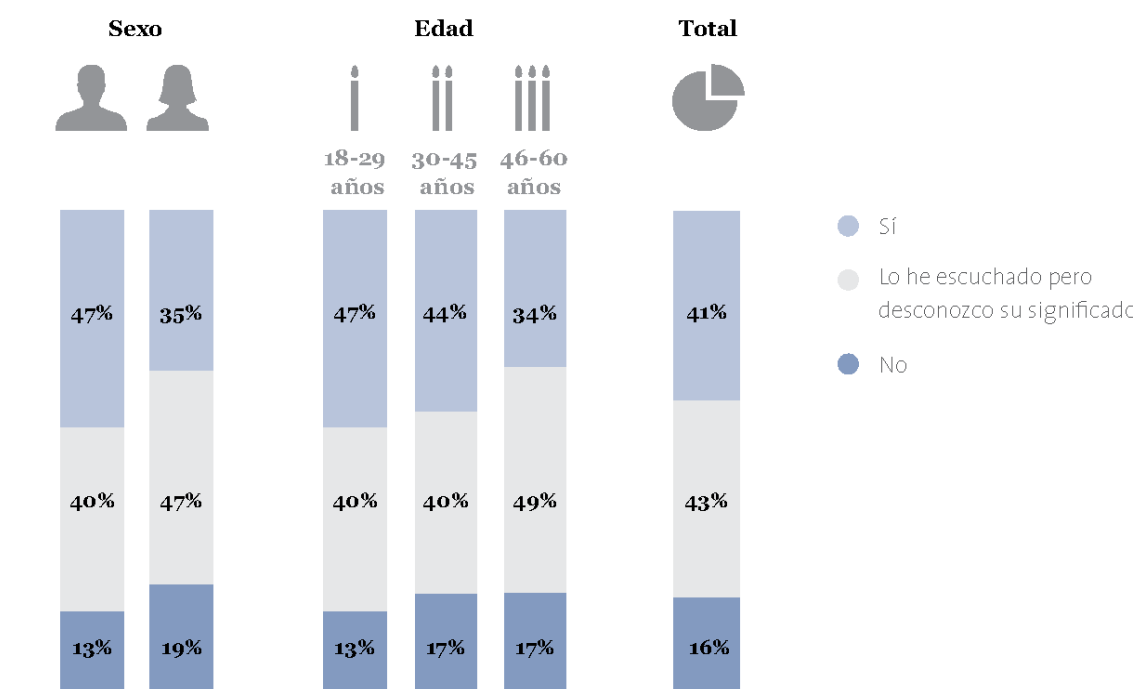


Figura 5. Índex de coneixement del concepte Smart City. Pres de Seisdedos (2015).

Smart City implica un model de gestió liderat per cada ajuntament. No obstant, les competències en l'educació, que és un dels serveis públics bàsics, corresponen en gran mesura als governs autonòmics y al govern central, motiu pel qual els ajuntaments tenen molt poc marge d'actuació en aquest àmbit.

És precisament per aquest motiu, que la implantació d'aquesta proposta didàctica pot resultar molt profitosa per molts municipis i pels seus habitants: pot suposar una modesta contribució des del propi sistema educatiu, amb un retorn positiu i innovador dins cada comunitat. Mentre es comença a formar els joves en la implicació envers al seu entorn immediat, es poden proposar i impulsar des dels centres educatius iniciatives que es poden posar a la pràctica, amb la col·laboració de l'administració local dins l'entorn dels estàndards Smart City.

Aquesta és de fet, la idea principal del projecte: impulsar una relació bidireccional entre el centre educatiu, que forma alumnes d'una manera innovadora dins un entorn STEAM, mentre l'ajuntament en retorn, pot aprofitar aquesta feina provinent d'una part clau de la ciutadania, la comunitat educativa al complet (alumnes, docents i famílies) per començar a transformar el lloc on viuen en una Smart City.

3.2.2 Projecte Smart City i les disciplines STEAM

Dins la referència del marc Smart City, cada equip docent responsable de dur a terme aquesta proposta, ha de començar un acurat procés de planificació del Projecte per assegurar l'èxit. Aquesta planificació haurà de tenir en compte múltiples factors:

- l'entorn físic i la situació del centre
- la situació i el projecte educatiu del centre
- les disciplines STEAM i els aspectes curriculars que han de treballar
- les preferències dels alumnes a l'hora de dissenyar les activitats
- el grau d'implicació dels departaments
- dotació i recursos dels que es disposen, etc.

FACTORS CLAU		Grau de desenvolupament	Viabilitat	Disciplines STEAM	Continguts curriculars
Govern	Transparència				
	Fiscalitat				
	Eficiència en els serveis				
	Eines TIC				
Mobilitat	Connectivitat i transport local				
	Connectivitat regional				
Sostenibilitat	Contaminació (aire i aigua)				
	Gestió dels recursos naturals				
	Instruments de protecció mediambiental				
	Edificació intel·ligent				
	Eficiència energètica				
Població	Participació ciutadana				
	Nivell sociocultural				
Economia	Diversificació de la indústria				
	Turisme ecoeficient				
	Clústers verds				
	Recolzament a l'economia verd				
	Incentius fiscals i ajudes				

Taula 2. Plantilla d'ajuda per la planificació del projecte STEAM Smart City.

La Taula 2, servirà com a plantilla per decidir quines activitats i tasques STEAM de l'amplíssim ventall que existeix es trien per ser desenvolupades, alhora que es duu un control de com s'equilibra l'ensenyament STEAM amb el elements curriculars.

Seria de gran utilitat també fer-se preguntes com ara, i també traslladar-les als alumnes:

- com voldríem canviar la ciutat des de l'escola?
- què podríem incorporar com a millores per a la teva ciutat, barri o poble?
- per a què podem utilitzar de les tic, programes informàtics i simuladors?
- quines parts del centre o voltants voldríem replantejar (instal·lacions, espais interiors, espais exteriors, voltants, mobiliari urbà, vegetació)?
- com podem incentivar la implicació de les famílies i de l'entorn proper?

A fi i efecte de contextualitzar una possible proposta, es fa la proposta i donar-li un enfocament més concret a la proposta, l'autor del treball proposa el centre on va realitzar el període de pràctiques docents del MFP. l'IES Joan Maria Thomàs que abasta un àmbit no tan sols d'una barriada, sinó varies, sobretot les de Son Oliva, Camp Redó, Amanecer i Plaça de Toros i nuclis disseminats de la zona Nord de Palma



Figura 6. Plànol de l'entorn de l'IES Joan Maria Thomàs. Pres de Ajuntament de Palma (2016).

A continuació, es fa una classificació prèvia de les matèries i els temes que es volen abastar relacionant-les amb la seva disciplina STEAM intrínseca, i interrelacionant-les amb les secundàries. És del tot possible que una matèria estigui relacionada amb dues o més disciplines STEAM completament per igual.

3.2.2.1 Science:

- biologia (regne vegetal) **A** Arquitectura passiva, paisatgisme.
- escala humana **M** Distàncies, proporció espais, mob. urbà
- éssers vius i bioritmes **T** Enllumenat, ritmes circadianis.
- temperatura **T E M** Control solar, eficiència energètica.
- ones **T E A** WIFI, cobertura mòbil, GPS, Apps.

3.2.2.2 Technology:

- Bloc 1. TIC WIFI, xarxes de comunicació. **E M**
- Bloc 2. Instal·lacions en habitatges i urbanes:
 - Instal·lacions d'un habitatge i domòtica. **E M**
 - Instal·lacions urbanes:
 - Enllumenat, aigua, clavegueram, etc. **T E**
 - Estalvi energètic en un habitatge. **T M**
 - Arquitectura bioclimàtica. **S T E A**
- Bloc 4. Control i robòtica Sistema de semàfors intel·ligents. **S M**
- Bloc 6. Tecnologia i societat. (Adquisició d'hàbits que potenciïn el desenvolupament sostenible)
 - Mitjans de transport privat (cotxe, bicicleta, patins):
 - Dotació de punts de càrrega elèctrica. **T E M**
 - Rutes diferenciades. **E M**
 - Millora de cruïlles. **E A M**
 - Transport públic:
 - Anàlisi i propostes de millora. **S E M**
 - Funcionament App MobiPalma. **S M**

3.2.2.3 Engineering:

- Materials:
 - De construcció convencional. **T**
 - Innovadors per instal·lacions urbanes:
 - Col·lectors solars a pàrquings. **T A M**
 - Pintures fotovoltaïques. **T A M**
 - Bioconstrucció. **S T A**
- TIC (T):
 - Modelat del projecte amb SketchUp i l'ús de l'AR amb Aumentaty creator+Scope (programari lliure). **T A M**
 - Creació de xarxes alambriques i inamambriques. **S T**
 - Geolocalització Satèl·lits. **S E M**

3.2.2.4 Arts:

- Paisatgisme **S** estètica i composició
- Disseny urbà:
 - Mobiliari urbà. **T E M**
 - Vials. **E M**
 - Edificació. **E M**
 - Espais verds i places. **S T M**
- Color. **S**
- Elements singulars Patrimoni, monuments.

3.2.2.5 Maths:

- Equacions lineals i sistemes d'equacions lineals de primer grau:
 - Càlcul de consums d'aigua i electricitat. **T E**
 - Càlcul d'àrees i distàncies. **A T E**
 - Càlcul de velocitats **S T E**
- Teoria de grafs Anàlisi i millora de la connectivitat en general.
- Modelitzacions matemàtiques. **T E**
- Raonament matemàtic abstracte i lògica.

3.3 Activitats i tasques

Com ja s'ha mencionat amb anterioritat, el disseny dels activitats i tasques del que s'aniran realitzant al llarg del projecte, s'haurà d'adaptar les circumstàncies de cada centre i les seves peculiaritats i necessitats específiques.

La present proposta està pensada per alumnes que probablement mai han utilitzat l'AbP ni l'aprenentatge STEAM, i per tant s'haurà de pautar la introducció progressiva, començant amb elaboracions més guiades per acabar amb feines en les quals el docent només faci de companyant i assessor.

De la mateixa manera s'anirà incrementant la quantitat de disciplines i matèries involucrades simultàniament segons convengui a la marxa del projecte i del procés d'aprenentatge.

La llista d'activitats i tasques no pretén completa ja que el disseny al detall de cada activitat i tasca s'hauria de fer conjunta per part de l'equip docent. S'explicarà doncs una mostra seqüenciada d'un conjunt d'elles, cadascuna amb una graella on es concretarà una sèrie de ítems:

- Enunciat
- Tipus metodologia emprada
- Procés previst
- Punt desitjat d'arribada
- Relació de les disciplines STEAM treballades i els aspectes curriculars

3.3.1 El problema de los ponts de Königsberg

Segons figura a Societat Balear de Matemàtiques (2006), "A la ciutat de Königsberg, Prússia, hi ha una illa anomenada Kneiphof, envoltada per dos braços del riu Pregel. Hi ha set ponts que travessen els braços dels rius. La qüestió consisteix en determinar si una persona pot fer una passejada de tal manera que passi per cada un dels ponts una sola vegada. Mentre uns negaven

la possibilitat de realitzar-ho, altres ho dubtaven, però ningú no sostenia que fos realment possible.’

Leonhard Euler (1736).”

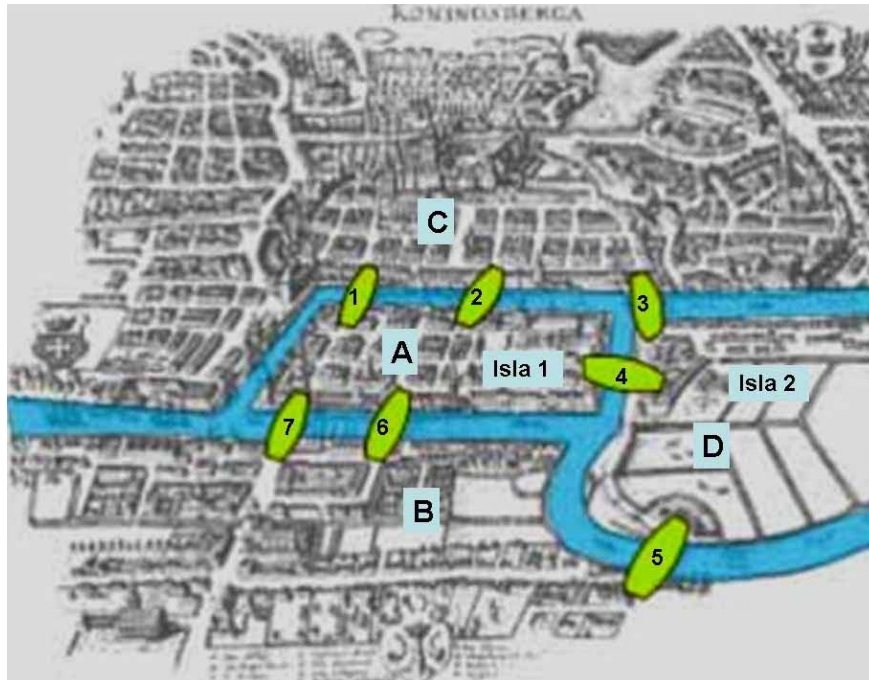


Figura 7. Plànol de Königsberg on vivia Euler. El trastero de Palacio (2011)

A continuació es deixa temps per resoldre el problema. Es pot arribar a resoldre utilitzant el raonament abstracte i el mètode assaig i error. Es deixa que temps per la discussió i es segueix amb atenció per part dels docents.

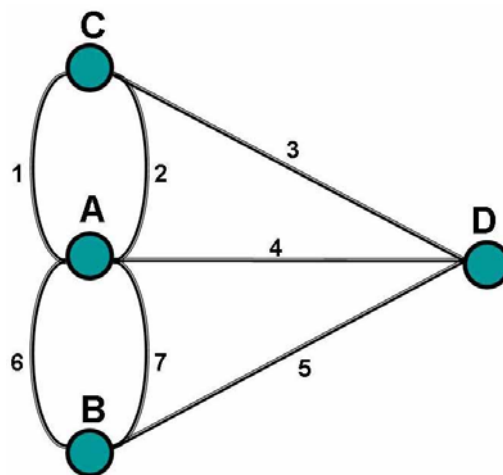


Figura 8. Solució al problema mitjançant la Teoria de Grafs d'Euler. Presa de El trastero de Palacio (2011)

Arribat el moment es demana si es pensa que pot haver un mètode generalitzable. Es fa una investigació usant una eina TIC amb connexió a internet. I se expliquen les bases de la teoria de grafs d'Euler i les seves aplicacions pràctiques, com l'anàlisi de connectivitat a la ciutat, entre d'altres. S'aplicarà més endavant aquest mètode per l'anàlisi de la connectivitat actual de l'IES JMT, i estudiar possibles millores.

Nom tasca: El problema de los ponts de Königsberg Data: / /		STEAM				
		S	T	E	A	M
Enunciat / pregunta / repte	Pot una persona pot fer una passejada de tal manera que passi per cada un dels ponts una sola vegada?				X	X
Metodologia	Aprenentatge basat en Reptes					
Procés previst	-Croquis del problema -Ús del raonament lògic -Discussió	X			X	X
Punt desitjat d'arribada	Resolució del repte (Estudi millora connectivitat)					
Elements curriculars	Objectius					
	Continguts				X	X
	Criteris d'aval				X	X
	Comp. clau	Ling <input checked="" type="checkbox"/> Mat <input checked="" type="checkbox"/> TIC <input checked="" type="checkbox"/> AaA <input type="checkbox"/> Soc <input checked="" type="checkbox"/> Inic <input type="checkbox"/> Cult. <input checked="" type="checkbox"/> Int Med <input type="checkbox"/>				
Observacions						

Taula 3. Plantilla genèrica de disseny de la activitat aplicada a "El problema de los ponts de Königsberg".

3.3.2 Millora dels transports: Interseccions per a tots

L'estudi dels transports i la seva eficiència i sostenibilitat, és un aspecte clau del model Smart City. A l'àmbit físic de l'IES JMT, i en general a tota Palma, existeixen molts aspectes a millorar.

D'una banda, s'ha d'estudiar el model actual del sistema de transport de manera quantitativa a Palma o l'àmbit de l'IES JMT. Tal com es detalla a Ciudad de

México (CDMX), Secretaría de Seguridad Pública (2018), un model a seguir seria aquest:

- a) Peatones; en especial personas con discapacidad y movilidad limitada
- b) Ciclistas;
- c) Usuarios del servicio de transporte público de pasajeros;
- d) Prestadores del servicio de transporte público de pasajeros;
- e) Prestadores del servicio de transporte de carga y distribución de mercancías.
- f) Usuarios de transporte particular automotor y motociclistas.

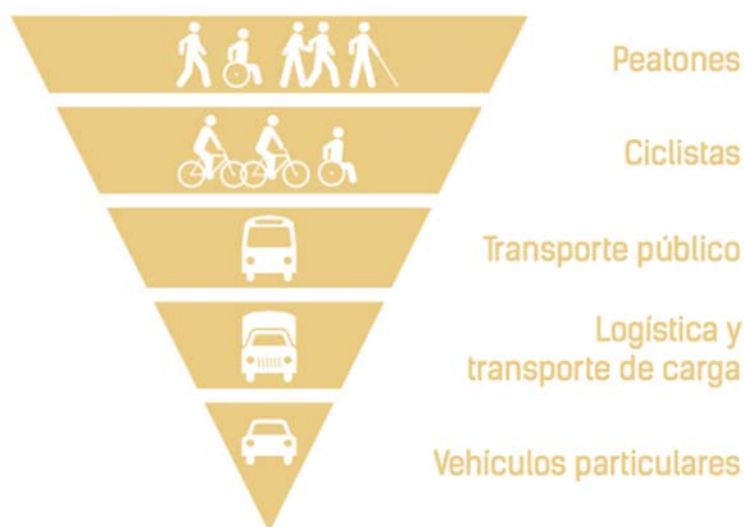


Figura 9. Piràmide de la mobilitat municipal de Ciudad de México. Presa de Ciudad de México (CDMX), Secretaría de Seguridad Pública (2018).

La Figura 9, descriu de manera gràfica un model de transport urbà més saludable, més sostenible i més ecològic. Els alumnes haurien de comparar en aquest estadi, la realitat de l'anàlisi realitzat, amb aquest model per discutir diferències i mesures concretes de millora a l'entorn del JMT.

Altrament, després d'aquesta activitat, es proposarà elaborar fer un anàlisi qualitatiu del sistema de transports. Com està format per moltes maneres diferents de mobilitat urbana, la de la coexistència a ciutat esdevé crucial, sobre tot en els aspectes relacionats amb la seguretat i funcionalitat. Al ser però, un tema d'una gran complexitat, s'acotarà aquesta convivència al disseny de propostes de cruïlles Smart City. Es guiarà durant el procés d'investigació a l'alumnat per que puguin arribar a propostes semblants, o que contenguin elements com el que es proposen a ArchDalily México (2015):

1. Intersección elevada

El diagrama inicial de este artículo corresponde a una intersección elevada y que requiere que las superficies de las calzadas involucradas en un cruce tengan la misma altura que las aceras. (...)



Figura 10. Intersecció elevada. Presa d'ArchDalily México (2015)

2. Extensión de las aceras

Si las esquinas de las aceras se hacen curvas y se extienden por sobre la calzada, el campo visual de los automovilistas y de los peatones es mayor. (...)



Figura 11. Extensió de les voreres. Presa d'ArchDalily México (2015)

3. Intersecciones protegidas

(...)

- Aumentar el ancho de las veredas en las esquinas para que sean refugios para los peatones (...).
 - Poner una barra de tope en las esquinas para que los ciclistas sean vistos por los automovilistas.
 - Separar los cruces de los ciclistas y de los peatones en las esquinas. Visto desde el centro de la intersección, el cruce para bicicletas es el más cercano.
- Poner señales de tráfico para los ciclistas.

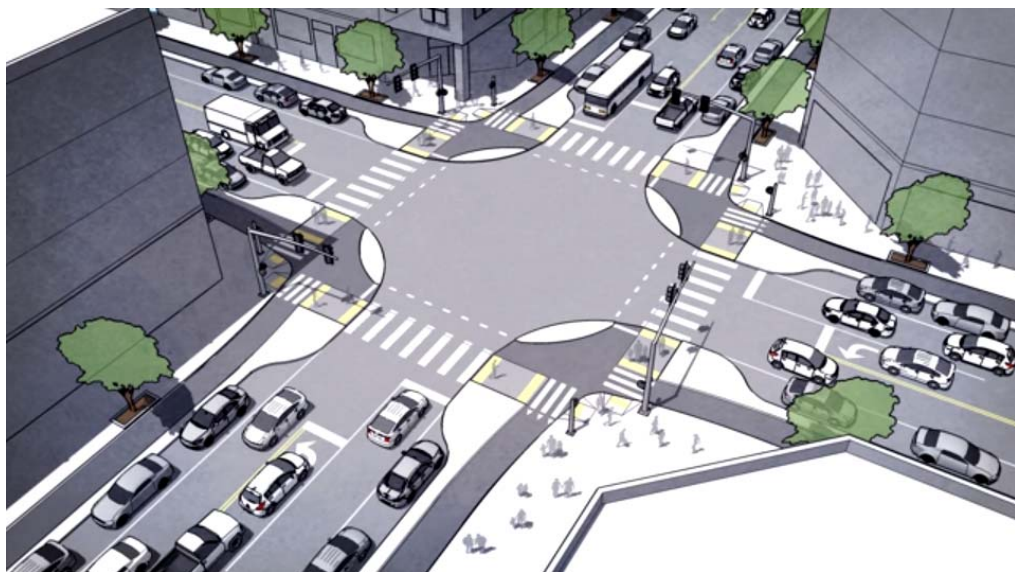


Figura 12. Interseccions protegides. Presa d'ArchDalily México (2015)

4. "Ergo Crosswalk"

Es bastante común que los peatones no caminen hasta las esquinas para cruzar una calle. (...) esto se debe a que la extensión de las líneas no tienen una ruta lógica de desplazamiento debido a que no están pensadas en sus usuarios principales, quienes tienen la preferencia de desplazamiento en los espacios público según la Pirámide de Jerarquía Movilidad Urbana. (p. 1)

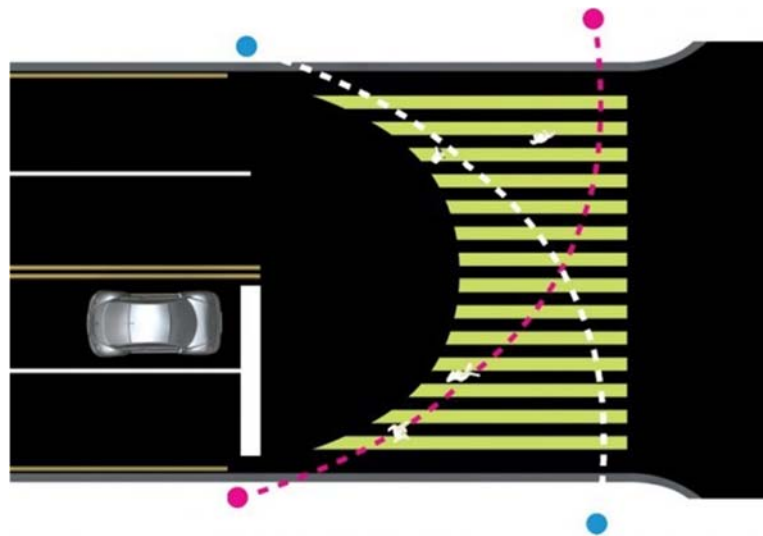


Figura 13. Ergo Crosswalk. Presa d'ArchDailly México (2015)

Dins d'aquesta tasca multidisciplinària STEAM, donarem cabuda a una part molt relacionada amb les arts, llançant aquesta pregunta que es formula el dissenyador Christo Guelov a Dis-up! (2016):

Per què un pas de vianants deu tenir sempre el mateix patró gràfic?

L'autor recorre a dissenys geomètrics simples animats per forts colors per fer-se propis diversos passos de vianants en un projecte que reflexiona en la relació entre l'art i l'espai públic i la planificació urbana. (p. 1)



Figura 14. Projecte Funnycross. Preses de Dis-up! (2016)

D'aquesta manera queda doncs caracteritzada una tasca que abasta múltiples aspectes de l'àmbit STEAM:

Nom tasca: Millora dels transports: Interseccions per a tots		Data: / /	STEAM				
			S	T	E	A	M
Enunciat / pregunta / repte	<ul style="list-style-type: none"> -S'adapta Palma al model de jerarquia de mobilitat de Smart City? -Es adequada la relació entre les diferents formes de mobilitat a Palma? -Són les cruïlles segures i funcionals? -Per què un pas de vianants deu tenir sempre el mateix patró gràfic? 	X	X	X	X	X	
Metodologia	AbR, AbP, IBSE						
Procés previst	<ul style="list-style-type: none"> -Anàlisi del model de jerarquia de TU -Investigació sobre interseccions segures -Discussió -Disseny de passos de vianants divertits 	X	X	X		X	
Punt desitjat d'arribada	<ul style="list-style-type: none"> -Millores per apropar-se a una jerarquia de TU segons el model proposat. -Disseny d'una cruïlla segura i funcional -Aplicar les arts a tot el procés 	X	X	X		X	
Objectius	(Enumeració dels principals Ob per matèria)						

Elements curriculars	Continguts	(Enumeració dels principals Co. per matèria)				X	X
	Criteris d'aval	(Enumeració dels principals CA per matèria)				X	X
	Comp. clau	Ling ☒ Mat ☒ TIC ☒ AaA ☒ Soc ☒ Inic ☒ Cult.☒.Int Med ☒					
Observacions							

Taula 4. Plantilla de la activitat aplicada a la “Millora dels transports: Interseccions per a tots”.

3.3.3 Modelat de la cruïlla amb SketchUp i Realitat Augmentada

Una de les tasques que s’haurien d’incloure a la presentació final del projecte seria el modelat 3D d’una de la cruïlla prèviament dissenyada, per tal de poder utilitzar l’AR () i poder gaudir d’aquesta eina TIC que està en pla desenvolupament des de ja fa anys, i que suposa el futur de moltes indústries.

Les eines utilitzades serien el SketchUp (programari lliure) per a elaborar el modelat i aplicar materials, i d’altra banda l’Aumentity Creator, que és una plataforma online (encara en versió beta) que permet guardar projectes i visualitzar-los mitjançant un dispositiu mòbil amb càmera i connexió a internet, i un patró de reconeixement, per moure el modelat lliurement. És també necessari instal·lar la App Aumentaty Scope al dispositiu mòbil. A les Figures 15, 16, 17 i 18 es mostra gràficament com funcionaria, prenent com a model una autocaravana disponible a la plataforma com a de lliure ús.

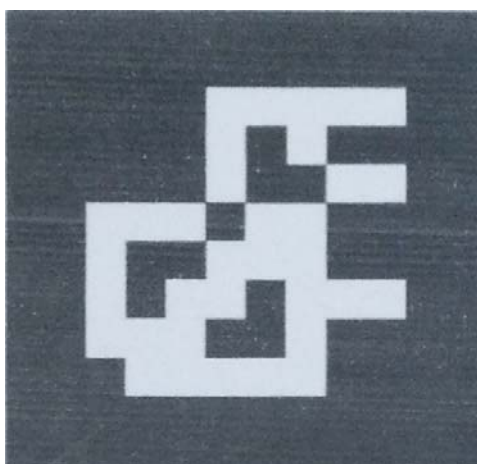


Figura 15. Realitat Augmentada. Patró de reconeixement.

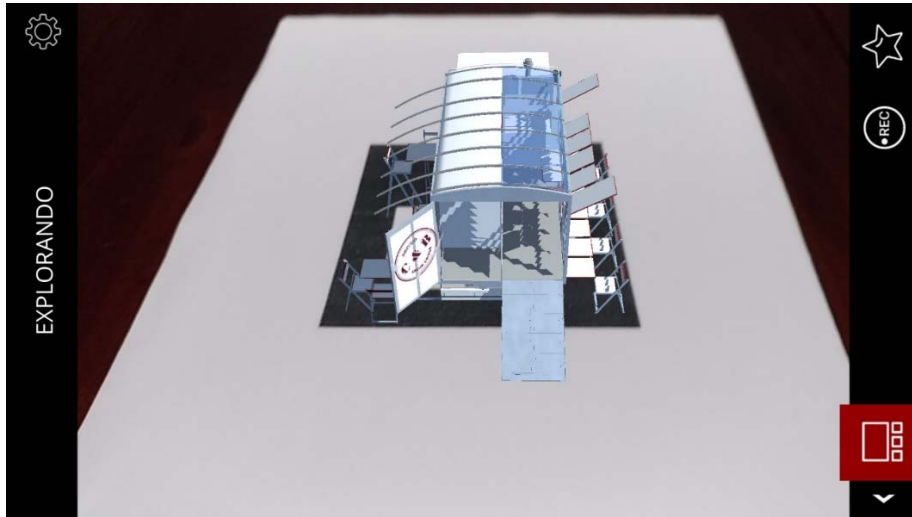


Figura 16. Realitat Augmentada, vista 1.

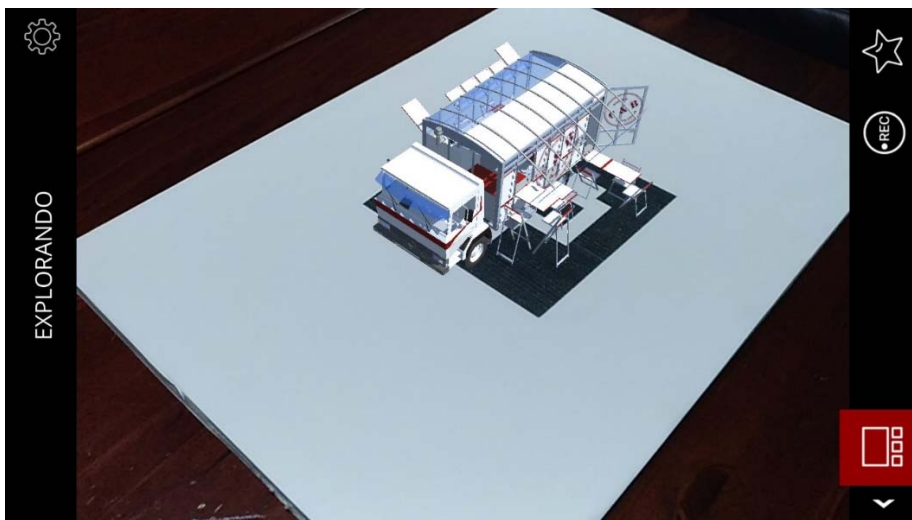


Figura 17. Realitat Augmentada, vista 2.



Figura 18. Realitat Augmentada, vista 3.

3.3.4 Altres tasques desenvolupables

Com ja s'ha comentat anteriorment, són inacabables les activitats i tasques que es poden dissenyar per a formar part del Projecte Smart City. Davant la impossibilitat de donar cabuda a totes elles, s'enumeren com a mínim per que quedi constància de la seva idoneïtat i interès com a elements a desenvolupar a l'àmbit Smart City STEAM:

- Color i llum a la ciutat (carrils fosforescents)
- Col·lectors solars: de les cobertes dels pàrquings als paviments
- El renou a on visc

3.4 Temporalització i seqüenciació

Al igual que a d'altres aspectes, la temporalització del cadascuna de les tasques i activitats desenvolupades dins del Projecte, s'ha d'intentar preveure a l'hora de fer el disseny global, per tal de tenir eines de control i reconduir possibles desviaments. En aquest sentit seria convenient ser flexibles i comptar amb plans alternatius per no afectar greument el resultat final.

Es recorda que és vital anar complint la totalitat dels aspectes curriculars que la legislació vigent contempla. La ubicació preferent dins el calendari escolar seria el darrer trimestre del curs, tot i que la durada potser diferent en funció de les peculiaritats de cada centre. Caldrà per tant, ser flexibles com sempre i fer una bona feina de planificació, per poder arribar amb èxit al final del procés, en que cada grup de treball presentarà una memòria escrita, i farà la exposició oral del seu Projecte.

A l'hora d'establir la seqüenciació de les activitats i tasques, es tindrà en compte fer un procés progressiu, realitzant en un primer estadi activitats una mica més guiades, per tal d'evolucionar tan aviat possible a un màxim d'autonomia.

Dins del marc dels models didàctics que proposa García (2000), faríem una evolució des del model didàctic tradicional, passant pel model didàctic tecnològic fins arribar al model didàctic espontaneïsta-activista, amb el qual es persegueix "educar l'alumne imbuint-lo de la realitat que l'envolta, des del convenciment que el contingut veritablement important per ser après ha de ser expressió dels seus interessos i experiències i es troba al l'entorn en que viu" (García, 2000, p.9)

3.5 Avaluació

L'Avaluació en STEAM comporta una sèrie d'avantatges, igual que en el procés d'aprenentatge. Tal com vàrem parlar amb anterioritat, un aprenentatge STEAM de qualitat és *de facto* AbP de qualitat. Donat que el procés serà una consecució d'activitats i tasques que acabaran en el lliurament d'un projecte al final de tot, l'avaluació s'anirà fent també tasca a tasca, activitat a activitat, per tal de poder controlar al màxim la marxa global del treball, i no deixar ningú pel camí.

En aquest sentit, donat que utilitzarem les eines i estratègies de l'Aprenentatge Cooperatiu, es farà per part de cada grup de treball una avaluació grupal i una altra individual, des de la perspectiva de la mencionada metodologia. Els docents per descomptat hauran de fer les seves pròpies avaluacions i el que és més important, fer un seguiment de que es van complint el criteris i estàndards

d'avaluació curriculars de cada assignatura de 4t d'ESO involucrada en el Projecte en cada moment del procés.

S'aporten a continuació la rúbrica individual i la grupal per a cada activitat o tasca.

Autoavaluació grupal:		Data:			
Valora els següents aspectes del treball en grup que has realitzat segons l'escala que s'indica	mai	poques vegades	Moltes vegades	sempre	
Ha sigut fàcil treballar en el grup perquè tots hem col·laborat					
L'actitud general ha sigut positiva, s'ha treballat amb il·lusió					
Cada alumne ha fet totes les tasques que li tocaven					
Ens hem ajudat molt uns als altres quan no nos sortia alguna cosa en el treball individual					
Les decisions de grup s'han discutit i acordat sense imposar l'opinió de cap alumne					
Les discussions han sigut constructives y calmades, ho ha hagut emprenyades, baralles, crits o insults					
Tots els components del grup hem aportat les nostres idees o comentaris					
Les idees que hem tingut han servit per muntar els reptes inclús més que les instruccions del guia					
El resultat de tots els treballs del grup ha sigut bo					
Hem aconseguit millors resultats gràcies al grup, i si haguéssim treballat tot sols el resultat hagués estat pitjor					

Taula 5. Rúbrica de autoavaluació grupal del treball cooperatiu

Autoavaluació individual:	Data:			
Valora los següents aspectes del treball en grup que has realitzat en el grup de experts segons l'escala que s'indica	mai	poques vegades	Moltes vegades	sempre
He col·laborat con els meus companys				
La meva actitud ha sigut positiva, el projecte m'ha mantengut il·lusionat				
He fet tot el que podia en el treball individual que m'ha tocat				
He ajudat als demés quan ho han necessitat, inclús quan no han demanat ajuda				
He acceptat las decisions del grup sense tractar de manar.				
Quan hem discutit una idea, he entès que no devia empenyar-me ja que havia d'arribar a un acord.				
He procurat parlar con la resta del grup i donar la meva opinió				
El resultat del meu treball personal ha sigut bo				
Gràcies a treballar en grup he après més i he fet millor el meu treball				
No tendria problema en tornar a treballar amb aquest grup o amb un altre qualsevol				

Taula 6. Rúbrica de autoavaluació individual del treball cooperatiu

3.6 STEAM i Atenció a la diversitat

La diversitat present avui en dia a les aules dels nostres centres és d'una extraordinària complexitat. Les discapacitats físiques i mentals, la immigració, les diferències culturals, els nouvinguts, etc. en formen part característica d'aquest escenari que hem d'acceptar com a normal. L'Atenció a la Diversitat és en realitat un camí, i no una objectiu en si mateixa. Es tracta d'eliminar les barreres a les persones que ho necessiten, per tal de facilitar-les el procés d'ensenyament-aprenentatge.

Segons Ainscow, Booth & Dyson (2006) "els principis del procés per eliminar barreres i fomentar la inclusió són tres: Presència, participació i progrés de tot l'alumnat a la vida escolar dels centres on estan escolaritzats, amb particularitats d'atenció a aquells més vulnerables".

I és aquí, on hem de fer esment de les possibilitats que ofereix fer un projecte STEAM com el que es proposa, per ajudar a eliminar aquestes barreres, degut a la proximitat amb l'alumne, a la cooperació entre membres del grup de treball i del grup aula, i al recolzament de tot l'equip docent, per donar un impuls vital i fer que l'experiència educativa sigui un fet agradable i positiu per tots.

4. Conclusions

Els objectius marcats a l'inici del present treball, es varen plantejar des d'una perspectiva amb un fort component teòric, però amb la finalitat d'acabar elaborant una proposta didàctica pràctica, realista i implementable dins l'àmbit curricular del sistema educatiu tant Estatal com de les Illes Balears, utilitzant una tipus d'aprenentatge innovador i multidisciplinari com és STEAM.

Després d'un procés d'investigació sobre el marc teòric en que es basa la proposta, s'arriba a la conclusió de que aquesta metodologia STEAM, és adequada per assolir un aprenentatge significatiu, i que a més és compatible i combinable amb d'altres metodologies molt acceptades i ja en ampli procés

d'implementació a les nostres Illes des de l'ensenyament a primària, com és l'Aprenentatge basat en Projectes.

D'altra banda, durant la recerca realitzada per abordar el disseny de la proposta, en la doble vessant de Projecte global, i també de seqüència d'activitats i tasques, he recopilat una gran quantitat de material que he hagut de filtrar adequadament per a oferir un resultat de qualitat. És remarcable en aquest sentit que precisament per això, es pot afirmar que la temàtica que serveix de fil conductor del Projecte, o sigui la Smart City, ofereix grans possibilitats per poder reutilitzar la proposta any rere any. L'urbanisme ens ofereix múltiples recursos i eines per variar les sessions i temàtiques tractades tot assolint els objectius curriculars, el domini dels continguts i treballant totes les competències clau. Tot això dins un marc d'aprenentatge que incentiva el pensament crític, la cooperació, facilita l'Atenció a la Diversitat i la implicació de les famílies.

En conclusió, es vol expressar la satisfacció amb el resultat i contribució efectuada mitjançant una proposta que integra una manera d'aplicar innovacions didàctiques concretes dins un àmbit d'aprenentatge multidisciplinari de les disciplines considerades de ciències, integrades amb les arts en sentit ampli. És també un desig, que aquesta proposta pugui ser de profit en la pràctica educativa, tant per l'autor del treball com per qualsevol altre docent que estimi la idoneïtat d'aquest Projecte Smart City i els mètodes proposats.

5. Referències

Ajuntament de Palma (2016, 3 d'agost). *PGOU '98*. Recuperat de https://urbanisme.palmademallorca.es/IMI/URBANISME/PRD/Planejament_urbanistic_pdf/Images%20PGOU-98/ORDENACIO_SOL_URBANITZABLE-RUSTIC/C-014-M.pdf

ArchDaily México (2015, 13 de juny). *Cuatro propuestas de diseño para construir intersecciones más seguras*. Recuperat de <https://www.archdaily.mx/mx/768167/cuatro-propuestas-de-diseno-para-construir-intersecciones-mas-seguras>

Article 11. Estructura i organització del segon cicle (15, maig de 2015) *Decret pel qual s'estableix el currículum de l'educació secundària obligatòria a les illes balears, 34/2015*. Recuperat de http://weib.caib.es/Normativa/Curriculum_IB/versio_consolidada/Versio_consolidada_Decret_342015_ESO.pdf

Buck Institute for Education (2018). *What is PBL?*. Recuperada de https://www.bie.org/about/what_pbl

Ciudad de México (CDMX), Secretaría de Seguridad Pública (2018). *Cultura vial*. Recuperada de http://data.ssp.cdmx.gob.mx/reglamentodetransito/cultura_vial.html

Dis-up! (2016, 16 de setembre). *Christo Guelov modifica el patrón gráfico de los pasos peatonales en su serie Funnycross*. Recuperat de <http://www.disup.com/christo-guelov-funnycross-pasos-peatonales-torrelodones-espana/>

El trastero de Palacio (2011, 1 de desembre). *Euler y los siete puentes de Königsberg*. Recuperat de <https://eltrasterodepalacio.wordpress.com/2011/12/01/euler-y-los-siete-puentes-de-konigsberg/>

Enerlis, Ernst and Young,& Ferrovial and Madrid Network. (2012). *Libro blanco Smart Cities*. Espanya: Imprintia.

Esteve, J. M. (2006). El sistema educativo ante la encrucijada del cambio social: una mirada hacia el futuro. *Monografias.com*, 18. Recuperat de <https://www.unrc.edu.ar/publicar/cde/2h3.html>

Fàstic (2013, 10 d'agost). *Els ponts de Königsberg*. Recuperat de <https://fastic.wordpress.com/2013/08/10/els-ponts-de-konigsberg/>

García, F. F. (2000). Los modelos didácticos como instrumento de análisis y de intervención en la realidad educativa. *Biblio 3w: revista bibliográfica de geografía y ciencias sociales*, (207), 1-12.

Land, M. H. (2013). Full STEAM ahead: The benefits of integrating the arts into STEM. *Procedia Computer Science*, 20, 547-552. Recuperat de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050913011174>

Martínez-Chico, M., López-Gay, R., Jiménez-Liso, M., & Trabalón, M. (2017). *Una propuesta integrada para la formación inicial de maestros: desde el aprendizaje de ciencias mediante indagación y modelización a la competencia para enseñar ciencias*. *Enseñanza de las ciencias, (Extra)*, 115-122. Recuperat de https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/22._una_propuesta_integrada_para_la_form.pdf

Miller, A. (2017, 25 de maig). PBL and STEAM Education: A Natural Fit. *Edutopia, George Lucas Educational Foundation*. Recuperat de <https://www.edutopia.org/blog/pbl-and-steam-natural-fit-andrew-miller>

Pinterest (2018). *La pirámide del aprendizaje, según didáctica que se aplique*. Recuperada de <https://i.pinimg.com/originals/43/94/1e/43941e8e6c8e3b825e245bc27a27069c.jpg>

Pujolàs, P. (2008) *Introducció a l'aprenentatge cooperatiu*. Material didàctic del Grup d'investigació sobre l'Atenció a la Diversitat (GRAD). Universitat de Vic, Vic, Espanya.

Robinson, K. (2010). *Changing education paradigms*. RSA Animate, The Royal Society of Arts, London. Recuperat de <https://www.youtube.com/watch?v=zDZFcdGpL4U&NR=1>

Sanders, M. (2008). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 4, 20-26. Recuperat de <https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf?sequence>

Sanders, M. (2009). Integrative STEM Education: Primer. *The Technology Teacher*, 68 (4), 20-26.

Seisdedos, G. (2015). *Smart Cities: La transformación digital de las ciudades*. Centro de Innovación del Sector Público de PWC e IE Business School.

Societat Balear de Matemàtiques (2006, 16 de març) *Els ponts de Königsberg*. Recuperat de <http://www.xeix.org/cultivar-la-mirada-matematica/Els-ponts-de-Konigsberg>

Root-Bernstein, R. (2008). Arts foster scientific success: Avocations of nobel, national academy, royal society, and sigma xi members. *Journal of Psychology of Science and Technology*, 1(2), 51-63.

Ruiz, F. (2017). *Diseño de proyectos STEAM a partir del currículum actual de Educación Primaria utilizando Aprendizaje Basado en Problemas, Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa*. *Aprendizaje Cooperativo, Flipped Classroom y Robótica Educativa*. Tesis doctoral publicada, Universidad CEU Cardenal Herrera, Valencia, Espanya. Recuperada de <https://core.ac.uk/download/pdf/132397061.pdf>

Tsupros, N., Kohler, R., & Hallinen, J. (2009). STEM education: A project to identify the missing components. Intermediate Unit, 1. *STEM Yaklaşımı ve Eğitime Yansımaları*, 285.

Vásquez , A. L. (2014). *Hacia un perfil docente para el desarrollo del pensamiento Computacional basado en educación STEM para la media técnica en Desarrollo de Software*. Tesi final de màster, Universitat EAFIT, Medellín, Colombia. Recuperada de https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/5139/AlbertoV%C3%A1squezGiraldo_2014.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Yakman, G. (2008). STΣ@M Education: an overview of creating a model of integrative education. *Proceedings*, 19, 335-358. Recuperat de <https://www.iteea.org/File.aspx?id=86752&v=75ab076a>

Yakman, G. & Lee, Y. (2012). Exploring the exemplary STEAM education in the U.S. as a practical educational framework for Korea. *Journal of Korea Association Science Education*, 32(6), 1072-1086.

6. Bibliografía

Robinson, K. (2011). *Out of our minds: Learning to be creative*. John Wiley & Sons.

Villarejo-Galende, Helena. (2015). Smart cities: una apuesta de la unión europea para mejorar los servicios públicos urbanos. *Revista de Estudios Europeos*. 66. 25-51.