

STEM bé?

Des de finals del S.XX se sent a parlar del terme STEM, però no ha estat fins a aquesta última dècada que el terme s'ha popularitzat en el món de l'educació i ha començat a ser rellevant a les escoles del país.

L'aprenentatge **STEM** (acrònim de **Science, Technology, Engeniering and Maths**) fa referència al desenvolupament de les àrees de Ciències, Tecnologia, Enginyeria i Matemàtiques, però no treballant-les de manera aïllada com s'havia fet tradicionalment, sinó de forma integrada i multidisciplinària. A les Escoles Garbí Pere Vergés també entenem així tots els aprenentatges, el nostre temps de treball global, igual que l'STEM, va sempre lligat a resoldre un repte treballant-lo de forma cooperativa.

La idea d'STEM ha anat evolucionant i, en els últims anys, s'hi ha afegit també una "A" relacionada amb el món de l'art, els valors i l'expressió; per tant, s'ha canviat el terme STEM per STEAM. Si entenem que en els aprenentatges hem de posar en joc els valors i la creativitat per solucionar els reptes en què ens trobem, i si la cura de l'expressió de qualsevol tasca que realitzem forma part de la nostra quotidianitat, sembla evident doncs, que la incorporació de la "A" era lògica i, pràcticament, inevitable.

Al 2008 [Gerogette Yakman](#) ens presentà la idea de "the arts" com un concepte molt ampli que inclou, a la mirada STEM, les ciències socials, les llengües i el que coneixem com a "belles arts". Aquesta nova concepció permet una visió completament integrada dels aprenentatges, que afavoreix estratègies i solucions creatives als reptes plantejats.

Així doncs, la pràctica STEAM implica una mirada interdisciplinària tal i com succeeix en la vida, on els avenços científics no es poden produir sense els avenços

tecnològics, i els avenços tecnològics ajuden i acompanyen els avenços científics. És per això que a l'escola cal treballar de forma integrada en els problemes o reptes que s'ofereixen als alumnes.

Tenint present aquesta mirada globalitzadora, hi ha diverses maneres de treballar sobre un projecte STEAM. Pot ser que una d'aquestes àrees sigui la dominant a l'hora de dur a terme el projecte i la resta siguin eines que ens ajudin a solucionar el repte plantejat, o bé, que totes hi estiguin equitativament representades.

Des de ben petits els podem situar davant de reptes que han de resoldre, per exemple, els alumnes de **2n de Primària** van dissenyar i construir casetes per als ocells del jardí com a producte final del seu projecte sobre els animals. Les matemàtiques en van ser el llenguatge universal que va aglutinar la resta d'àrees.



En el cas d'**Infantil**, aquest procés d'aprenentatge no està tan guiat, se'ls planteja el repte com una experimentació, pràcticament una provocació. Els materials que tenen en els "*ambients*" els ofereixen possibilitats per fer construccions a petita i gran escala. Plantejar-se com fer-ho perquè s'aguanti i no caigui, per poder-hi entrar dins, o perquè la construcció sigui com ells se la imaginaven; tots aquests petits reptes assenten les bases per a les fases posteriors

del procés de disseny i construcció.



En el moment en què plantejem als alumnes un repte que conté un procés tecnològic, en primer lloc, els alumnes han de dissenyar i planejar com el resoldran, i després han d'anar millorant i depurant el resultat mitjançant, no l'assaig i error, sinó l'assaig i la millora del seu producte; amb aquest procés obrim un ampli ventall de possibilitats educatives. Els alumnes estan motivats per millorar el seu resultat i aprenen que a la vida no sempre aconseguim el que ens proposem en un primer moment, sinó que sovint hem de canviar el pla encara que no canviem l'objectiu.

Un altre exemple, aquest trimestre els alumnes de **6è de Primària** han treballat un projecte sobre el circuit elèctric i havien d'elaborar jocs per als més petits de la casa. Alguns grups han elaborat pulsòmetres; altres, jocs a l'estil "connecta" on en posar en contacte dos elements relacionats s'encén una bombeta... Cada grup ha dissenyat i treballat sobre el seu joc. Alguns dels grups es va engrescar a construir un cotxe de joguina elèctric, fet que, com us podeu imaginar els ha portat a diferents reptes i aprenentatges. Un dels grups es va trobar que el motor que havien comprat necessitava una pila de més voltatge que la que tenien. Una vegada van descobrir que aquest era el motiu pel qual el seu circuit no funcionava, els va sorgir un altre dubte: *"Si hi posem moltes piles per aconseguir el voltatge que el motor necessita, el cotxe pesarà molt. El motor podrà arrossegar tot aquest pes?"* Altres grups

es van plantejar qüestions del tipus: “La fricció de les rodes del cotxe fa que avanci més lent del que em pensava, què puc fer? “La locomotora s’embala massa, com ho podem fer perquè avanci més a poc a poc?”



Els es plantegen els seus propis problemes i resolen els seus dubtes. El millor de tot és que, com diria [Melina Furman](#), els aprenentatges que fan els alumnes en aquest moment no són “Googlejables”, no poden trobar la resposta a Internet. Necessiten experimentar, fer servir tots els seus coneixements previs, la seva capacitat de deducció, la seva creativitat i el seu potencial per resoldre problemes, i decidir què fan. És aleshores que troben que problema els motiva, ja que se l’han plantejat ells mateixos i això fa que els sigui significatiu.

Tal i com contempla una de les nostres finalitats educatives, relacionada amb la competència científica i matemàtica, els alumnes resolen “*problemes quotidians utilitzant el raonament i seguint el mètode científic*”.

En aquest procés els mestres també han hagut d’aprendre, entre altres coses, a no tenir totes les respostes i haver de guiar els alumnes en el seu procés d’assaig i millora, tot ajudant-los a aconseguir els seus objectius.

A **Secundària**, a banda dels projectes interdisciplinaris, els quals anomenem “*projectes integrats*”, on hi ha també diferents situacions i reptes STEAM, tenim un altre espai d’aprenentatge, el projecte independent de Tecnologia en què

sovint, a partir del pensament computacional i la programació, es resolen diferents reptes. Per exemple, en un dels projectes plantejats se simulava un rescat de ferits després d'un accident de camió a l'AP7; o en un altre s'havia de reproduir els moviments d'un robot aspiradora. En Carlos Garcia, professor de l'Escola, va publicar el curs passat un article a la revista [Aula de Secundària](#) de Graó on explica aquests i altres projectes amb més detall.

A mida que els alumnes són més grans van treballant cada vegada en reptes més elaborats. Dins l'optativa d'STEAM, han mesurat les carreteres d'un parc natural. Per fer-ho, han triat uns punts que voregen el parc i han calculat les mesures de les carreteres mitjançant el teorema de Pitàgores. Una vegada han experimentat i aplicat el càlcul de mesures de les carreteres, han construït un mesurador d'angles i longituds que monitoraven amb unes plaques que transferien la informació a l'ordinador (plaques d'Arduino); així és com van calcular totes les mesures de les carreteres del parc. Paral·lelament, van treballar quines característiques han de tenir els Parcs Naturals per ser-ne considerats com a tal, van col·locar-hi les carreteres i van calcular-ne el cost que els generaria.

El fet de treballar les àrees de forma integrada és el que ens apropa a la quotidianitat i fa que els aprenentatges estiguin contextualitzats i tinguin sentit. En el nostre dia a dia, als reptes i situacions plantejats en els projectes de treballs no hi parcel·lem els coneixements per àrees tal i com es feia tradicionalment ja que, molt difícilment, haurem de gestionar o resoldre una tasca que estigui exclusivament relacionada amb física o amb tecnologia.

Per tant, l'escola ha d'oferir oportunitats d'aprenentatge interdisciplinari que ajudin els alumnes a solucionar reptes. Només així, tenim al certesa que els estem preparant per a la vida.

Què és això del pensament computacional?

Darrerament se sent a parlar molt del pensament computacional, de la importància de treballar-lo a l'escola des de ben petits, però es té clar què és i per a què serveix? S'ha de treballar amb ordinadors? Té a veure amb fer robòtica a l'escola?

Tothom comenta, i el nostre espai de coneixement no n'és una excepció, que vivim en un món canviant on les tecnologies ens estan guanyant terreny cada moment, on els infants tenen un mòbil i una tauleta al seu abast des de ben petits, i on, lluny de ser una moda, el futur es preveu cada vegada més tecnològic. És en aquest context que es considera importantíssim ser capaç de comprendre la tecnologia per poder utilitzar-la i treure-li el màxim partit possible.

El pensament computacional no només té a veure amb màquines, sinó amb la manera d'enfrontar-nos als problemes i a les tasques a realitzar. La Dra. Jannette M. Wing, presidenta i cap del departament de *Computer Science a Carnegie Mellon University*, és la primera persona que, ja a l'any 2006, va escriure un article on parlava de pensament computacional. Wing defineix el pensament computacional com la manera en què els humans solucionem problemes, no les màquines. Recalca que no es tracta de *“fer que les persones pensem com ordinadors, nosaltres som creatius i intel·ligents, mentre que les màquines són insípides i avorrides”*.

Per la seva banda Valverde coincideix amb Wing, i afegeix que el pensament computacional no és un sinònim de programar ordinadors, sinó que és una forma de resoldre problemes de

manera imaginativa. Evidentment, això està vinculat amb el pensament matemàtic abstracte i també amb el pensament pragmàtic, aquest més relacionat amb l'enginyeria; però sempre posa el focus en la idea de la resolució de problemes, aplicat a aspectes, múltiples i diferents, de la nostra vida quotidiana (Valverde, 2015).



El pensament computacional implica descomposar o desconstruir aquest problema en parts més petites, amb la finalitat que sigui més fàcil de resoldre'l. Però, també té present les iteracions, és a dir, repetir una acció fins que se'n compleixi una altre; la possibilitat de fer tasques o accions en paral·lel, i la resposta a esdeveniments; sempre tenint en compte opcions condicionals. Aquí podríem trobar analogies amb qualsevol problema del nostre entorn, de la mateixa manera que podríem trobar similituds entre anar a fer encàrrecs una tarda i programar un robot.

Per poder anar a fer encàrrecs, i especialment si són més d'un, necessitem tenir en compte i recopilar la informació necessària sobre els establiments on anirem i analitzar què necessitarem. A continuació, molt probablement, visualitzarem el camí més òptim i el descomposarem en petits trams: primer aniré a la farmàcia, després passaré per correus a recollir un paquet i finalment passaré per la fruiteria, així carregaré el pes em mínim temps possible. El que fem en aquest cas és un algoritme de trajecte, a través de la nostra seqüència ordenada de passos a seguir. Durant els encàrrecs però, podem

tenir també pesent la resta d'aspectes que comentàvem, per exemple, els paral·lelismes: mentre la farmacèutica busca el que li he demanat, llençaré els medicaments caducats a l'espai de reciclatge de la farmàcia; o els condicionals dins la nostra seqüència: si a correus hi ha gent fent cua, m'esperaré; si no hi ha ningú, passaré al mostrador perquè m'atenguin. I, evidentment, sense adonar-nos-en, tindrem en compte les iteracions, com per exemple caminar posant un peu davant de l'altre fins a arribar a l'establiment en qüestió.

En el cas del robot trobem uns passos similars: en primer lloc haurem de recopilar la informació necessària sobre què volem que el robot faci, per exemple, caminar per una línia, i analitzarem quina seria la manera més òptima, descomposant aquest problema en petites parts per fer-lo més senzill i poder entendre tot el funcionament del nostre robot.

Valorarem, doncs, que necessita fer voltes a les rodes mentre el sensor òptic detecti una línia blanca; aquí podem veure com té en compte les iteracions, el paral·lelisme d'accions i els seus condicionals. Podríem fer que el robot parés quan la línia blanca finalitzi i fer que el nostre robot doni resposta a un esdeveniment. Mitjançant l'assaig i error anirem provant el nostre algoritme de programació, que constarà d'una seqüència ordenada de passos a seguir. En aquest procés trobarem repeticions i descobrirem errades, fins anar-lo ajustant al màxim possible al nostre objectiu inicial (*Pensamiento Computacional, un aporte para la educación de hoy*).

Així doncs, a l'hora de resoldre un problema, desgranar-lo ens permet de trobar els diferents passos que ens ajuden a enfocar aquesta resolució. Ser capaç de recopilar i analitzar dades, de manera lògica i ordenada per treure conclusions, reconèixer patrons i poder generalitzar i aplicar resolucions a altres problemes són característiques pròpies del pensament computacional, però també ho són del pensament crític. Per tant, treballar des de la mirada de pensament computacional

ajuda a millorar aquesta habilitat de resolució a l'hora d'afrontar reptes de la vida quotidiana de manera lògica, ordenada, seqüenciada i crítica. El pensament computacional és, doncs, gairebé un llenguatge o una manera de pensar.

A més, el fet de treballar des de l'assaig i error fa que els alumnes vegin normal i de forma positiva el fet d'equivocar-se en el procés d'aprenentatge i de seguir provant per millorar la seva proposta inicial; així com els posa al centre de l'aprenentatge i fa que siguin ells mateixos qui construeixen i elaboren el seu pensament seqüenciat i algorítmic.

A les nostres escoles tenim clar que la competència digital i la seva alfabetització són de vital importància en la societat de demà. De la mateixa manera que durant els anys 80' i 90' es va introduir la informàtica i els ordinadors a les nostres aules, ara, sense perdre l'essència del projecte educatiu del mestre Pere Vergés, ho seguim fent tenint en compte els avenços i les noves necessitats del present i del futur i, a la vegada, entenem que la programació, i el pensament computacional en general, són una de les habilitats necessàries en el món tecnològic que ja ens envolta (Valverde 2015).

Resoldre creativament els problemes i, a més a més, entendre la tecnologia per poder-la fer servir amb el màxim partit possible són necessitats i deures de l'escola del segle XXI. Aquest fet queda recollit a les nostres finalitats educatives.

Tenim clar que és bàsic el fet de ser capaç de "resoldre problemes quotidians amb l'ús dels instruments més eficients", tot i tenint present sempre l'esperit crític per poder fer front al que Rushoff (2010) intentava transmetre en el títol del seu llibre: *Program or be programmed*.

El pensament matemàtic ha de servir per resoldre problemes de la vida quotidiana

El currículum escolar actual està basat en el desenvolupament de competències bàsiques, de manera que: “la finalitat de l’educació obligatòria és aconseguir que els nens i les nenes adquireixin les eines necessàries per entendre el món i esdevinguin persones capaces d’intervenir activament i crítica en una societat plural, diversa i en canvi continu que ens ha tocat viure” (Currículum d’Educació Primària de Catalunya, 2009, p. 6).

No hi ha dubte que les matemàtiques són, doncs, una eina imprescindible per entendre el món, però el tractament històric que se n’ha fet fa que socialment es vegin com una àrea abstracta i allunyada de la realitat.

A les Escoles Garbí Pere Vergés es concreten les competències en finalitats educatives, les quals dibuixen ideològicament el model de ciutadà que volem que esdevinguin els nostres alumnes. Una de les nostres finalitats educatives recull **el pensament matemàtic**, tenint en compte però, que aquest **ha de servir per “resoldre problemes de la vida quotidiana”, on el raonament i la prova, les conjetures i les comprovacions, siguin sempre presents com a part imprescindible per arribar a ser matemàticament competent.** Però, què entenem per ser matemàticament competent?

Al *Libro de Evocaciones (1947)*, el mestre Pere Vergés ja diu que **“les matemàtiques són un llenguatge universal per a les necessitats reals que ens proposa la vida. Per tant, l’ensenyament de les matemàtiques no ha de ser només el de l’aplicació d’una habilitat per a calcular, sinó un ensenyament global en la formació de l’alumne”**. Així doncs,

Pere Vergés, a l'Escola del Mar, ja tenia clar que les matemàtiques no es restringeixen als càlculs mecànics, i que la seva visió global i la seva comprensió són bàsiques i imprescindibles per a una posterior aplicació. La mecanització d'aquestes habilitats aniria en contra de la idea de ser competent. En la mecanització, els nombres deixen de tenir sentit i passen a ser vistos com un dibuix, sense dotar-los de significat.

Sovint hem sentit allò que les matemàtiques són difícils i complicades, que no s'entenen... Treballar-les primer més concretament, tocant-les i manipulant-les, sense passar directament al tractament abstracte, és bàsic per a la seva comprensió (J. Callís, 2010; J.A. Fernández Bravo, 2002). Com també ho és posar-les en context. Maria Antonia Canals ha estat els últims anys una clara referència en didàctica de les matemàtiques i afirma que és des del contacte entre l'acció física, la manipulació, i l'acció mental on sorgeix la conceptualització vinculada amb la realitat. Treballant des de la concreció, la manipulació i el context, els infants són capaços de dotar de significat els conceptes que, poc a poc, aniran treballant de manera més abstracta fins a arribar a poder fer generalitzacions que els permetran aplicar aquests conceptes en qualsevol altra situació. Fer el pas a l'abstracció, abans del que cada infant necessita, és contraproductiu i els provoca incomprendiments i angoixes. **Vetllar per la motivació dels alumnes, per la seva autoestima a l'hora d'enfrontar-se als aprenentatges i respectar els seus ritmes individuals és imprescindible i forma part de la nostra filosofia d'Escola.**

El projecte pedagògic de les Escoles Garbí Pere Vergés basa la seva didàctica en els principis psicopedagògics de l'aprenentatge actual, que situen **l'alumne al centre de l'aprenentatge, i és ell mateix qui construeix el seu propi aprenentatge amb l'acompanyament del mestre, com un guia en aquesta construcció.** A més, tal i com ja apuntava Pere Vergés,

entenem que els aprenentatges han de presentar-se de manera globalitzadora, i no segmentada, ja que és com els trobem a la nostra quotidianitat. D'aquesta manera, les matemàtiques es presenten com una eina útil i necessària per entendre el món. I és aquesta construcció pròpia dels conceptes, treballats en diferents contextos amb significat, la que portarà els nostres alumnes a poder discernir quan és necessari d'aplicar-los. Aquesta construcció pròpia és, per tant, bàsica per poder connectar coneixements i resoldre els problemes que es trobin fora de les nostres aules.



D'altra banda, tenint en compte l'evolució tecnològica i social actual, on tots portem un mòbil amb calculadora a la butxaca, es fa evident, ara més que mai, que l'ensenyament de les matemàtiques va molt més enllà que l'aprenentatge de càlculs. El càlcul mecànic, i més ràpid possible, deixa de tenir sentit, per això ja tenim la calculadora. Hem de deixar pas a les estratègies de càlcul raonades i amb sentit, que es comparteixen amb tots els companys per poder trobar entre tots les més útils, interessants i eficients. Aquestes estratègies són les que ens ajudaran a fer estimacions també raonades i amb sentit, tan útils a la vida diària.

En aquest context social i tecnològic és fa també palès que les tecnologies han d'estar al servei de l'educació per poder treure'n el màxim partit possible, sent conscients que són una realitat que ens acompanya en el nostre dia a dia. A les nostres escoles ja fa anys que apostem per aquesta inclusió de les tecnologies a l'aula, com a instruments que formen part, de manera natural, de la nostra societat actual.

Una de les branques que més força ha guanyat, arrel dels canvis tecnològics de les últimes dècades, és la interpretació i representació de dades, cada dia més propera a la nostra realitat. Diàriament som bombardejats pels mitjans de comunicació amb estadístiques i gràfics, amb informacions quantificables sobre qualsevol aspecte de màrqueting, política, o relacionat amb les pluges i temperatures dels últims dies. Una base matemàtica per poder interpretar-los bé és imprescindible per poder educar en l'esperit crític, i és, per tant, una obligació de les escoles del segle XXI. Amb relació a aquesta idea, Josep Callís i Albert Mallart (2009) exposen que cal entendre l'educació matemàtica *"com un conjunt de coneixements bàsics per formar ciutadans responsables i crítics davant d'una societat cada vegada més tecnificada"*.

Però, a més de tot el que relacionem amb **el càlcul i la interpretació i representació de dades**, no podem deixar oblidats altres aspectes de les matemàtiques com **la lògica, la situació espacial, la geometria o la mesura**. Totes elles són **imprescindibles per poder resoldre situacions quotidianes**. De la mateixa manera que **també ho és comunicar les idees seguides en els processos matemàtics fins arribar als resultats obtinguts**. Poder compartir-ho amb la resta de companys fa de les matemàtiques, com deia el mestre Pere Vergés, "un llenguatge universal per a les necessitats reals que ens proposa la vida".

Així doncs, a les Escoles Garbí Pere Vergés entenem que ser matemàticament competent vol dir ser capaç de **"fer**

abstraccions de la realitat per resoldre problemes de la vida quotidiana tot utilitzant el raonament matemàtic i la interpretació i representació de dades, seguint el mètode científic i l'ús dels instruments i estratègies més eficients".