
Orientacions sobre la introducció del pensament computacional en els centres educatius

Pla d'Educació Digital de Catalunya





Aquest document està subjecte a una llicència Reconeixement 4.0 de Creative Commons.

Se'n permet la reproducció, la distribució, la comunicació pública i la transformació per generar una obra derivada, sense cap restricció sempre que se'n citi el titular dels drets.

La llicència completa es pot consultar a <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Agraïments:

Juan González Martínez, Departament de Pedagogia, Facultat d'Educació i Psicologia, Universitat de Girona.

Norton Gusky, NLG-Consulting, LLC.

Rafel Meyerhofer Parra, Departament de Pedagogia, Facultat d'Educació i Psicologia, Universitat de Girona.

Eduardo Muntaner Perich, Departament de Pedagogia, Facultat d'Educació i Psicologia, Universitat de Girona.

Aileen Owens, director, ThroughlinesEdu LLC.

Marta Peracaula Bosch, Departament de Pedagogia, Facultat d'Educació i Psicologia, Universitat de Girona.

© Generalitat de Catalunya
Departament d'Educació i Formació Professional

Elaboració: Direcció General d'Innovació, Digitalització i Currículum.
Àrea de Cultura Digital

Edició: Gabinet Tècnic
1a edició: setembre de 2024

Índex

0. Glossari	5
1. Introducció	7
1.1. Què és el pensament computacional?	8
• 1.1.1. Resolució de problemes	9
• 1.1.2. Tipus i estratègies de pensament	9
• 1.1.3. Codificació	11
2. Marcs normatius de referència	13
2.1. Impuls del pensament computacional	14
• 2.1.1. Àmbit europeu	14
• 2.1.2. Àmbit espanyol	15
• 2.1.3. Àmbit català	16
3. El pensament computacional en l'educació	17
4. El pensament computacional en el currículum	20
5. Introducció del pensament computacional en els centres educatius	22
5.1. Estratègies de centre per treballar el pensament computacional ..	22
• 5.1.1. Comissió Digital de Centre	22
5.2. Orientacions organitzatives per introduir el pensament computacional a l'aula	24
• 5.2.1. Treball específic del pensament computacional	25
• 5.2.2. Integració en el coneixement d'àrees o matèries	25
• 5.2.3. En projectes transversals	26
6. Recursos i formació	27
6.1. Formació	27
6.2. Web del pensament computacional	27
6.3. Espai a la plataforma NUS sobre robòtica i programació	27
7. Aspectes clau	28
7.1. Què és el pensament computacional?	28
7.2. La vinculació del pensament computacional amb el currículum...	28

7.3. La robòtica com a estratègia per desenvolupar el pensament computacional	29
7.4. La importància del treball transversal i multidisciplinari per desenvolupar el pensament computacional	29
8. Bibliografia	31
9. Annex I. El pensament computacional en el currículum de Catalunya	34
9.1. Educació infantil	34
9.2. Educació primària	35
• 9.2.1. Matemàtiques	36
• 9.2.2. Coneixement del Medi Natural, Social i Cultural	37
9.3. Educació secundària	38
• 9.3.1. Biologia i Geologia	38
• 9.3.2. Física i Química	39
• 9.3.3. Matemàtiques	40
• 9.3.4. Tecnologia i Digitalització	41
• 9.3.5. Matèries optatives de l'ESO	43
9.4. Cicles formatius de grau bàsic	46
10. Annex II. Exemples d'activitats en què es desenvolupa el pensament computacional	48
10.1. Exemples de treball específic de pensament computacional	48
10.2. Exemple de treball integrat en el coneixement d'àrees o matèries	49
• 10.2.1. Exemple en l'àrea o matèria de Matemàtiques	50
10.3. Exemple d'introducció en projectes transversals	51
• 10.3.1. Projectes de centre	51
• 10.3.2. Amb la participació de diversos centres	57
11. Annex III. Models pedagògics en l'àmbit del PC	58
11.1. El model BBC	58
11.2. El model MIT	58
11.3. El model ISTE i CSTA	59
11.4. El model CAS	60

0. Glossari

Abstracció: estratègia per detectar les característiques generals rellevants d'un problema i deixar de banda, almenys temporalment, altres detalls.

Algoritme: conjunt ordenat de passos que se segueixen per resoldre un problema d'una manera determinada. Un mateix problema pot tenir molts algorismes diferents que hi donen resposta.

Bucle: conjunt d'instruccions que es repeteix un nombre determinat de vegades o segons una condició.

Codificació: escriptura d'un algoritme segons la sintaxi d'un llenguatge determinat.

Depuració: procés de provatura d'un programa informàtic per detectar i corregir els errors i/o millorar-ne l'eficiència.

Instrucció: indicació que es dona a un sistema de processament perquè realitzi una sola tasca.

Esdeveniment: acció que, en produir-se, permet l'execució d'altres seqüències d'instruccions en un programa informàtic.

Funció: en un programa informàtic, seqüència que es defineix amb un nom concret i que retorna algun valor, que es pot executar dins d'una altra seqüència.

Llenguatge de programació: conjunt de símbols i regles sintàctiques que permeten donar instruccions específiques a màquines, ordinadors o agents processadors (humans o màquines).

Operador: elements d'una instrucció que permeten avaluar i transformar valors matemàtics, lògics i textuais.

Paral·lelisme: forma d'execució d'un programa en què diverses seqüències es processen en el mateix moment.

Previsualització: en informàtica, procés en el qual se segueixen els passos d'una seqüència dissenyada per assegurar que fa la tasca prevista o per detectar-ne errors. Sol ser un procés que es fa mentalment, tot i que també pot ser útil apuntar valors per seguir millor la seqüència.

Procediment: en un programa informàtic, seqüència que es defineix amb un nom concret i que no retorna cap valor, que es pot executar dins d'una altra seqüència.

Programació: acció de dissenyar i codificar un algoritme utilitzant la sintaxi d'un llenguatge determinat.

Pseudocodi: llenguatge amb les característiques formals dels llenguatges de programació (repeticions, condicionals, etc.), però dissenyat per a la lectura dels humans i no de les màquines. Això permet que persones amb pocs coneixements de programació puguin entendre'n les seqüències.

Robòtica (en el camp educatiu): disseny, creació i/o utilització de màquines que realitzen moviments programats prèviament de manera automàtica, per resoldre problemes tot desenvolupant habilitats tecnològiques, pensament computacional, pensament crític i treball col·laboratiu.

Seqüència: conjunt ordenat d'instruccions.

Variable: elements d'una instrucció que permeten que el sistema emmagatzemi, recuperi o modifiqui dades.

1. Introducció

Sovint es veu el pensament computacional com una habilitat que pertany exclusivament a l'àmbit científic i matemàtic i molts docents d'altres àmbits no se senten motivats per conèixer-ne les característiques. En aquest document es mostra que hi ha un gran consens en l'àmbit europeu a afirmar que això no hauria de ser així.

Avui en dia és pràcticament impossible viure sense utilitzar tecnologia programada, com ara telèfons mòbils, ordinadors, caixers automàtics, màquines de venda automàtica, semàfors, portes automàtiques, cotxes i altres mitjans de transport o tots els aparells que s'utilitzen en medicina. Des que ens llevem fins que ens n'anem a dormir fem servir tecnologia que ha estat programada, potser sense adonar-nos-en.

Aquest fet habitual pot semblar intranscendent, però té implicacions. La manera com es programa aquesta tecnologia té impacte en el seu ús i, per tant, en les persones. Conèixer aquesta forma de programar, aquesta forma de pensar per poder programar dispositius, permet ser més conscients de les possibilitats, dels límits i dels riscos i, en conseqüència, comprendre millor el món.

És justament aquest l'objectiu principal pel qual s'impulsa el pensament computacional a l'educació, atès que permet que l'alumnat compregui millor el món que l'envolta i pugui prendre decisions amb més autonomia. Així, els infants i joves no només es limitaran a usar la tecnologia, sinó que tindran l'oportunitat de reflexionar sobre qui i per a què s'ha creat aquesta tecnologia. És així com l'alumnat desenvoluparà el pensament crític; i si l'alumnat comprèn el món que l'envolta, tindrà més eines per ser-ne crític i poder canviar-lo.

La mirada sobre el pensament computacional ha anat evolucionant i ha ampliat el seu abast de manera significativa. Actualment, el pensament computacional no es limita a permetre que una màquina faci el que el programador necessita, sinó que ha esdevingut una manera poderosa d'organitzar i de compartir idees; però també una forma d'expressar la creativitat, inclosos els àmbits artístics. De fet, el pensament computacional sobrepassa àmpliament la tecnologia i proporciona estratègies de pensament que s'apliquen en moltes situacions de la vida quotidiana en què la tecnologia no hi és present. Descompondre problemes, simular processos amb el pensament, reconèixer patrons o cercar solucions eficients són alguns dels processos que el pensament computacional ajuda a estructurar i que, molt sovint, apliquem en accions en què no utilitzem aparells digitals, com per exemple planificar un viatge, elaborar un recepta de cuina, escollir una ruta a seguir, etc.

Tenint en compte la importància que tenen aquests coneixements i aquestes habilitats és imprescindible incloure-les en l'horari lectiu. Només

així podrem garantir que tot l'alumnat els adquireixi i, per tant, que el nostre sistema educatiu, també en aquest aspecte, sigui més equitatiu.

Per comprendre les tecnologies digitals, tant el professorat com l'alumnat s'han de familiaritzar amb la programació. La incorporació del pensament computacional com a estratègia de pensament capacita per participar en un món digitalitzat, és a dir, s'ha d'aprendre a programar per no ser programat (Rushkoff, 2024).

1.1. Què és el pensament computacional?

El terme *pensament computacional* es comença a utilitzar a principis del segle XXI. En la primera referència, Jeannette M. Wing indica que «implica resoldre problemes, dissenyar sistemes i entendre el comportament humà, aprofitant els conceptes fonamentals per a les ciències informàtiques. El pensament computacional inclou una gamma d'eines mentals que reflecteixen l'amplitud del camp de la informàtica» (Wing, 2006).

Tot i això, trobem aproximacions anteriors com la de Papert (1993), que ja a finals dels anys setanta del segle passat, relacionava el pensament computacional amb la metacognició. A partir d'aquestes bases, diversos autors i organitzacions han anat modelant el concepte, sense arribar a cap consens clar. La mateixa Wing (2014) proposa definicions posteriors, com la que determina el pensament computacional com els processos de pensament que intervenen en la formulació d'un problema i l'expressió de les seves solucions de tal manera que un computador —humà o màquina— les pugui dur a terme de manera eficaç.

Actualment, es poden trobar moltes definicions i algunes de les quals fins i tot són contradictòries en algunes parts. Així, The Royal Society (2012) el defineix com un procés de pensament d'aspectes de la informàtica en el món que ens envolta, en què s'apliquen eines i tècniques de la informàtica per comprendre i analitzar els sistemes i processos tant naturals com artificials. D'altra banda, Denning (2017) el defineix com un procés de pensament pel qual es formulen problemes de manera que les seves solucions puguin ser representades com a passos computacionals i algorismes en un model computacional donat.

No és l'objectiu d'aquest document proposar una nova definició del pensament computacional. Tot i això, per tal de poder donar orientacions concretes i per proposar exemples d'activitats, s'indiquen tres aspectes fonamentals que formen part del pensament computacional. Alguns autors podrien posar objeccions a algunes de les interpretacions que es fan a continuació d'aquests aspectes, però cal marcar un significat comú mínim per poder avançar.

- **Resolució de problemes.** El pensament computacional s'orienta a resoldre problemes o necessitats. Aquests problemes no són només de caràcter informàtic o tecnològic, són problemes de molts àmbits diferents.
- Tipus i estratègies de pensament. El pensament computacional marca una manera concreta d'estructurar el pensament, amb un clar caràcter analític, tot organitzant i analitzant lògicament les dades, descomponent els problemes, reconeixent patrons, utilitzant l'abstracció i automatitzant solucions.
- **Codificació.** El pensament computacional pretén que la solució pugui ser executada per una unitat de processament, normalment un ordinador, tauleta, dispositiu mòbil o microprocessador. Per tant, tot i que es pot treballar el pensament computacional amb moltes altres estratègies, amb tecnologia o sense, el disseny de la solució té les característiques necessàries per poder ser executat per un ordinador.

A continuació, s'aprofundeix en cadascun dels aspectes esmentats per concretar-ne l'abast.

1.1.1. Resolució de problemes

La finalitat del pensament computacional és resoldre algun problema o necessitat, en el sentit ampli de la paraula de qualsevol àmbit, per exemple, repte, dificultat, automatització, expressió d'idees, transmissió de sensacions o emocions, entre d'altres.

Per arribar a la resolució, primer cal identificar clarament el problema. Aquest procés no sempre és senzill; per això cal enfocar el pensament computacional cap a la resolució de problemes, fet que implica determinar amb concreció la necessitat a donar resposta, tenir en compte els requisits, fixar els objectius que la solució ha de complir, i entendre i tenir en compte els condicionants dels recursos disponibles. També implica ser capaç de replantejar el problema, si cal, a partir del que es desenvolupa.

1.1.2. Tipus i estratègies de pensament

El pensament computacional utilitza estratègies diverses que no sempre constitueixen una seqüència temporal de passos a seguir. Aquestes estratègies s'adquireixen i s'usen en el moment adequat, segons el problema i la solució que es plantegi. Caldrà emprar-ne unes o altres per avançar cap a la resolució, tenint en compte que entre elles hi ha zones d'intersecció, però descriure-les separatament pot ajudar a comprendre-les millor i a imaginar maneres de treballar-les.

A continuació s'esmenten i s'expliquen les que tenen un consens més gran, malgrat que alguns autors hi donen matisos diferents, n'inclouen alguna més o no les incorporen totes.

- **Organització i anàlisi de dades.** Una part fonamental del pensament computacional és el treball amb dades. Comprendre què és una dada, detectar-les, adequar-les als formats disponibles, analitzar les dades necessàries, classificar-les, etc., permetrà fer-ne ús en la resolució del problema. Així, per exemple, en el problema de creació d'una animació interactiva, com ara una història del tipus «tria la teva pròpia aventura», serà necessari reconèixer les dades que es tenen (coordenades dels personatges, nombre d'opcions que s'ofereixen, enregistraments de veu que s'han de fer, interaccions que pot fer l'usuari...) i caldrà adequar-ne prèviament algunes per poder-les utilitzar.
- **Descomposició de problemes.** El pensament computacional no aborda els problemes complexos de manera global. Habitualment els descompon en subproblemes més senzills. A partir d'aquí, se cerquen solucions per a cada subproblema que permeten arribar a la resolució global. Continuant amb l'exemple anterior, per poder crear la història animada, caldrà descompondre el problema: definir el guió i els personatges, cercar imatges, enregistrar àudios, definir els moviments, programar l'animació concreta d'un personatge, etc.
- **Reconeixement de patrons.** Implica detectar similituds entre subproblemes o en processos en un subproblema que permeten abordar la solució de manera similar, de manera conjunta o de manera iterativa, per fer-la òptima i senzilla. En l'exemple, el pas de pantalla seguirà sempre el mateix patró o, almenys, un patró molt similar. L'usuari veurà dues opcions i n'haurà de seleccionar una, que canviarà la pantalla.
- **Abstracció.** Aquest procés implica detectar les característiques generals rellevants d'un problema i deixar de banda altres detalls, almenys temporalment. Això permet encarar les solucions de manera més eficient. Continuant amb l'exemple, identificar que cal enllaçar diferents pantalles a través de condicionals és un procés d'abstracció.

Com s'ha indicat a l'inici, aquestes estratègies no són independents entre si ni tenen una seqüència temporal fixa. En l'exemple que s'ha mostrat, l'abstracció i el reconeixement de patrons aniran molt lligats i se superposen. És més que probable que a l'inici es faci una primera descomposició del problema; però, segurament, aquesta descomposició tornarà a aparèixer després d'haver fet l'abstracció i el reconeixement de patrons, per resoldre cada una de les pantalles.

Ens trobem, doncs, davant d'estratègies que s'usen per resoldre el problema, i una part important del pensament computacional és aprendre quan i com fer ús de cadascuna.

1.1.3. Codificació

Segons el *Diccionari de la llengua catalana* de l'Institut d'Estudis Catalans, l'accepció del terme *codificar* en l'àmbit informàtic és aquesta: «Escriure (un programa informàtic) segons la sintaxi d'un llenguatge determinat», és a dir, concretar la resolució en una sintaxi concreta.

Aquesta sintaxi pot ser la d'un llenguatge de programació concret, com ara Python, JavaScript o PHP; però també poden ser sintaxis prèvies menys específiques, com ara un diagrama de flux o una estructura en un entorn de programació per blocs.

Disseny de l'algoritme

Si el programa que es vol escriure té una certa complexitat, caldrà fer un primer procés de disseny de l'algoritme, és a dir, determinar els passos a seguir en ordre lògic. Els diagrames de flux o l'escriptura en pseudocodi són processos que permeten aquest disseny de l'algoritme desvinculat del llenguatge de programació concret que s'utilitza.

En programes senzills, el procés de disseny de l'algoritme és pràcticament indissociable del procés d'escriure el programa en el llenguatge escollit.

Per poder fer aquest disseny de l'algoritme, previ a la programació dels dispositius, és important **previsualitzar** mentalment o de forma escrita el procés que s'haurà de seguir. Justament els diagrames de flux permeten reflexionar sobre aquesta visualització i optimitzar l'algoritme, en aquest cas, de forma escrita.

Aquest procés també es pot fer de manera mental, per exemple la programació dels robots compactes amb botons per programar seqüències. Abans d'introduir la seqüència que el robot ha de seguir, cal visualitzar mentalment el camí que s'espera que el robot segueixi. Aquest procés és aplicable a altres situacions sense utilitzar tecnologia, com ara per visualitzar el camí que seguirem per anar d'un lloc a un altre.

Elements de programació

Encara que cada llenguatge pugui tenir la seva sintaxi corresponent, en l'àmbit del pensament computacional, tots utilitzen elements molt similars per poder programar. Heus aquí aquests elements:

- **Instrucció:** indicació que es pot donar a un sistema de processament perquè executi una sola tasca.
- **Seqüència:** conjunt ordenat d'instruccions.
- **Algoritme:** conjunt de seqüències que duen a terme una tasca concreta o solucionen un problema.

En les seqüències, se solen utilitzar aquests tipus més bàsics:

- **Condicionals:** condicions específiques que, si es compleixen, permeten l'execució de part d'un codi.
- **Bucles:** seqüències d'instruccions que es repeteixen un nombre de vegades determinat o segons una condició.
- **Operadors:** permeten avaluar i transformar valors matemàtics, lògics i textuais.
- **Esdeveniments:** permeten que s'executin altres seqüències.
- **Definició i modificació de variables:** permeten que el sistema emmagatzemi, recuperi o modifiqui dades.
- **Procediments i funcions:** seqüències que es defineixen amb un nom concret per poder-les executar en una altra seqüència sense haver de tornar a copiar el codi.

En el moment de l'execució de les seqüències d'instruccions, aquesta pot ser:

- **En paral·lel:** si dues o més seqüències s'executen en el mateix moment.
- **Individual:** les seqüències s'executen una darrere de l'altra i poden estar enllaçades per esdeveniments o sincronitzades.

La figura següent sintetitza els aspectes sobre pensament computacional que s'han esmentat anteriorment.



Figura 1. Aspectes del pensament computacional

2. Marcs normatius de referència

Aquest document vol contribuir a orientar els centres educatius perquè l'alumnat assoleixi la competència digital. Segons el Decret 175/2022,¹ la competència digital implica «l'ús segur, saludable, sostenible, crític i responsable de les tecnologies digitals per al desenvolupament i benestar personal, per a l'aprenentatge, per a la feina, per a l'oci i per a la participació en la societat. Inclou la gestió de dispositius i aplicacions digitals (maneig, configuració, manteniment), l'alfabetització en informació i dades, la comunicació i la col·laboració, l'educació mediàtica, la creació de continguts digitals (inclosa la programació), la seguretat (inclòs el benestar digital i les competències relacionades amb la ciberseguretat), assumptes relacionats amb la ciutadania digital, la privacitat, la propietat intel·lectual, la resolució de problemes i el pensament computacional i crític» (p. 39).

Com es pot veure, la darrera frase fa referència explícitament al pensament computacional, a més d'esmentar la resolució de problemes.

Més concretament, el Departament d'Educació (2023) desplega la competència digital en competències específiques. Així, la competència específica 5 aprofundeix en el pensament computacional:

Primària: CD5. Iniciar-se en el desenvolupament de solucions digitals senzilles i sostenibles (reutilització de materials tecnològics, programació informàtica per blocs, robòtica educativa, etc.) per resoldre problemes concrets o reptes proposats de manera creativa i sol·licitar ajuda en cas necessari.

Secundària: CD5. Desenvolupar aplicacions informàtiques senzilles i solucions tecnològiques creatives i sostenibles per resoldre problemes concrets o respondre a reptes proposats, i mostrar interès i curiositat per l'evolució de les tecnologies digitals i pel seu desenvolupament sostenible i ús ètic.

En el cas de l'educació infantil, el Decret 21/2023² esmenta també el pensament computacional. Concretament, en l'eix 3, «Un infant que descobreix l'entorn amb curiositat», el món tecnològic forma part del seu entorn, i la competència 2, «Desenvolupar, de manera progressiva, diferents formes de raonament i procediments del pensament científic, a través de l'observació i la manipulació, per iniciar-se en la interpretació de l'entorn i respondre de manera creativa als diferents reptes i situacions», recull que «els processos propis tant del disseny del mètode científic com de les **habilitats de pensament computacional** s'iniciaran progressivament en aquesta etapa» (p. 33).

1. Decret 175/2022, de 27 de setembre, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica.

2. Decret 21/2023, de 7 de febrer, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació infantil.

Per tant, en el currículum actual i de manera transversal, s'impulsa l'adquisició del pensament computacional per part de tot l'alumnat.

2.1. Impuls del pensament computacional

Aquest impuls del pensament computacional no és una tendència exclusiva de Catalunya, sinó que és una recomanació europea. Alguns països tenen una llarga tradició i altres tot just comencen en els darrers anys.

En tot cas, tant des de l'àmbit europeu com des de l'àmbit espanyol s'impulsa el desenvolupament del pensament computacional i, més concretament, la programació informàtica.

Aquests referents europeus no defineixen el terme *pensament computacional*, però sí que en desglossen competències i van en la mateixa línia que s'ha descrit en l'apartat anterior: resolució de problemes, tipus i estratègies de pensament, i codificació.

2.1.1. Àmbit europeu

La competència digital que apareix en el currículum prové, entre d'altres, del projecte europeu DigComp, impulsat per la Comissió Europea. Aquest projecte defineix quines són les competències digitals que els ciutadans europeus haurien de tenir per poder-se desenvolupar en el món actual.

Aquest projecte es comença a gestar a finals de l'any 2010 i es publica per primer cop l'any 2013. Al llarg dels anys ha anat evolucionant i se n'han anat publicant diverses modificacions.

En la seva darrera versió 2.2, del març del 2022, defineix 5 àrees d'aquesta competència digital i les subdivideix en 21 competències. Una de les quals, concretament la competència 3.4, porta per nom «Programació» i la descriu així: «Desenvolupar seqüències d'instruccions aplicables a sistemes computacionals per solucionar un problema donat o executar una tasca determinada» (Vuorikari *et al.*, 2022).

Més enllà del DigComp, el mateix grup d'investigadors del Joint Research Centre de la Comissió Europea que havien definit aquest marc de referència va establir el 2016 un document marc de l'estat del pensament computacional. Posteriorment, l'any 2022 es va actualitzar amb la publicació del document *Reviewing computational thinking in compulsory education* (Bocconi *et al.*, 2022). Aquest estudi recopila evidències recollides mitjançant una revisió sistemàtica de les obres publicades, 1 enquesta amb representants dels ministeris d'Educació, 2 esdeveniments de consulta en línia i estudis de casos en profunditat en 9 països europeus

que inclouen entrevistes semiestructurades amb experts, responsables polítics, directors i directores d'escola, professorat, així com grups de discussió amb alumnat.

El document recull una anàlisi exhaustiva dels diferents currículums de 22 estats de la Unió Europea i de 8 estats europeus no membres, i explica els motius pels quals els estats han anat incorporant les habilitats de pensament computacional als currículums. Principalment en destaca 6:

1. Millorar les habilitats de resolució de problemes de l'alumnat.
2. Millorar les habilitats de pensament lògic de l'alumnat.
3. Millorar les habilitats de codificació de l'alumnat.
4. Millorar altres competències clau.
5. Incrementar l'ocupació de llocs de treball al sector digital.
6. Atraure més estudiants a carreres professionals científiques.

L'estudi també revisa l'estratègia per incorporar aquest pensament computacional en els currículums educatius. Com que no està demostrat que hi hagi una única estratègia correcta, generalment els estats opten per combinar diferents estratègies. Les principals són aquestes:

- Integració com a part d'una àrea o matèria pròpia, per exemple, en l'assignatura d'informàtica o en una assignatura pròpia de robòtica.
- Integració en el coneixement d'altres àrees o matèries, per exemple, treballant-ho com a part de matemàtiques o tecnologia.
- Integració interdisciplinària, en projectes transversals, o a través de totes les àrees o matèries.

Per tant, el primer marc important per impulsar el pensament computacional entre l'alumnat (i també entre els docents) dels centres de Catalunya prové de la Comissió Europea.

2.1.2. Àmbit espanyol

El currículum actual vigent especifica encara més aquesta competència digital sobre programació i la concreta tant per a primària com per a la secundària obligatòria.

D'altra banda, el Govern d'Espanya va crear el juliol del 2023 un programa específic, anomenat Código Escuela 4.0³ per impulsar la programació

3. Resolució de 5 de juliol de 2023, de la Secretaria d'Estat d'Educació, per la qual es publica l'Acord de la Conferència Sectorial d'Educació de 7 de juny de 2023, pel qual s'aprova la proposta de distribució territorial i els criteris de repartiment dels crèdits gestionats per comunitats autònomes destinats al programa Código Escuela 4.0, en l'exercici pressupostari 2023.

entre l'alumnat. La contextualització d'aquest programa especifica que cal que l'alumnat, com a part del procés de desenvolupament de la seva competència digital, tingui l'oportunitat, entre altres, d'iniciar-se en la programació informàtica, mitjançant l'ús de llenguatges de programació adaptats al seu nivell maduratiu. Això implica, per tant, una nova alfabetització que li permetrà aproximar-se i comprendre la lògica interna del funcionament del medi digital en què viu, que, davant la velocitat en què es produeixen els canvis, seran habilitats imprescindibles per a la ciutadania en els propers anys.

Per tant, el segon marc per impulsar el pensament computacional entre l'alumnat dels centres de Catalunya prové del Govern espanyol.

2.1.3. Àmbit català

Finalment, el Pla d'Educació Digital de Catalunya (PEDC) posa molt èmfasi en el fet que l'alumnat assoleixi les competències digitals i, sense especificar explícitament el pensament computacional o la programació, estableix que cal aconseguir que els centres planifiquin l'assoliment d'aquesta competència, fent-ne la gradació i creant instruments d'avaluació, assegurant l'equitat i la inclusió i reduint les diferències de gènere quant a les vocacions.

Lògicament, la competència específica 5 del currículum, anteriorment anomenada, forma part d'aquesta competència digital que el PEDC impulsa.

A més, com es mostra en el capítol 4, a part del tractament transversal d'aquesta competència, el currículum de diferents àrees i matèries fa referència explícita al treball del pensament computacional a les aules.

3. El pensament computacional en l'educació

El pensament computacional permet a l'alumnat pensar d'una manera diferent a l'hora de resoldre problemes, analitzar els temes quotidians des d'una òptica diferent (Lee *et al.*, 2011), desenvolupar la capacitat de descobrir, crear i innovar (Allan *et al.*, 2010) i comprendre el que la tecnologia pot oferir.

La recerca constata que el pensament computacional es pot aplicar en contextos que afavoreixen el desenvolupament de la competència digital, habilitats socioemocionals, habilitats comunicatives i el treball col·laboratiu (Gurises Unidos, 2017). També permet millorar l'esperit emprenedor, la iniciativa, la creativitat i el lideratge (Posada, 2017).

D'aquesta manera, l'habilitat per a la resolució de problemes es pot fomentar en l'aplicació d'estratègies que utilitzen eines tecnològiques, que motiven i que potencien la creativitat. L'alumnat, mitjançant activitats interactives i eines efectives (Barrera i Montaña, 2015; Diago i Arnau, 2017), enforteix els processos lògics que permeten el modelatge correcte. Altres estudis, com els duts a terme per Gurises Unidos (2017), sostenen que les tecnologies són un element de motivació per als aprenentatges que afavoreix les accions orientades a transformar l'educació de nens, nenes i adolescents.

La introducció del pensament computacional en l'educació formal ha de ser un procés progressiu. A l'etapa d'educació infantil es pot introduir com un joc, especialment a través de la robòtica, en què l'alumnat utilitza el descobriment per programar el recorregut que fa un robot compacte, o a través del pensament computacional desendollat, en què l'alumnat experimenta amb el propi cos, objectes físics i descobrint l'entorn.

No oblidem que en el currículum d'educació infantil es fa menció explícita al pensament computacional, en concret a l'eix 3, competència 2, on diu (p. 33):

Els processos propis, tant del disseny del mètode científic com de les habilitats de pensament computacional, s'iniciaran progressivament en aquesta etapa, mitjançant l'exploració i la investigació, la formulació i comprovació d'hipòtesis, el plantejament de diferents solucions, la descomposició d'una tasca en altres de més senzilles, la interrelació de diferents coneixements, el desenvolupament de l'aprenentatge per causa-efecte, la presa de decisions per assaig-error i el plantejament d'idees i solucions creatives i originals.

En etapes posteriors, es pot sistematitzar més la introducció del pensament computacional.

De fet, Forlizzi *et al.* (2018), en les tres etapes posteriors per a l'aprenentatge de les habilitats del pensament computacional, identifiquen les característiques següents:

- 1. Educació primària.** En aquesta etapa s'anima l'alumnat a fer preguntes i a descobrir algunes idees bàsiques de tecnologia computacional en la seva vida quotidiana i explorar-les. Poden dedicar-se a activitats endollades o desconnectades.

Els mestres de primària introdueixen el PC amb metodologies com l'aprenentatge ludificat, aprendre fent, aprendre dels errors, el treball col·laboratiu i el pensament de dissenyador (*design thinking*).

En el treball per projectes, principalment amb continguts científicotecnològics, comencen amb codi per interaccionar amb objectes reals i/o virtuals. Desenvolupen activitats de caràcter pràctic i ludificades combinades amb robots i programació en blocs. L'alumnat passa de ser usuari passiu de la tecnologia a creador de tecnologia. Aquest tipus d'activitats fomenten les discussions mestre-alumnat i alumnat entre ells mateixos i potencien l'aprenentatge entre iguals.

- 2. Educació secundària obligatòria.** En aquesta segona etapa es pretén que l'alumnat creixi en autonomia. S'espera que aprengui més sobre l'organització de les dades i el concepte d'algorisme, desenvolupi el pensament abstracte i adquireixi noves habilitats específiques i interdisciplinàries. Les tasques de programació poden tenir un paper clau en aquest sentit.

Els currículums de secundària se centren en la resolució de problemes i les habilitats del pensament lògic. Es promou l'autonomia de l'alumnat, la personalització de l'aprenentatge i l'aprenentatge basat en projectes, ludificació, treball col·laboratiu, (pensament de dissenyador) *design thinking*, programació en parelles.

Tant a primària com en els primers cursos de secundària els professors posen èmfasi a valorar el fet d'aprendre de l'error.

Considerant les habilitats, característiques i actituds associades al pensament computacional (Basogain *et al.*, 2015; Grover, 2018; Lamprou i Repenning, 2018), amb la introducció en el currículum, l'alumnat pot entendre com funciona la tecnologia i participar com a usuari responsable, expressar i compartir idees utilitzant la tecnologia i també com a creador de solucions a problemes o necessitats de la vida real. La presència del pensament computacional permet treballar competències digitals, matemàtiques, científiques, tecnològiques, socials i cíviques, emprenedoria, aprendre a aprendre i comunicatives.

A tall de resum, en l'esquema següent es mostra la relació entre el pensament computacional, les habilitats, els elements de robòtica i les metodologies actives.

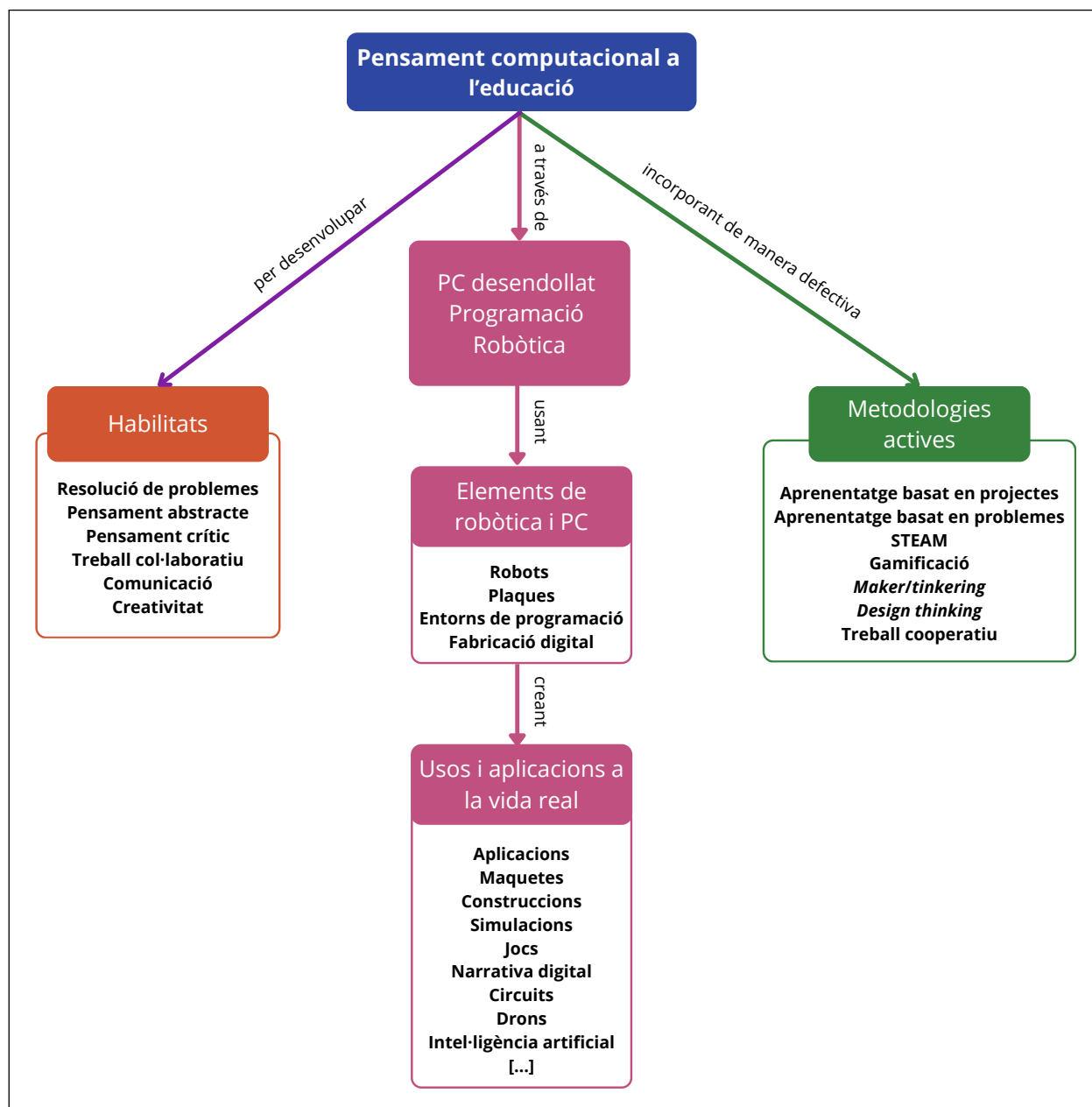


Figura 2. Relació del pensament computacional amb habilitats, robòtica i metodologies actives

4. El pensament computacional en el currículum

Com s'ha vist en el capítol 2 d'aquest document, el currículum actual d'educació infantil i educació bàsica destaca el caràcter transversal de la competència digital i, per tant, del pensament computacional.

A més a més, algunes àrees i matèries l'incorporen de manera específica en les seves competències específiques i/o en els seus criteris d'avaluació. Habitualment aquesta introducció es fa des del punt de vista de la seva utilització més que no pas del seu desenvolupament específic.

És evident que aquests dos processos no es poden separar, ja que estan lligats intrínsecament. Si en una àrea o matèria s'aplica el pensament computacional per desenvolupar alguna competència específica, l'alumnat reforça les habilitats de pensament computacional que ja tenia i, molt probablement, les millorarà.

Però és important marcar aquest èmfasi en la utilització concreta, perquè el currículum indica en quines competències no hauria de faltar el pensament computacional, però deixa a criteri de cada centre la manera de desenvolupar el pensament computacional en si mateix.

En el capítol 5 es mostren propostes concretes d'organització i exemples d'activitats per ajudar els centres a trobar les diferents estratègies.

En tot cas, el fet que el currículum d'alguna àrea o matèria indiqui la necessitat d'aplicar el pensament computacional en competències concretes fa que el centre hagi d'anar desenvolupant una seqüenciació transversal per poder donar-hi resposta.

En l'annex II es poden consultar en detall totes les competències i criteris d'avaluació de totes les àrees o matèries en què s'esmenta o s'aplica el pensament computacional.

En la figura 3 es pot veure un resum de l'annex II (en color groc s'indiquen les matèries que són optatives).

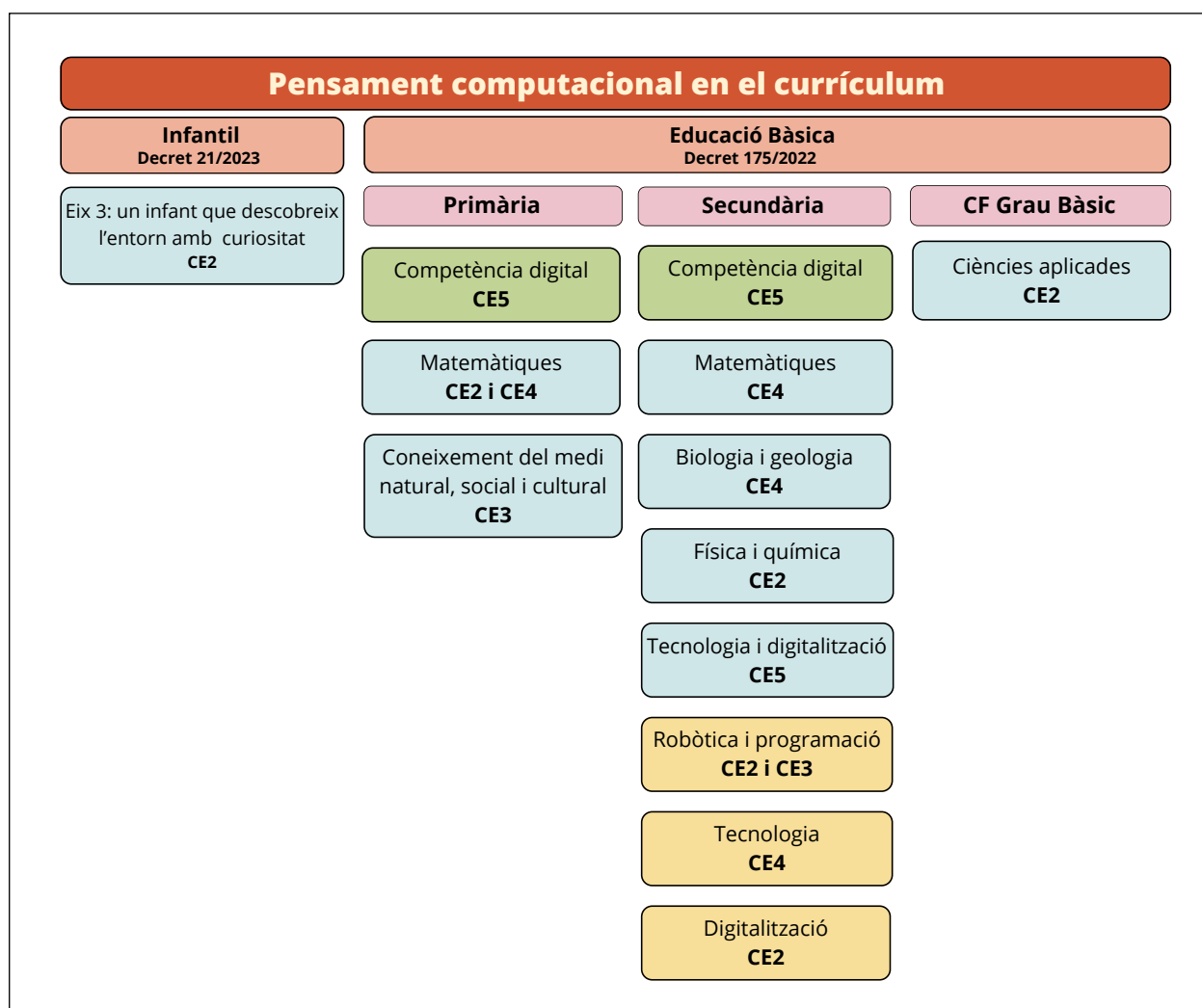


Figura 3. El pensament computacional en el currículum

5. Introducció del pensament computacional en els centres educatius

5.1. Estratègies de centre per treballar el pensament computacional

En els centres educatius, la coordinació entre docents, tant del mateix nivell com de la resta de nivells, és imprescindible perquè l'alumnat assoleixi les competències. Pel que fa a les que no estan vinculades a una àrea o matèria específica, encara es fa més palesa la necessitat d'aquesta coordinació. És el cas de la competència en pensament computacional, dins de la competència transversal digital.

És ideal que amb la resta de competències transversals, cal que tot el claustre acordi i tingui present la seqüenciació del desenvolupament del pensament computacional. Cal tenir en compte, però, el punt de partida de cada centre.

En els centres en què la introducció del pensament computacional estigui en un estadi inicial, és recomanable començar a introduir activitats puntuals, per tal que els docents i l'alumnat s'hi comencin a familiaritzar, abans de pensar en una seqüenciació completa per a tots els nivells.

En els centres en què aquesta introducció estigui molt basada en un nombre molt reduït de docents, és interessant estendre aquesta expertesa a altres docents per poder **assolir acords consensuats**.

En els centres en què el pensament computacional ja estigui implantat i un nombre significatiu de docents ja l'hagin introduït, pot ser un bon moment per revisar tot el que es fa, seqüenciar els objectius d'aprenentatge sobre el pensament computacional per a tots els nivells i, si s'escau, millorar les activitats que es duen a terme.

En tot cas, per assegurar la millora d'aquesta competència en l'alumnat, caldrà que cada centre vagi avançant des del punt on es trobi.

5.1.1. Comissió Digital de Centre

La Comissió Digital de Centre es defineix com l'equip encarregat de definir i implementar l'estratègia que vol seguir un centre en relació amb les tecnologies digitals, amb la finalitat que l'alumnat, els docents i el centre assoleixin el nivell més alt possible de maduresa i competència digital des d'una perspectiva d'innovació i de millora contínua.

Per tant, hauria de ser aquesta comissió, juntament amb l'equip directiu, qui analitzés el tractament del pensament computacional que es fa al centre i, a partir d'aquí, establir els passos a seguir, en el marc de revisió de la seva estratègia digital de centre.

La comissió ha d'establir unes línies a seguir per assegurar que aquesta part de la competència digital també es treballa i l'alumnat progressa en el seu assoliment. A més, la formació de l'equip docent és una base fonamental, ja que si no hi ha docents formats en pensament computacional, difícilment es podran fer grans avenços.

Un cop els docents es comencin a formar, caldrà tenir en compte alguns aspectes per poder marcar aquestes línies de centre:

- El treball que ja s'està fent al centre de la competència digital 5.

Cal recordar que aquesta competència a primària està definida de la manera següent: *Iniciar-se en el desenvolupament de solucions digitals senzilles i sostenibles (reutilització de materials tecnològics, programació informàtica per blocs, robòtica educativa, etc.) per resoldre problemes concrets o reptes proposats de manera creativa i sol·licitar ajuda en cas necessari.*

I a secundària: *Desenvolupar aplicacions informàtiques senzilles i solucions tecnològiques creatives i sostenibles per resoldre problemes concrets o respondre a reptes proposats, i mostrar interès i curiositat per l'evolució de les tecnologies digitals i pel seu desenvolupament sostenible i ús ètic.*

- El material de què disposa el centre, especialment, de robòtica. La robòtica és una opció motivadora per a l'alumnat per introduir i treballar el pensament computacional.
- El programari que es preveu utilitzar en cada nivell, perquè tot el professorat vagi coordinat i l'alumnat no tingui dificultats d'adaptar-se a entorns canviants.

Quan el professorat del centre ja té certa experiència en el treball del pensament computacional a l'aula i ja s'han tingut en compte aquests aspectes esmentats anteriorment, és recomanable, igual que amb la resta de competències digitals, **seqüenciar els aspectes a treballar**, és a dir, decidir *qui*, *quan* i en *quines àrees/matèries* s'introdueixen els sabers específics relacionats amb la programació, i de quina manera aquests sabers específics es van recuperant i combinant en altres àrees o matèries.

5.2. Orientacions organitzatives per introduir el pensament computacional a l'aula

Com s'ha apuntat en el capítol 4, en qualsevol competència transversal cal diferenciar l'assoliment d'aquesta competència transversal de les oportunitats d'assoliment que proporcionen altres competències.

Si ens centrem en el pensament computacional, cal diferenciar:

- L'aprenentatge dels fonaments del pensament computacional: instruccions, seqüències, algorismes, variables, etc.
- L'aprofitament per millorar l'assoliment de les competències específiques d'àrees o matèries concretes.

En moltes ocasions, aquests dos processos tenen lloc de forma quasi simultània i és difícil separar l'un de l'altre; però en altres, especialment quan es comença a introduir el pensament computacional, cal separar-los per tractar-los de manera independent.

Quan l'alumnat comença a tenir un aprenentatge consolidat, és molt senzill aprofitar-lo per facilitar-ne d'altres; per exemple, si l'alumnat ha après a editar vídeos, encara que sigui de manera senzilla, això li serà molt útil per fer documentals, curtsmetratges o per treballar l'expressió oral. Fent aquestes activitats, l'alumnat reforça i amplia el seu aprenentatge d'edició de vídeos i la seva competència d'expressió oral.

Però si l'alumnat no ha treballat mai l'edició de vídeo, caldrà pensar els processos separatament, és a dir, com es treballarà l'edició de vídeo perquè ho pugui aplicar en una situació concreta.

Amb el pensament computacional passa el mateix. En algunes ocasions pot ser necessari un treball previ per poder aplicar-lo en un moment posterior per facilitar el treball d'altres competències.

A continuació es mostren algunes propostes organitzatives per introduir el pensament computacional a l'aula, tant per assegurar l'aprenentatge dels fonaments del pensament computacional com per al seu ús en l'assoliment d'altres competències.

Les propostes no són excloents entre si i, per tant, és habitual trobar en un mateix centre diverses d'aquestes propostes utilitzades simultàniament.

Cada centre ha de triar les que millor s'adeqüin al seu context, a les seves metodologies i a les característiques dels seus docents.

5.2.1. Treball específic del pensament computacional

A fi d'avançar en aspectes concrets, especialment de codificació, pot ser útil organitzar moments específics per treballar el pensament computacional, per exemple, activitats per aprendre a moure's en l'entorn de programació, a utilitzar diferents blocs o seqüències.

Molts centres de primària opten per organitzar racons específics de pensament computacional, fer desdoblaments o dedicar un temps concret a fer un taller de pensament computacional (setmana de la robòtica, etc.).

La participació en concursos de robòtica pot ser un element motivador que implica també el treball específic a través de reptes o missions que es poden vincular a continguts curriculars i es poden treballar en diferents franges horàries, agrupaments flexibles, etc.

Alguns centres de secundària també poden utilitzar les hores de gestió autònoma per definir moments en què l'alumnat treballi específicament el pensament computacional, tot i que el més habitual és fer-ho en matèries concretes o en matèries optatives.

És usual que en aquestes franges horàries dedicades al desenvolupament específic del pensament computacional es treballin aquests aspectes entre altres:

- El pensament computacional desendollat.
- El desenvolupament de jocs o narratives digitals a plataformes com Scratch (com ara laberints, jocs com el Pong, etc.).
- L'ús de plataformes específiques amb un pla preestablert per desenvolupar el pensament computacional i l'aprenentatge de la programació per blocs (com Code.org i Light Bot).
- La proposta de diferents activitats o reptes que l'alumnat haurà de resoldre amb la utilització d'eines de programació.

5.2.2. Integració en el coneixement d'àrees o matèries

El pensament computacional també es treballa en matèries específiques, ja que el currículum així ho marca, tal com s'ha mostrat al capítol 4. A primària, especialment a Matemàtiques i a Coneixement del Medi Natural i Social; i a secundària, en Matemàtiques, Tecnologia i Digitalització, Física i Química, Biologia i Geologia i en assignatures optatives.

A més de treballar específicament el pensament computacional, també és útil per treballar altres competències específiques d'aquestes assignatures.

En altres assignatures en què el pensament computacional no s'esmenta explícitament en el seu currículum, també és molt útil introduir-lo, ja no només per contribuir a la competència digital 5, sinó per contribuir a l'assoliment de les seves competències específiques. Hi ha molts exemples de docents que aprofiten la robòtica i el pensament computacional en àrees com música, llengua, expressió artística o educació física.

Per poder fer aquesta introducció en àrees no tecnològiques cal que el professorat estigui prou format.

5.2.3. En projectes transversals

Una altra manera de treballar el pensament computacional —potser la més interessant— és la incorporació en projectes transversals. Utilitzar el pensament computacional i la robòtica per solucionar reptes, ja sigui com a part del producte final o com a part del desenvolupament, pot donar més sentit a alguns d'aquests projectes.

Aquests projectes transversals es poden dur a terme de manera integral, en franges horàries específiques que el centre hagi reservat amb les hores de gestió autònoma, o es poden treballar al llarg de les hores de les àrees o matèries, assignant una part específica del projecte a cada àrea o matèria.

En podem veure alguns exemples a l'annex 11.3, «Exemple d'introducció en projectes transversals».

6. Recursos i formació

Un dels elements cabdals per introduir el pensament computacional a les aules és la capacitat dels docents per mitjà de la formació específica o de la mateixa autoformació que han fet molts docents, cercant informació i pràctiques educatives, provant recursos i incorporant-los a l'aula en la seva tasca docent.

Des de fa temps que tant el Departament d'Educació i Formació Professional com altres entitats reconegudes de formació ofereixen cursos de desenvolupament professional del professorat en aquesta temàtica.

L'oferta d'activitats formatives és àmplia i va des de cursos de llenguatges per blocs, especialment Scratch i App Inventor, fins a cursos sobre pensament computacional o sobre llenguatges concrets de programació.

Tot i això, és igualment cert que altres docents encara són lluny del pensament computacional i, per tant, necessitaran iniciar-s'hi; per això el Departament d'Educació i Formació Professional continuarà impulsant materials, recursos i formacions sobre pensament computacional i robòtica.

A continuació es mostren alguns d'aquests recursos i iniciatives que s'estan duent a terme.

6.1. Formació

Espai del web de la XTEC en què es detallen tots els cursos que el Departament d'Educació i Formació Professional ofereix sobre cultura digital. Es poden trobar cursos en obert, cursos telemàtics i tota la resta de modalitats.

6.2. Web del pensament computacional

Web impulsat pel Departament d'Educació i Formació Professional per oferir materials didàctics i de formació.

6.3. Espai a la plataforma NUS sobre robòtica i programació

Espai per resoldre dubtes sobre equipaments de robòtica, plaques microcontroladores, components i accessoris que el Departament d'Educació i Formació Professional ha subministrat als centres educatius.

7. Aspectes clau

En resum, es tracta d'entendre què és el pensament computacional, veure'n la vinculació amb el currículum actual i desenvolupar-lo, amb l'ajut de la robòtica, mitjançant projectes transversals.

7.1. Què és el pensament computacional?

El pensament computacional ha estat definit per diversos autors i ha anat evolucionant amb el temps. En tot cas, sembla que el consens més gran va en la línia de la definició de Wing (2014), que concep el pensament computacional com els processos de pensament que intervenen en la formulació d'un problema i l'expressió de les seves solucions, de tal manera que un computador —persona o màquina— les pugui dur a terme de manera eficaç.

Aquest tipus de pensament inclou estratègies essencials com ara organitzar i analitzar dades, **descompondre problemes** complexos en subproblemes més senzills, **identificar patrons** per fer més eficient el procés de resolució de problemes i **abstreure detalls** rellevants ignorant-ne temporalment els aspectes menys rellevants. També pot incorporar la **codificació**, que tradueix aquestes solucions a un llenguatge que els ordinadors poden entendre i executar.

En general, el pensament computacional no es limita als problemes relacionats amb la tecnologia, sinó que proporciona estratègies potents aplicables en diversos escenaris quotidians, des de la planificació d'un viatge o la creació d'una recepta, fins a creacions artístiques.

7.2. La vinculació del pensament computacional amb el currículum

A fi de dotar els estudiants de les competències necessàries en un món tecnològicament avançat, **el pensament computacional forma part del currículum**. Els marcs educatius actuals, com ara el Decret 175/2022, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica, destaquen la necessitat de fomentar la competència digital entre els estudiants. Aquesta competència es defineix com «l'ús segur, saludable, sostenible, crític i responsable de les tecnologies digitals per al desenvolupament i benestar personal, per a l'aprenentatge, per a la feina, per a l'oci i per a la participació en la societat» (p. 39).

En la competència específica digital 5, a més, s'esmenta específicament el pensament computacional com a component crucial d'aquesta competència digital.

El currículum indica les competències respecte al pensament computacional que l'alumnat ha d'assolir en les diferents etapes educatives:

- A l'etapa d'infantil s'introdueix el pensament computacional com un joc. L'alumnat utilitza el descobriment per dissenyar algorismes molt senzills, interactuant amb el propi cos i l'entorn i/o amb elements robòtics.
- A l'educació primària, els alumnes s'inicien en solucions digitals senzilles i sostenibles, incloses la programació bàsica i la robòtica educativa. Aprenen a resoldre problemes concrets de manera creativa i a cercar ajuda quan la necessiten.
- A l'educació secundària, l'atenció es desplaça cap al desenvolupament d'aplicacions i solucions tecnològiques més sofisticades, tot fomentant la curiositat i les consideracions ètiques en l'ús de la tecnologia.

7.3. La robòtica com a estratègia per desenvolupar el pensament computacional

La robòtica és una estratègia eficaç per desenvolupar el pensament computacional. Amb l'ús de la robòtica educativa, els estudiants poden veure resultats tangibles dels seus processos de pensament computacional. Els projectes de robòtica impliquen sovint el disseny, la creació, la programació i la utilització de robots per dur a terme tasques específiques, cosa que requereix que els estudiants apliquin les estratègies del pensament computacional, tant en el procés de desenvolupament de la solució com en la programació dels robots.

7.4. La importància del treball transversal i multidisciplinari per desenvolupar el pensament computacional

L'aplicació d'una metodologia basada en projectes transversals i multidisciplinaris és crucial per desenvolupar eficaçment el pensament computacional. Aquest enfocament integra el pensament computacional

en diverses àrees o matèries, en comptes de limitar-lo a classes aïllades d'informàtica.

Així, quan s'integra el pensament computacional en diversos projectes, els estudiants poden veure'n la rellevància i l'aplicació en contextos diferents, des de les matemàtiques i la ciència fins a l'art i els estudis socials. A més, els projectes multidisciplinaris fomenten la col·laboració, la creativitat i el pensament crític. Aquest entorn de col·laboració reflecteix escenaris del món real on el pensament computacional és present.

Per poder arribar a dur a terme projectes transversals, és recomanable començar a introduir el pensament computacional i la robòtica en activitats puntuals. Això permet que tant l'equip docent com l'alumnat s'hi vagin familiaritzant i entenguin les seves possibilitats.

8. Bibliografia

ALLAN, W., COULTER, B., DENNER, J., ERICKSON, J., LEE, I., MALYN-SMITH, J. i MARTIN, F. (2010). Computational thinking for youth. ITEST Small Working Group on Computational Thinking.

BRENNAN, K. i RESNICK, M. (2012, abril). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. A: *Proceedings of the 2012 annual meeting of the American educational research association*, Vancouver, Canadà, 1, 1-25.

BARRERA, C. R. i MONTAÑO, R. E. (2015). Desarrollo del pensamiento computacional con Scratch. *Nuevas Ideas en Informática Educativa*, 11, 616-620.

BASOGAIN-OLABE, X., OLABE-BASOGAIN, M. Á. i OLABE-BASOGAIN, J. C. (2015). Pensamiento Computacional a través de la Programación: Paradigma de Aprendizaje. RED. Revista de Educación a Distancia, 46.

BBC-BITSIZE (2021). What is computational thinking?

COMPUTER SCIENCE TEACHERS ASSOCIATION (CSTA) AND THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TECHNOLOGY IN EDUCATION (ISTE) (2011). Computational thinking leadership toolkit.

Decret 175/2022, de 27 de setembre, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica (DOGC núm. 8762, de 29.9.2022, CVE-DOGC-A-22270097-2022).

DENNING, P. (2017). Remaining trouble spots with computational thinking. Communications of the ACM, 60(6), 33-39.

DEPARTAMENT D'EDUCACIÓ (2023). Educació bàsica. Competències transversals. Competència digital (CD). Generalitat de Catalunya.

DIAGO, P. D. i ARNAU, D. (2017). Pensamiento computacional y resolución de problemas en Educación Infantil: una secuencia de enseñanza con el robot Bee-bot. Dins *Libro de actas VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática (CIBEM)*, 255-263.

ESTEBANELL, M., LÓPEZ, V., PERACLAULA, M., SIMARRO, C., CORNELLÀ, P., COUSO, D., GONZÁLEZ, J., ALSINA, A., BADILLO, E. i HERAS, R. (2018). A: Pensament computacional en la formació de mestres. Guia didàctica. Servei de Publicacions UdG.

EUROPEAN COMMISSION, JOINT RESEARCH CENTRE, ENGELHARDT, K., PUNIE, Y. i CHIOCCARIELLO, A. (2016). Developing computational thinking in compulsory education: implications for policy and practice (Y. Punie i P. Kampylis, Ed.). Publications Office.

EUROPEAN COMMISSION, JOINT RESEARCH CENTRE, VUORIKARI, R., KLUZER, S. i PUNIE, Y. (2022). DigComp 2.2, The Digital Competence framework for citizens: with new examples of knowledge, skills and attitudes. Publications Office of the European Union.

EUROPEAN COMMISSION, JOINT RESEARCH CENTRE, BOCCONI, S., CHIOCCARIELLO, A. i KAMPYLIS, P. (2022). Reviewing computational thinking in compulsory education: state of play and practices from computing education, (A. Inamorato dos Santos, Y. Punie, R. Cachia, N. Giannoutsou, Ed.). Publications Office of the European Union.

FORLIZZI, L., LODI, M., LONATI, V., MIROLO, C., MONGA, M., MONTRESOR, A., MORPURGO, A. i NARDELLI, E. (2018). A core Informatics curriculum for Italian compulsory education. A: Lecture notes in computer science, 141-153.

FORLIZZI, L., LODI, M., LONATI, V., MIROLO, C., MONGA, M. *et al.* A Core Informatics Curriculum for Italian Compulsory Education. Informatics in Schools. Fundamentals of Computer Science and Software Engineering - 11th International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives, ISSEP 2018, Oct 2018, St. Petersburg, Rússia. 141-153.

GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, C. S. (2019). Estado del arte en la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en la etapa infantil. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 20, 15.

GROVER, S. (2018). The 5th 'C' of 21st Century Skills? Try Computational Thinking (Not Coding). *Edsurge*.

GURISES UNIDOS (2017). Pensamiento computacional. Un aporte para la educación de hoy. *Pensamiento Computacional de Fundación Telefónica – Movistar*.

LAMPROU, A. i REPENNING, A. (2018). Computational Thinking ≠ Programming. *SI Digital Magazine (SIDM)*.

LEE, I., MARTIN, F., DENNER, J., COULTER, B., ALLAN, W., ERICKSON, J., MALYN-SMITH, J. i WERNER, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *ACM Inroads*, 2(1), 32-37.

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa (BOE núm. 295, de 10 de diciembre de 2013, p. 97858-97921).

Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la ley orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de educación (BOE, núm. 340, de 30 de diciembre de 2020, p. 122868-122953).

PAPERT, S. (1993). *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.

PERACAUULA-BOSCH, M. i GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, J. (2024). Towards a Hermeneutics of Computational Thinking in Wing's Approximations. *Journal of Educational Computing Research*, 61(8), 139-158.

POLANCO PADRÓN, N., FERRER PLANCHART, S. i FERNÁNDEZ REINA, M. (2021). Aproximación a una definición de pensamiento computacional. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 55-76.

POSADA PRIETO, F. (2022). Pensamiento Computacional y Currículum. Algo más que aprender a programar.

ROMÁN, M. (2016). Codigofabetización y pensamiento computacional en Educación Primaria y Secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas (tesi doctoral). *Universidad Nacional de Educación a Distancia*.

RUSHKOFF, D. (2024). *Program or be programmed: Eleven Commands for the AI Future*. OR Books.

SÁNCHEZ VERA, M. (2019). Computational Thinking in Educational Environments: An Approach from Educational Technology. *Research in Education and Learning Innovation Archives*, 23, 24-39.

THE ROYAL SOCIETY (2012). Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools. Computing in Schools Reports.

TSORTANIDOU, X., DARADOUMIS, T. i BARBERÁ, E. (2019). Connecting moments of creativity, computational thinking, collaboration and new media literacy skills. *Information and Learning Sciences*, 120, 11/12, 704-722.

XIAODAN TANG, YUE YIN, QIAO LIN, ROXANA HADAD i XIAOMING ZHAI (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 148.

WEI LI, JI-YI HUANG, CHENG-YE LIU, JUDY C.R. TSENG i SHU-PAN WANG (2023). A study on the relationship between student' learning engagements and higher-order thinking skills in programming learning. *Thinking Skills and Creativity*, 49.

WING, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49 (3), 33-35.

WING, J. M. (2014). Computational thinking benefits society. *40th anniversary blog of social issues in computing*, 2014, 26.

9. Annex I. El pensament computacional en el currículum de Catalunya

El pensament computacional apareix en el currículum d'educació infantil i en el d'educació bàsica. A continuació es detalla en quines àrees o matèries s'esmenta de manera específica o s'hi fa una referència prou clara.

9.1. Educació infantil

Decret 21/2023 - Educació infantil

A l'etapa d'educació infantil, el currículum indica que l'alumne s'ha d'iniciar progressivament en les habilitats de pensament computacional a l'eix 3: «Un infant que descobreix l'entorn amb curiositat.»

Les competències específiques d'aquest eix s'orienten al desenvolupament del pensament i de les estratègies cognitives a través del procés de descobriment de l'entorn físic i natural. En concret, es fa referència explícita al pensament computacional en la **competència específica 2**:

Desenvolupar, de manera progressiva, diferents formes de raonament i procediments del pensament científic, a través de l'observació i la manipulació, per iniciar-se en la interpretació de l'entorn i respondre de manera creativa als diferents reptes i situacions.

La curiositat i la capacitat investigadora és inherent al desenvolupament de l'infant. Al llarg de l'etapa d'educació infantil l'infant anirà trobant solucions o alternatives originals i creatives a diferents qüestions, reptes i situacions. I ho farà mitjançant l'aplicació de processos inicialment senzills i manipulatius, que progressivament guanyaran en complexitat i requeriran una capacitat més gran d'abstracció, i mitjançant l'autoregulació segons els resultats que va obtenint amb la interacció entre iguals, amb adults i amb l'entorn.

Els processos propis tant del disseny del mètode científic com de les habilitats de pensament computacional, s'iniciaran progressivament en aquesta etapa, mitjançant l'exploració i la investigació, la formulació i comprovació d'hipòtesis, el plantejament de diferents solucions, la descomposició d'una tasca en altres de més senzilles, la interrelació de diferents coneixements, el desenvolupament de l'aprenentatge per causa-efecte, la presa de decisions per assaig-error i el plantejament d'idees i solucions creatives i originals.

(Decret 21/2023, de 7 de febrer)

9.2. Educació primària

Decret 175/2022 - Educació bàsica

A l'etapa d'educació primària hi ha referències explícites al pensament computacional en les competències específiques i sabers de les àrees de **Matemàtiques i Coneixement del Medi Natural, Social i Cultural**.

En el currículum actual, i de manera transversal, s'impulsa la utilització del pensament computacional per part de tot l'alumnat. Podem trobar una referència explícita en la definició de **competència digital** a l'annex 1:

La competència digital implica l'ús segur, saludable, sostenible, crític i responsable de les tecnologies digitals per al desenvolupament i benestar personal, per a l'aprenentatge, per a la feina, per a l'oci i per a la participació en la societat. Inclou la gestió de dispositius i aplicacions digitals (maneig, configuració, manteniment), l'alfabetització en informació i dades, la comunicació i la col·laboració, l'educació mediàtica, la creació de continguts digitals (inclosa la programació), la seguretat (inclòs el benestar digital i les competències relacionades amb la ciberseguretat), assumptes relacionats amb la ciutadania digital, la privacitat, la propietat intel·lectual, la resolució de problemes i el pensament computacional i crític.

(Annex 1, Decret 175/2022)

En l'**indicador operatiu 5** d'aquesta competència, la definició fa referència al desenvolupament d'aplicacions informàtiques senzilles (per blocs) per resoldre problemes amb una relació clara amb la programació i la robòtica:

Iniciar-se en el desenvolupament de solucions digitals senzilles i sostenibles (reutilització de materials tecnològics, programació informàtica per blocs, robòtica educativa, etc.) per resoldre problemes concrets o reptes proposats de manera creativa i sol·licitar ajuda en cas necessari.

Analitzant els **criteris d'avaluació** d'aquesta competència trobem que:

- Al **primer cicle** de primària, es poden desenvolupar les habilitats de pensament computacional amb dispositius digitals o sense, per plantejar solucions a un repte mitjançant la programació. Per facilitar un aprenentatge progressiu, es pot iniciar l'aplicació d'estratègies de pensament computacional amb activitats sense dispositius.
- Al llarg del **segon cicle**, l'alumne ha d'adquirir les destreses i habilitats pròpies del pensament computacional en la programació de seqüències simples per a la resolució de reptes concrets. El desenvolupament d'aquestes seqüències es pot fer amb ajuda del o la docent, fent servir llenguatges de programació per blocs amb dispositius digitals.

- A **final de l'etapa**, l'alumnat ha de ser capaç de desenvolupar algorismes senzills amb programació per blocs per resoldre de manera creativa un problema concret.

9.2.1. Matemàtiques

A l'àrea de Matemàtiques es menciona el pensament computacional com a forma de raonament per donar solució a un problema o situació quotidiana. S'explicita l'ús del pensament computacional com a estratègia per resoldre problemes en la **competència específica 4**:

Utilitzar el pensament computacional, descompondre en parts més petites, reconeixent patrons i dissenyant algorismes per solucionar problemes i situacions de la vida quotidiana.

En els **criteris d'avaluació** de l'àrea de Matemàtiques apareixen explícitament tècniques clau del pensament computacional de primer a tercer cicle: descomposició, reconeixement de patrons i creació d'algorismes. Al tercer cicle s'introdueix, a més, el concepte d'abstracció, entès com el fet de «descartar les dades rellevants tot identificant les parts més importants d'un problema» (criteri d'avaluació 4.3).

També, en la **competència específica 2**, es parla de pensament computacional de manera indirecta:

Resoldre problemes, aplicant diferents tècniques, estratègies i formes de raonament, per explorar i compartir diferents maneres de procedir, obtenir solucions i assegurar la seva validesa des d'un punt de vista formal i en relació amb el context plantejat i generar noves preguntes i reptes.

Als **criteris d'avaluació** d'aquesta competència, s'indica que:

La resolució de problemes constitueix una part fonamental de l'aprenentatge de les matemàtiques: com a objectiu en si mateix i com a eix metodològic per a la construcció del coneixement matemàtic. Com a objectiu en si mateix, entren en joc diferents estratègies per obtenir les possibles solucions: analogia, assaig i error, resolució inversa, tempteig, descomposició en problemes més senzills...

En cursos superiors, es fa referència explícita a la utilització del pensament computacional en la programació de seqüències i algorismes i es diferencien els processos seqüencials dels paral·lels i s'especifica el treball amb variables, operadors lògics i estructures de programació.

Pel que fa als **Sabers**, trobem referències al bloc «Pensament computacional», dins de «Sentit algebraic»:

- **Primer i segon**

Descoberta i comprensió d'estratègies quan s'interpreten, modifiquen o creen algorismes senzills que incorporen processos seqüencials i instruccions de bucle i condicionals.

- **Tercer i quart**

Comprensió i aplicació d'estratègies quan s'interpreten, modifiquen o creen algorismes senzills de programació per blocs que incorporen: diferenciació entre processos seqüencials i paral·lels; comprensió de les instruccions de bucle i condicionals; comprensió de la gestió de dades amb variables; ús d'operadors lògics i d'esdeveniments.

- **Cinquè i sisè**

Aplicació d'estratègies quan s'interpreten, modifiquen o creen algorismes de programació per blocs que incorporen diferenciació entre processos seqüencials i paral·lels, comprensió de les instruccions de bucle i condicionals, comprensió de la gestió de dades amb variables i l'ús d'operadors lògics i d'esdeveniments.

9.2.2. Coneixement del Medi Natural, Social i Cultural

A l'àrea de Coneixement del Medi Natural, Social i Cultural es fa referència al pensament computacional com a forma de raonament per donar solució a un problema, sense dir explícitament que aquesta solució és un programa informàtic o algorisme.

Es parla explícitament del pensament computacional a la **competència específica 3**:

Resoldre problemes i reptes generant cooperativament un producte creatiu i innovador a partir de projectes interdisciplinaris, utilitzant diferents formes de raonament, com el pensament de disseny i el pensament computacional, per respondre a necessitats concretes.

Tanmateix, en els **criteris d'avaluació** es fa referència a la creació de «prototips» (sense especificar si poden ser digitals o tecnològics):

3.3 *Construir un producte final senzill que solucioni un repte o necessitat d'acord amb diferents formes de raonament, com el pensament de disseny o el pensament computacional i provant, en equip, els diferents prototips fent ús de forma segura de les eines i els materials adequats.*

Pel que fa als **Sabers**, trobem referències a estratègies pròpies del pensament computacional al bloc «Cultura científica» (cerca de patrons) i, sobretot, a l'apartat «Tecnologia i digitalització»:

Projectes de disseny i pensament computacional

- **Primer i segon**

Identificació de les fases del pensament computacional en reptes simples: aplicació d'ordres i seqüències bàsiques per a la resolució d'un problema senzill.

- **Tercer i quart**

Identificació i aplicació de les fases del pensament computacional en reptes simples: descomposició d'un repte en parts més senzilles, reconeixement de patrons i elaboració de seqüències per a la resolució del problema o la creació d'un producte.

- **Cinquè i sisè**

Aplicació de les fases del pensament computacional en reptes complexos: descomposició del repte en parts més senzilles, reconeixement de patrons i elaboració de seqüències per a la resolució del problema o la creació d'un producte.

9.3. Educació secundària

Decret 175/2022 - Educació bàsica

A l'etapa d'educació secundària, es poden trobar referències al pensament computacional en la **Competència Digital** (indicador operatiu 5) i en les assignatures de primer a tercer: **Biologia i Geologia, Física i Química, Matemàtiques, Tecnologia i Digitalització**, així com en les assignatures optatives **Robòtica i Programació, Tecnologia i Digitalització**. També apareix en l'àmbit de **Ciències Aplicades** dels cicles formatius de grau bàsic.

9.3.1. Biologia i Geologia

A Biologia i Geologia es fa referència al pensament computacional com a estratègia, entre d'altres, per resoldre problemes o explicar processos biològics. No fa referència a la manera com es treballa ni com s'avalua.

Apareix en la **competència específica 4** com una forma de raonament i en els criteris d'avaluació de manera «opcional»:

Resoldre problemes o donar explicació a processos biològics o geològics utilitzant coneixements, dades i informació aportades, el raonament lògic, el pensament computacional o recursos digitals.

En el **criteri d'avaluació 4.1** d'aquesta competència, es fa esment al pensament computacional com un mètode de raonament per resoldre problemes:

De primer a quart d'ESO

4.1 Resoldre problemes o donar explicació a processos biològics o geològics utilitzant coneixements, dades i informació aportades, el raonament lògic, el pensament computacional o recursos digitals.

9.3.2. Física i Química

A Física i Química s'inclou el pensament computacional en la **competència específica 2**, com a estratègia per a la resolució de reptes.

Dissenyar, desenvolupar i comunicar el plantejament i les conclusions de recerques incloent la formulació de preguntes i d'hipòtesis i la seva contrastació experimental, dins de l'àmbit escolar, seguint els passos de les metodologies pròpies de la ciència, com l'experimentació i la cerca d'evidències, i del pensament computacional cooperant, quan calgui, per indagar en aspectes relacionats amb la física i la química.

Pel que fa als **Sabers**, una manera d'utilitzar les estratègies pròpies del pensament computacional en aquesta matèria pot ser el desenvolupament de programes que ajudin en el treball experimental (captació de dades amb sensors, programació d'actuacions en funció de les dades, etc.) en projectes de recerca:

De primer a tercer

Habilitats científiques bàsiques

- Disseny i realització de treball experimental i emprenedoria de projectes de recerca per a la resolució de problemes mitjançant l'ús de l'experimentació, la indagació, la deducció, la recerca d'evidències o el raonament logicomatemàtic per fer inferències vàlides a partir de les observacions i l'elaboració de conclusions pertinents i generals que vagin més enllà de les condicions experimentals, per aplicar-les a nous escenaris.

Quart

Les destreses científiques bàsiques

- Disseny del treball experimental i emprenedoria de projectes de recerca per a la resolució de problemes mitjançant l'ús de l'experimentació i el tractament de l'error, la indagació, la deducció, la recerca d'evidències o el raonament logicomatemàtic per fer inferències vàlides sobre la

base de les observacions i treure'n conclusions pertinents i generals que vagin més enllà de les condicions experimentals per aplicar-les a nous escenaris.

9.3.3. Matemàtiques

A Matemàtiques s'esmenta el pensament computacional de manera explícita, considerant-lo una estratègia per a la resolució de problemes i s'indica que les solucions que s'obtinguin han de ser en seqüències de passos ordenats, de manera que puguin ser executades per un ordinador, una persona o una combinació de tots dos. També s'esmenten algunes característiques del pensament computacional que són compartides amb el sentit algebraic, com ara veure les coses generals en les particulars, reconèixer patrons i relacions de dependència entre variables o modelitzar situacions matemàtiques o del món real amb expressions simbòliques. Per acabar, es diu també que el pensament computacional serveix per formular, representar i resoldre problemes per mitjà d'eines i conceptes propis de la informàtica.

A la **competència específica 4**, s'esmenten estratègies pròpies del pensament computacional:

Utilitzar el pensament computacional, organitzant dades, descomponent en parts, reconeixent patrons, interpretant, modificant, generalitzant i creant algorismes per modelitzar situacions i resoldre problemes de forma eficient.

Als **criteris d'avaluació** d'aquesta competència, es recullen estratègies del pensament computacional:

4.1 *Descompondre un problema o situació de la vida quotidiana en diferents parts, abordant-les d'una en una per poder trobar la solució global amb dispositius digitals.*

4.2 *Reconèixer patrons, similituds i tendències en els problemes o situacions que es volen solucionar.*

4.3 *Trobar els principis que generen els patrons d'un problema descartant les dades irrellevants tot identificant les parts més importants.*

4.4 *Generar instruccions pas a pas per resoldre un problema i d'altres similars provant i duent a terme possibles solucions amb dispositius digitals.*

El pensament computacional entronca directament amb la resolució de reptes o problemes i el plantejament de procediments, utilitzant l'abstracció per identificar els aspectes més rellevants, i la descomposició en tasques més simples amb l'objectiu d'arribar a una solució del problema que pugui ser executada per un sistema informàtic. Portar

el pensament computacional a la vida diària suposa relacionar els aspectes fonamentals de la informàtica amb les necessitats de l'alumnat. El desenvolupament d'aquesta competència comporta la creació de models abstractes de situacions quotidianes, la seva automatització i modelització i la codificació en un llenguatge fàcil d'interpretar per un sistema informàtic.

(Decret 175/2022, de 27 de setembre)

En l'apartat de **Sabers**, dins de «Sentit algebraic», hi ha un bloc específic dedicat al pensament computacional:

- *Identificació i ús d'estratègies quan s'interpreten, modifiquen o creen algorismes de programació per blocs i/o programació textuals que incorporen: diferenciació entre processos seqüencials i paral·lels; comprensió de les instruccions de bucle, condicionals i instruccions niades; comprensió de la gestió de dades amb variables; ús d'operadors lògics i d'esdeveniments.*
- *Formulació de qüestions susceptibles de ser analitzades utilitzant programes i altres eines.*
- *Identificació i anàlisi d'estratègies (seqüències de passos ordenats, esquemes, simulacions, patrons repetitius, bucles, instruccions niades i condicionals, representacions computacionals, programació per blocs, robòtica educativa...) per a la interpretació, modificació i creació d'algorismes.*
- *Identificació i anàlisi d'estratègies quan s'interpreten, modifiquen o creen algorismes de programació per blocs i/o programació textuals que incorporen: diferenciació entre processos seqüencials i paral·lels; comprensió de les instruccions de bucle, condicionals i instruccions niades; comprensió de la gestió de dades amb variables; ús d'operadors lògics i d'esdeveniments.*
- *Formulació i anàlisi de problemes de la vida quotidiana utilitzant programes i eines adequades.*

9.3.4. Tecnologia i Digitalització

En la matèria Tecnologia i Digitalització s'esmenta de manera explícita que el pensament computacional contribueix al desenvolupament de la competència digital en la **competència específica 5**:

Desenvolupar algorismes i aplicacions informàtiques en diferents entorns, tot aplicant els principis del pensament computacional i incorporant les tecnologies emergents, per resoldre problemes concrets, automatitzar processos i aplicar-los en sistemes de control o robòtica.

Als **criteris d'avaluació** d'aquesta competència s'esmenten la codificació i el disseny d'algorismes:

5.1 *Descriure, interpretar i dissenyar solucions a problemes informàtics mitjançant algorismes i diagrames de flux, tot aplicant els elements i les tècniques de programació de manera creativa.*

5.2 *Programar aplicacions senzilles per a diferents dispositius (ordinadors, dispositius mòbils i altres) emprant els elements de programació de manera apropiada, fent servir el programari i els llenguatges de programació adients i mòduls d'intel·ligència artificial que afegeixin funcionalitats.*

5.3 *Automatitzar processos, màquines i objectes de manera autònoma, amb o sense connexió a Internet, mitjançant l'anàlisi, la construcció i la programació de robots i sistemes de control.*

Aquesta competència fa referència a l'aplicació dels principis del pensament computacional en el procés creatiu. És a dir, implica la posada en marxa de processos ordenats que inclouen la descomposició del problema plantejat, l'estructuració de la informació, la modelització del problema, la seqüenciació del procés i el disseny d'algorismes per implementar-los en un programa informàtic. D'aquesta manera, la competència està enfocada al disseny i activació d'algorismes plantejats per a aconseguir un objectiu concret. Aquest objectiu podria referir-se, per exemple, al desenvolupament d'una aplicació informàtica, a l'automatització d'un procés o al desenvolupament del sistema de control d'una màquina, en la qual intervinguin diferents entrades i sortides que quedin governades per un algorisme. És a dir, l'aplicació de la tecnologia digital en el control d'objectes o màquines, automatitzant rutines i facilitant la interacció amb els objectes, incloent així, els sistemes controlats mitjançant la programació d'una targeta controladora o els sistemes robòtics.

(Decret 175/2022, de 27 de setembre)

En l'apartat de **Sabers** hi ha un bloc dedicat al pensament computacional:

Pensament computacional, programació i robòtica

- *Resolució de processos mitjançant algorísmica i representació amb diagrames de flux.*
- *Implementació d'aplicacions informàtiques senzilles per a ordinador i dispositius mòbils i iniciació a la intel·ligència artificial.*
- *Disseny i implementació de sistemes de control programat. Muntatge físic i/o ús de simuladors i programació senzilla de dispositius. Internet de les coses.*

- *Iniciació a la robòtica. Muntatge i control programat de robots o dispositius programables de manera física o mitjançant simuladors.*
- *Aplicació de tècniques de depuració iteratives d'un programa informàtic per a la identificació de l'error com a part del procés d'aprenentatge i afirmació de l'autoconfiança.*

9.3.5. Matèries optatives de l'ESO

Al currículum trobem tres assignatures optatives en les quals s'esmenta el pensament computacional: **Robòtica i Programació**, que es pot impartir de primer a tercer d'ESO, i **Tecnologia i Digitalització**, que són assignatures de quart.

9.3.5.1. Robòtica i Programació (de 1r a 3r d'ESO)

El currículum indica que els centres han d'oferir l'assignatura Robòtica i Programació en algun dels tres primers cursos de l'ESO.

En aquesta optativa es parla de les estratègies de pensament computacional en la **competència específica 2**:

Aplicar estratègies de pensament computacional de manera organitzada i òptima per crear, reelaborar o millorar algoritmes que ajudin a resoldre problemes reals.

Als **criteris d'avaluació** d'aquesta competència trobem les referències següents:

2.1 *Analitzar processos fent servir estratègies de pensament lògic.*

2.2 *Descriure i representar seqüències lògiques que ajudin a comprendre processos o algoritmes fent servir diagrames de flux.*

2.3 *Desenvolupar programes que impliquin la seqüenciació de passos, la iteració, i el testatge, la validació i la depuració de seqüències.*

2.4 *Comparar els programes propis amb altres algoritmes que donin solució a un mateix problema, incorporant els canvis necessaris o combinant diferents programes per elaborar noves solucions.*

Aquesta competència engloba el coneixement de tècniques i estratègies específiques del pensament computacional, entès com un procés generador de solucions obertes. Comprèn la descomposició de problemes complexos en simples, i representació de processos en seqüències lògiques, així com elements de la lògica i el pensament humà com la generalització.

Aquestes estratègies han de permetre la generació d'un conjunt finit d'instruccions o passos que han de servir per a la generació d'algoritmes que donin solució a problemes reals. Tanmateix, la comparació entre programes propis amb altres algoritmes, i la combinació de diferents programes per elaborar noves solucions ha de formar part d'aquest procés de generació de solucions.

(Decret 175/2022, de 27 de setembre)

També hi ha referències a la codificació i al disseny algorítmic en la **competència específica 3**:

Configurar i programar plaques de prototipatge programables i sensors i actuadors que permetin donar resposta als reptes o problemes, fent servir estructures lògiques a partir de llenguatges de programació.

Als **criteris d'avaluació** d'aquesta competència apareixen les estratègies de codificació i disseny d'algoritmes:

3.1 *Desenvolupar programes, o reelaborar-ne a partir de programes existents, fent servir el programari i els llenguatges de programació de manera apropiada.*

3.2 *Utilitzar les estructures lògiques de forma apropiada, tenint en compte criteris d'optimització de programes.*

3.3 *Identificar, corregir i depurar errors de programació en programes informàtics, fent ús de depuradors.*

3.4 *Configurar i programar sensors i actuadors, ajustant-los a les necessitats del prototip i fent ús correcte de les seves funcionalitats.*

La competència fa referència al desenvolupament de programes en diferents llenguatges de programació, fent ús d'estructures lògiques, funcions, variables i tots els elements necessaris per a l'elaboració d'algoritmes organitzats i optimitzats.

Pel que fa als **Sabers**, trobem referències al pensament computacional en dos blocs:

A. Pensament computacional, llenguatges i estructures de programació

- *Aplicació de tècniques de pensament computacional en la resolució de problemes i el disseny de solucions.*
- *Anàlisi i descomposició de problemes complexos en reptes senzills. Estratègies de resolució eficient.*

- *Representació de solucions fent servir diagrames de flux, tenint en compte la normativa específica.*
- *Ús de llenguatges de programació amb aplicació de diferents estructures lògiques: seqüències, condicionals i repeticions.*
- *Desenvolupament de funcions específiques.*

B. Disseny i construcció de robots

- *Configuració i programació dels diferents elements de control: sensors, actuadors i dispositius de comandament.*

9.3.5.2. Tecnologia (4t d'ESO)

A l'optativa de Tecnologia s'esmenta de manera explícita que el pensament computacional contribueix al desenvolupament de la competència digital en la **competència específica 4**:

Desenvolupar solucions sostenibles a problemes plantejats que incorporin l'automatització i les tecnologies emergents, per dissenyar i construir sistemes de control programables i robòtics.

Aquesta competència fa referència a l'aplicació dels coneixements científicotecnològics i dels principis del pensament computacional en el procés de disseny, simulació o construcció de sistemes capaços de realitzar funcions de manera autònoma.

En els **criteris d'avaluació** d'aquesta competència trobem:

4.1 *Dissenyar, construir, controlar o simular sistemes automàtics programables i robots que siguin capaços de realitzar tasques de forma autònoma, aplicant coneixements de mecànica, electrònica, pneumàtica i components dels sistemes de control, així com altres coneixements interdisciplinaris.*

4.2 *Integrar en les màquines i sistemes tecnològics aplicacions informàtiques i tecnologies digitals emergents de control i simulació com l'internet de les coses, el big data i la intel·ligència artificial amb sentit crític i ètic.*

En l'apartat de **Sabers**, hi ha un bloc específic dedicat al pensament computacional:

Pensament computacional, automatització i robòtica

- *Utilització de diferents components de sistemes de control programat: controladors, sensors i actuadors que permetin l'optimització dels recursos i apliquin l'automatització i la robotització.*

- Disseny i implementació d'aplicacions informàtiques per a ordinador i dispositius mòbils. Utilització de simuladors informàtics en la verificació i comprovació del funcionament dels sistemes dissenyats. Introducció de les aplicacions de la intel·ligència artificial i al tractament massiu de dades (big data). Ús d'espais digitals compartits i discos virtuals per l'emmagatzematge i compartició d'informació.
- Integració de les telecomunicacions en els sistemes de control digital; Internet de les coses amb els diferents elements, comunicacions i control, mitjançant l'aplicació pràctica per donar resposta a les necessitats personals o col·lectives.
- Disseny, construcció i control de robots senzills de manera física o simulada per al desenvolupament de tasques reals o fictícies.

9.3.5.3. Digitalització (4t d'ESO)

A l'optativa de Digitalització s'inclou, de manera explícita, el pensament computacional en el disseny de solucions a problemes, al **criteri d'avaluació 2.2** de la **competència específica 2**:

2.2 Dissenyar solucions possibles a problemes plantejats aplicant diferents formes de raonament, com el pensament de disseny i el pensament computacional, tenint en compte les tecnologies emergents, la realitat virtual, augmentada i mixta.

En l'apartat de **Sabers**, apareix el pensament computacional dins del bloc «Creació i publicació de continguts en suport digital»:

Aplicació de tècniques de raonament lògic com el pensament de disseny i el pensament computacional en la resolució de problemes en el disseny de solucions.

9.4. Cicles formatius de grau bàsic

En l'àmbit de **Ciències Aplicades** dels cicles formatius de grau bàsic trobem referències al pensament computacional a la **competència específica 2**:

El pensament computacional juga també un paper central en la resolució de problemes, ja que comprèn un conjunt de formes de raonament com l'automatització, el pensament algorítmic o la descomposició en parts.

Els **criteris d'avaluació** d'aquesta competència són els següents:

2.1 Elaborar representacions que ajudin en la cerca d'estratègies de resolució d'una situació problematitzada, organitzant les dades i comprenent les preguntes formulades.

2.2 Trobar les solucions d'un problema utilitzant les dades i la informació aportades, els propis coneixements, i les estratègies i eines adequades.

2.3 Comprovar la correcció de les solucions d'un problema i la seva coherència en el context plantejat.

2.4 Emprar eines tecnològiques adequades en la representació, la resolució de problemes i la comprovació de les solucions.

Pel que fa als **Sabers**, a «Sentit algebraic» trobem un bloc específic dedicat al pensament computacional:

- *Patrons: identificació i extensió determinant la regla de formació de diverses estructures, numèriques, espacials, taules, mosaics, frisos o gràfics.*
- *Variable: comprensió i expressió de relacions senzilles mitjançant llenguatge algebraic.*
- *Eines tecnològiques: utilització en la resolució de problemes i interpretació de les solucions.*
- *Funcions: interpretació d'informació rellevant en situacions reals, funcions quadràtiques, de proporcionalitat inversa, etc. Estratègies per a la interpretació i modificació d'algorismes. Formulació de problemes susceptibles de ser analitzats fent servir programes i altres eines.*

10. Annex II. Exemples d'activitats en què es desenvolupa el pensament computacional

La robòtica i la programació desenvolupen totes les estratègies de pensament i processos relacionats amb el pensament computacional. Com hem vist, aquest implica processos com ara descompondre problemes en parts més petites, identificar patrons i dissenyar algorismes per solucionar-los.

La robòtica aplica aquestes habilitats per crear i controlar robots que puguin percebre el seu entorn, prendre decisions i actuar d'una manera autònoma o dirigida per humans. Així, la robòtica i la programació potencien les habilitats cognitives, com la resolució de problemes, la creativitat i la lògica, i contribueixen al desenvolupament de la tecnologia i la innovació en diverses àrees.

La introducció del pensament computacional a l'aula de manera interdisciplinària permet que l'alumnat desenvolupi els diferents processos d'aquest tipus de pensament alhora que també pot potenciar la seva creativitat, el pensament crític i la resolució de problemes en contextos diferents.

La utilització de recursos específics (com la robòtica, la programació d'aplicacions i videojocs, el pensament computacional desendollat, etc.) facilita la creació d'entorns i situacions d'aprenentatge que combinen el desenvolupament de processos del pensament computacional amb el tractament de competències i sabers dels àmbits seleccionats.

És important que el docent provoqui en l'alumnat un procés metacognitiu per tal que sigui conscient dels procediments i de les estratègies que fa servir per aconseguir l'activitat encomanada, i com va aplicant els diferents mecanismes de pensament computacional durant el seu curs.

Cal recordar que aquests processos no són una seqüència temporal de passos a seguir en el pensament computacional, sinó estratègies diverses que s'adquireixen i que s'utilitzen en el moment adequat.

10.1. Exemples de treball específic de pensament computacional

Alguns centres defineixen en el seu horari una franja específica destinada a treballar amb l'alumnat la programació i la robòtica de manera desvinculada de les àrees curriculars (tot i que de manera paral·lela s'estiguin

desenvolupant competències diferents). Sovint s'aprofiten desdoblaments de grup per fer aquesta tasca, tot i que els agrupaments varien en funció de l'organització del centre.

En aquestes franges específiques es treballen reptes o projectes en què l'alumnat va aprenent les diferents estructures de programació, que són comunes amb independència de la plataforma o equipaments que s'utilitzin.

Un exemple d'aquest tipus d'activitat és la creació d'un laberint fet amb Scratch. L'alumnat aprèn a dissenyar i programar aquest tipus de proposta amb les diverses estructures de programació (objectes, seqüències, bucles, condicionals...) que, posteriorment, pot transferir a un altre tipus de projectes.

Un altre exemple consisteix a seguir les diferents propostes educatives que ofereixen molts dispositius de robòtica. Alguns robots o equips constructius inclouen una plataforma amb plans de treball en què l'alumnat aprèn la construcció guiada de models (en el cas dels kits constructius) i a programar diverses funcionalitats en ordre creixent de dificultat.

L'adquisició de coneixements de programació i robòtica i, per tant, d'estratègies de pensament computacional per part de l'alumnat i del professorat potencia la seva aplicació i implementació posterior a les diferents àrees o matèries i desenvolupa la competència digital de l'alumnat.

10.2. Exemple de treball integrat en el coneixement d'àrees o matèries

Aquest desenvolupament del pensament computacional també es pot fer de manera específica en alguna àrea o matèria concreta i permet al personal docent introduir aspectes específics de didàctica de la programació i, si l'alumnat ja té una base prou sòlida, fent-ho servir com a recurs per desenvolupar aspectes específics de l'àrea o matèria.

A continuació s'ofereix un exemple de situació d'aula en què es desenvolupen les habilitats del pensament computacional en el context d'alguna àrea o matèria específica. És important que l'alumne sigui conscient de quines estratègies o processos de pensament fa servir.

10.2.1. Exemple en l'àrea o matèria de Matemàtiques

Títol de l'activitat: *Figures geomètriques generades amb un robot.*

L'objectiu d'aquesta activitat és que l'alumnat dissenyi i construeixi un robot que pugui dibuixar diferents figures geomètriques. Caldrà que el robot incorpori un suport per integrar un retolador al seu eix de gir. Posteriorment, caldrà fer la programació necessària perquè el dispositiu dibuixi autònomament diferents figures geomètriques.

Caldrà que prèviament s'hi hagin introduït conceptes bàsics de geometria.

Les estratègies de pensament computacional que s'utilitzaran són:

- **Organització i anàlisi de dades.** L'organització de dades implica identificar quines dades són necessàries per al funcionament del robot dibuixant. Això inclou les distàncies de desplaçament, els angles de gir necessaris i qualsevol altra informació rellevant.

L'anàlisi de dades pot implicar calcular o derivar aquestes dades a partir de les especificacions del problema. Per exemple, cal calcular les coordenades dels punts per a cada figura geomètrica basant-se en la mida i la posició desitjada al paper.

- **Descomposició de problemes.** En la programació caldrà definir quines són les diferents tasques que caldrà resoldre: els esdeveniments que indiquen quina figura ha de fer, els desplaçaments, els girs...
- **Reconeixement de patrons.** El reconeixement de patrons és crucial en la creació de figures geomètriques, ja que moltes figures segueixen patrons previsibles en els seus moviments i angles.

Per exemple, el dibuix d'un quadrat implica moure's endavant un cert nombre de passos i girar 90 graus quatre vegades. Aquest patró es pot generalitzar i reutilitzar per a altres figures quadrangulars, com rectangles i quadrats més grans. Aquest reconeixement de patrons implicarà poder reutilitzar estructures de codi en diferents parts del programa.

- **Abstracció.** En aquest context, l'abstracció pot implicar detectar quines són les categories dels blocs de l'entorn de programació que necessitem, deixant de banda totes les categories que no seran necessàries per resoldre el problema.
- **Codificació.** Com és evident, l'activitat de programació és la codificació en si mateixa. Durant el desenvolupament del programa, l'alumnat haurà de visualitzar mentalment l'execució del robot per a cada figura geomètrica. Aquesta visualització mental li permetrà

provar diferents seqüències d'instruccions, identificar possibles errors o problemes de lògica i ajustar el programa abans de provar-lo en el robot real.

10.3. Exemple d'introducció en projectes transversals

10.3.1. Projectes de centre

Molts centres educatius duen a terme projectes interdisciplinaris que inclouen la robòtica i la programació, responent a la necessitat de proporcionar a l'alumnat competències clau que li permetin afrontar els reptes del món actual de manera efectiva. La robòtica combina elements de ciència, tecnologia, enginyeria i matemàtiques (STEM), i ofereix una plataforma rica per a la integració amb altres disciplines com la llengua, les ciències socials o l'art. En aquest context interdisciplinari, l'alumnat no només aprèn sobre programació i aspectes constructius, sinó que també desenvolupa habilitats crítiques, pensament computacional i creativitat.

La integració de la robòtica i la programació en projectes interdisciplinaris també fomenta competències transversals com el treball en equip, ja que l'alumnat ha de col·laborar per dissenyar, construir i programar els seus projectes. Així mateix, l'ajuda a desenvolupar competències comunicatives, pel fet que ha de ser capaç d'expressar les seves idees, explicar els seus projectes i argumentar les seves decisions tècniques.

Propostes com la creació d'un mesurador de benestar ambiental per a l'aula (amb mesurador de so ambiental, temperatura, llum, humitat...) o la resolució de reptes mitjançant robots que simulin problemes relacionats amb l'àmbit natural, social, matemàtic, etc., es poden dur a terme de manera interdisciplinària.

Un exemple clar de desenvolupament de projecte en què s'implementa el pensament computacional podria ser el següent:

L'hort escolar

En el projecte d'un hort escolar es poden desenvolupar diferents competències i sabers.

El manteniment d'un hort requereix identificar i resoldre problemes, com la necessitat de nutrients del sòl, l'optimització del reg, fins a la detecció de plagues o problemes en el creixement i desenvolupament dels vegetals. Els estudiants desenvolupen habilitats per analitzar situacions, formular hipòtesis i experimentar per trobar solucions.

L'hort ofereix una oportunitat per aplicar conceptes matemàtics en un context real. Els estudiants poden mesurar àrees de plantació, calcular quantitats de llavors, registrar creixements de les plantes i analitzar dades per millorar el rendiment de l'hort.

En alguns projectes, es poden integrar tecnologies per monitorar paràmetres, com sensors per mesurar la humitat, la temperatura o fins i tot automatitzar el reg.

El projecte d'un hort escolar requereix cooperació i treball en equip. Els estudiants han de planificar, repartir tasques i treballar junts per mantenir l'hort.

Aquest projecte podria combinar competències i sabers específics de diferents àrees o matèries. N'esmentarem alguns a tall d'exemple:

Coneixement del medi natural, social i cultural (primària)

Competències

- Plantejar-se preguntes sobre el món, aplicant les diferents formes de raonament i mètodes del pensament científic, per interpretar, respondre i predir els fets i fenòmens del medi natural, social i cultural i per prendre decisions creatives i decidir actuacions ètiques i socialment sostenibles.
- Resoldre problemes i reptes generant cooperativament un producte creatiu i innovador a partir de projectes interdisciplinaris, utilitzant diferents formes de raonament, com el pensament de disseny i el pensament computacional, per respondre a necessitats concretes.

Sabers

- Estudi i anàlisi de les característiques dels diferents ecosistemes com espais, on els factors abiòtics i biòtics es mantenen en equilibri per tal d'entendre i prendre bones decisions respecte a l'ús dels recursos naturals del planeta.
- Identificació i aplicació de les fases del pensament computacional en reptes simples: descomposició d'un repte en parts més senzilles, reconeixement de patrons i elaboració de seqüències per a la resolució del problema o la creació d'un producte. Identificació i aplicació de les fases del projecte de disseny: empatitzar, definir, idear, prototipar i avaluar per donar resposta a una necessitat concreta.

Biologia i geologia (ESO)

Competències

- Interpretar fenòmens de la naturalesa, predint i argumentant el seu comportament a partir de models, lleis i teories pròpies de la biologia i la geologia per apropiar-se de conceptes i processos de la ciència.

- Fer servir diverses formes de raonament, com el pensament hipoteticodeductiu i el pensament computacional, per resoldre problemes o explicar fenòmens naturals i processos de la vida quotidiana relacionats amb la biologia i la geologia, mitjançant l'anàlisi crítica de les respostes i solucions i reformulant el procediment, si fos necessari.

Sabers

- Disseny de recerques, experiments i estudis observacionals, per respondre a una qüestió científica determinada amb l'ús d'instruments i espais (laboratori, aules, entorn...) de manera adequada.
- Elaboració de maquetes i models per a la representació i comprensió de conceptes, processos o elements de la natura.
- Utilització de diferents mètodes d'observació i presa de dades de fenòmens naturals en el context de problemes investigables.
- Utilització de diversos mètodes estadístics d'anàlisi de resultats i diferenciació entre *correlació* i *causalitat*.
- Observació i identificació de les característiques distintives d'espècies representatives de l'entorn proper i ubicació dels principals grups taxonòmics corresponents (regne).
- Ús d'estratègies per al reconeixement de les espècies més comunes dels ecosistemes de l'entorn (guies, claus dicotòmiques, eines digitals, visualment...).
- Reconeixement de la importància de la conservació dels ecosistemes, la biodiversitat i la implantació d'un model de desenvolupament sostenible. Anàlisi de la relació de la sostenibilitat amb alguns ODS (ODS 11: Ciutats i comunitats sostenibles; ODS 12: Consum i producció responsables; ODS 13: Acció climàtica).
- Valoració de la importància dels hàbits i producció sostenibles (consum responsable, gestió de residus, respecte al medi ambient...).

Matemàtiques

Primària

Competències

- Traduir problemes i interpretar situacions quotidianes fent-ne una representació matemàtica personal a través de conceptes, eines i estratègies per analitzar-ne els elements més rellevants.
- Resoldre problemes, aplicant diferents tècniques, estratègies i formes de raonament, per explorar i compartir diverses maneres de procedir,

obtenir solucions i assegurar-ne la validesa des d'un punt de vista formal i en relació amb el context plantejat i generar noves preguntes i reptes.

- Utilitzar el pensament computacional, descompondre en parts més petites, reconeixent patrons i dissenyant algorismes per solucionar problemes i situacions de la vida quotidiana.

[...]

Sabers

- Aplicació de la mesura del temps (any, mes, setmana, dia, hora i minuts) i referències de la durada de períodes de temps.
- Pràctica d'estratègies per fer mesuraments amb instruments i unitats no convencionals (repetició d'una unitat, ús de quadrícules...) i convencionals.
- Realització de mesuraments mitjançant instruments convencionals (regla, cinta mètrica, balança, rellotge analògic i digital).
- Comprensió i aplicació d'estratègies quan s'interpreten, modifiquen o creen algorismes senzills de programació per blocs que incorporen: diferenciació entre processos seqüencials i paral·lels; comprensió de les instruccions de bucle i condicionals; comprensió de la gestió de dades amb variables; ús d'operadors lògics i d'esdeveniments.

[...]

Secundària

Competències

- Interpretar, modelitzar i resoldre situacions de la vida quotidiana, pròpies de les matemàtiques i d'altres àmbits del coneixement aplicant diferents estratègies i formes de raonament per explorar procediments i obtenir solucions.
- Argumentar la idoneïtat de les solucions d'un problema, avaluant les respostes obtingudes a través del raonament i la lògica matemàtica, per verificar la seva validesa i generar noves preguntes i reptes.
- Utilitzar el pensament computacional, organitzant dades, descomponent en parts, reconeixent patrons, interpretant, modificant, generalitzant i creant algorismes per modelitzar situacions i resoldre problemes de manera eficient.

[...]

Sabers

- Desenvolupament i anàlisi de mètodes per resoldre problemes en situacions de proporcionalitat directa en contextos diferents (augments i disminucions percentuals, rebaixes i pujades de preus, impostos, canvis de divises, càlculs geomètrics, escales, etc.).
- Elecció de les unitats i operacions adequades en situacions que impliquin mesura.
- Comparació de les unitats pròpies del sistema mètric decimal amb unes altres de presents en contextos diferents.
- Selecció i ús d'instruments (analògic o digital) i unitats adequades per mesurar de manera directa diferents magnituds de l'entorn.
- Deducció, interpretació i aplicació de les principals estratègies per obtenir longituds, àrees i volums en figures planes i tridimensionals.
- Comprensió del concepte de variable en les seves naturaleses diferents.
- Identificació i ús d'estratègies quan s'interpreten, modifiquen o creen algorismes de programació per blocs i/o programació textuals que incorporen: diferenciació entre processos seqüencials i paral·lels; comprensió de les instruccions de bucle, condicionals i instruccions niades; comprensió de la gestió de dades amb variables; ús d'operadors lògics i d'esdeveniments.

[...]

Llengües

Es poden desenvolupar habilitats d'expressió escrita i oral: l'alumnat pot documentar les seves experiències i descobriments a l'hort, millorar les seves habilitats d'escriptura i comunicació a la vegada que coneix nou vocabulari tècnic, aprenent i fent servir vocabulari específic relacionat amb la botànica, l'agricultura i l'ecologia.

Primària

Competències

- Produir textos orals i multimodals amb coherència, claredat i registre adequats, atenent les convencions pròpies dels diferents gèneres discursius, i participar en interaccions orals variades, amb autonomia, per expressar idees, sentiments, emocions i conceptes, construir coneixement i establir vincles personals.
- Produir textos escrits i multimodals, amb adequació, coherència i cohesió, aplicant estratègies elementals de planificació, redacció,

revisió, correcció i edició, amb regulació dels iguals i autoregulació progressivament autònoma i atenent les convencions pròpies del gènere discursiu triat, per construir coneixement i donar resposta de manera informada, eficaç i creativa a demandes comunicatives concretes.

Sabers

- Interès per expressar-se oralment amb pronunciació i entonació adequades en les situacions d'aprenentatge i en la vida quotidiana del centre.
- Comprensió de textos orals en diferents contextos: activitats d'aula, situacions d'aprenentatge en qualsevol àrea i en la vida quotidiana i en mitjans de comunicació.
- Producció de textos escolars i socials, de tipologia diversa, dirigits a diferents destinataris, de manera progressivament autònoma i amb una intenció concreta.

[...]

Secundària

Competències

- Produir textos orals i multimodals amb coherència, claredat i registre adequats, atenent les convencions pròpies dels diferents gèneres discursius i participar en interaccions orals variades, amb autonomia, per expressar idees, sentiments i conceptes, construir coneixement i establir vincles personals.
- Produir textos escrits i multimodals amb adequació, coherència, cohesió, aplicant estratègies elementals de planificació, redacció, revisió, correcció i edició, amb regulació dels iguals i autoregulació progressivament autònoma i atenent les convencions pròpies del gènere discursiu triat, per construir coneixement i donar resposta de manera informada, eficaç i creativa a demandes comunicatives concretes.

[...]

Sabers

- Aplicació d'estratègies de producció, comprensió i anàlisi crítica de textos orals, escrits i multimodals de diferents àmbits [...]

Cada una d'aquestes competències ajuda l'alumnat no només a aprendre sobre el tema en qüestió, sinó també a entendre com s'interrelacionen les diverses disciplines i com aplicar els coneixements en situacions pràctiques

i reals. En aquests tipus de projectes el pensament computacional es desenvolupa totalment integrat a les competències de les diferents àrees o matèries implicades.

10.3.2. Amb la participació de diversos centres

En l'actualitat trobem diferents iniciatives arreu del territori de serveis educatius o entitats que promouen la implementació de la robòtica i la programació a les aules a partir de diferents propostes, reptes, concursos... Aquestes propostes tenen un enfocament transversal i interdisciplinari i, en moltes ocasions, van lligades a un projecte científic, d'investigació, d'innovació, d'emprenedoria, millora social, etc. En aquestes iniciatives, el desenvolupament del pensament computacional és un procés clau que es dona de manera repetida, però —tornem a insistir-hi— és molt important que els docents provoquin en l'alumnat un procés de metacognició, fent que reflexioni sobre els processos mentals que està desenvolupant.

11. Annex III. Models pedagògics en l'àmbit del PC

La introducció del pensament computacional en l'educació ha generat diversos models pedagògics. Entre si tenen semblances, superposicions, però també diferències.

En la redacció d'aquest document s'han tingut en compte alguns d'aquests models. A continuació, s'exposen i se n'esmenten les característiques més destacades.

11.1. El model BBC

La Fundació BBC, en el programa BBC–Bitsize (2021), assenyala que el pensament computacional ens permet abordar un problema complex, comprendre quin és el problema i establir possibles solucions. Podem presentar aquestes solucions de manera que un ordinador, una persona o tots dos puguin comprendre-les.

Les quatre tècniques clau o pedres angulars del pensament computacional són:

- Descomposició
- Reconeixement de patrons
- Abstracció
- Disseny d'algoritmes

11.2. El model MIT

Els investigadors K. Brennan i M. Resnick (2012) del MIT (Institut Tecnològic de Massachusetts), una prestigiosa universitat nord-americana, han formulat un model propi de pensament computacional. En les seves publicacions exposen un marc de treball del pensament computacional basat en la recerca de l'ús de Scratch per part d'infants i joves.

El model del MIT es basa en 3 dimensions o eixos clau:

- 1. Conceptes computacionals.** Són les nocions que utilitza l'alumnat quan programa.

- 2. Pràctiques computacionals.** Són els procediments que aplica l'alumnat quan programa.
- 3. Perspectives computacionals.** Són els punts de vista que els infants i joves construeixen sobre el món i sobre ells mateixos quan programen.

Conceptes	Pràctiques	Perspectives
Seqüències	Ésser incremental i iteratiu	Expressar
Paral·lelisme	Provar i reparar	Connectar
Bucles	Reutilitzar i barrejar	Qüestionar
Condicionals	Abstreure i modular	
Esdeveniments		
Dades		
Operadors		

11.3. El model ISTE i CSTA

La Societat Internacional per a la Tecnologia en Educació (ISTE) i l'Associació de Professors de Ciències de la Computació (CSTA) (CSTA i ISTE) (2011) han col·laborat amb experts d'educació primària i secundària per establir una definició operativa del pensament computacional. Aquesta especificació té com a propòsit oferir un marc de referència i un vocabulari amb intenció d'estendre'l a l'ensenyament obligatori.

Segons l'ISTE i la CSTA, el pensament computacional és un sistema de resolució de problemes que inclou les habilitats següents (entre altres):

1. Formular problemes de manera que sigui possible utilitzar un ordinador i altres eines per ajudar a resoldre'ls.
2. Organitzar i analitzar informació de manera lògica.
3. Representar informació mitjançant abstraccions com a models i simulacions.
4. Automatitzar solucions a través del pensament algorítmic (sèrie de passos ordenats).
5. Identificar, analitzar i implementar possibles solucions amb l'objectiu d'aconseguir la combinació més eficient i efectiva de passos i recursos.
6. Generalitzar i transferir aquest procés de resolució de problemes a una àmplia varietat de problemes.

Aquestes destreses es reforcen i es potencien gràcies a certes actituds que són dimensions essencials del pensament computacional. Aquests valors o actituds inclouen:

1. Confiança per afrontar la complexitat.
2. Persistència a treballar amb problemes difícils.
3. Tolerància a l'ambigüitat.
4. Capacitat d'enfrontar-se a problemes oberts.
5. Capacitat de comunicar-se i col·laborar per assolir un objectiu o una solució comuns.

11.4. El model CAS

La iniciativa Computing At School sorgeix d'un acord de col·laboració entre el Ministeri d'Educació del Regne Unit, diverses universitats del país i algunes empreses del sector informàtic que exposa al seu portal Barefoot Computing (2014). Des del curs 2014-2015 al Regne Unit s'introdueix al currículum l'àrea *Computing* (Ciències de la Computació) com una assignatura específica al llarg de totes les etapes educatives obligatòries de 5 a 16 anys.

Conceptes del PC	Conductes observables a l'aula	Enfocaments metodològics	Tècniques associades
• Lògica • Algoritmes • Descomposició • Patrons • Abstracció • Avaluació	• Pensament algorítmic • Descomposició • Generalització (patrons) • Abstracció • Avaluació	• Tinkering • Creació • Depuració • Perseverança • Col·laboració	• Avaluar • Codificar • Dissenyar • Analitzar • Aplicar