

PAC 3 – Treball Final de Màster de Recerca - Semestral

Alumne: Jordi Vives Pons

DNI: 39380851K

Índex de continguts

Resum.....	2
1 Introducció.....	2
2 Desenvolupament del tema de recerca.....	5
2.1 Estat de l'art.....	5
2.1.1 El Pensament Computacional	5
2.1.2 El Pensament Computacional als currículums escolars del món.....	6
2.1.2.1 Anglaterra.....	7
2.1.2.2 Canadà.....	8
2.1.2.3 Israel	9
2.1.2.4 Japó.....	10
2.1.2.5 Estats Units.....	10
2.1.2.6 Nova Zelanda.....	11
2.1.3 El Pensament Computacional al currículum d'Espanya.....	13
2.2 Aportació a l'art.....	13
2.2.1 El Pensament Computacional a les aules d'Espanya.....	13
2.3 Solució plantejada.....	15
2.3.1 Organització espacial de l'aula per al treball del Pensament Computacional.....	15
2.3.2 Organització temporal per al treball del Pensament Computacional.....	15
2.3.3 Utilització de recursos per al treball del Pensament Computacional.....	15
2.3.4 Recursos digitals per al treball del Pensament Computacional.....	16
2.3.5 Dinàmica per al treball del Pensament Computacional.....	17
2.3.6 Seqüència didàctica per al treball del Pensament Computacional.....	17
2.4 El B. I. T.....	18
3 Conclusions.....	21
4 Referències.....	22
5 Publicacions i/o congressos on presentar l'article.....	23

Aplicació de Tècniques de Pensament Computacional en aules escolars

J. Vives

30 de Novembre, 2014

Resum

És millor ser un consumidor o un creador de tecnologia? Avui dia és tema de debat en determinats cercles si val la pena o no aprendre a programar. Vivim envoltats d'ordinadors i equipaments tecnològics; no obstant això, durant els primers anys d'escolarització els nens n'aprenen molt poc sobre aquests. Així doncs, alguns països s'han avançat al futur que està per arribar i ja estan treballant per incloure (o han inclòs) en els seus currículums escolars assignatures per a treballar la que ha estat considerada com l'habilitat del segle XXI: el Pensament Computacional. El Pensament Computacional és un conjunt d'habilitats i tècniques orientades a la resolució de problemes que sorgeixen de l'estudi de la naturalesa de la informàtica. En el present article es planteja quins mecanismes existeixen per aplicar el pensament computacional en les aules escolars i s'analitzarà com s'està duent a terme aquesta implantació en diferents països. Finalment, es proposa i es desenvolupa una aplicació web basat en eines de programari lliure per tal d'introduir als infants alguns dels fonaments del Pensament Computacional a les seves aules.

Paraules Clau: Pensament Computacional, Currículum Escolar, Sistema Educatiu

1 Introducció

Al llarg d'aquest any han aparegut diverses notícies i articles en què s'anuncia que els infants del Regne Unit rebran classes de programació a l'escola a partir dels cinc anys en iniciar-se el curs escolar 2014. La Casa Blanca dona suport des de ja fa diversos anys a les activitats de l'anomenada *Codecademy* (entre moltes d'altres), que ofereix cursos gratuïts de programació a través d'Internet. Al Canadà existeix una secció del currículum escolar destinada específicament als estudis d'Informàtica (*Computer Studies*), no amb l'objectiu d'ensenyar a usar un ordinador sinó a entendre com funcionen. Israel ja fa anys que incorpora al seu currículum escolar, realitzat pel ministeri, cinc cursos optatius d'informàtica. Japó té una assignatura obligatòria d'Estudi de la Informàtica (*Information Study*) que busca desenvolupar la capacitat de resoldre problemes i la ciutadania digital entre els estudiants. Altres països com Finlàndia, Xina, Nova Zelanda i Estònia segueixen camins similars i és d'esperar que l'onada es vagi estenent als currículums educatius de molts més països [1].

D'on prové aquest interès en què els infants aprenguin a programar? La utilització dels ordinadors i l'aprenentatge de la programació en l'educació per tal de desenvolupar habilitats en els nens i joves, com per exemple l'abstracció i la resolució de problemes, no són res nou i és una qüestió que fa dècades que preocupa. Un dels seus impulsors, el

matemàtic *Seymour Papert* [2], deixeble directe del psicòleg *Jean Piaget*, va crear a finals dels anys 60 a l'*Institut Tecnològic de Massachussetts (MIT)* el llenguatge de programació *Logo* que, amb l'impuls local, va arribar a usar-se en diverses escoles del país als anys 80. *Logo* va ser dissenyat com una eina d'aprenentatge basant-se en les teories construccionistes de *Jean Piaget* [3] que expliquen que l'aprenentatge no és merament un procés de transmissió del coneixement, sinó que és un procés de construcció actiu per la ment de l'individu. Basant-se en aquestes idees, *Papert* va desenvolupar la *Teoria del construccionisme*, que fa referència al nivell de construcció del coneixement que es dona quan l'individu construeix un objecte del seu interès i pel qual està molt motivat.

Així durant la dècada dels 80 un dels pioners en l'aplicació de les teories construccionistes va ser el *Laboratori d'Intel·ligència Artificial del MIT*, amb els seus treballs sobre l'aplicació del llenguatge *Logo* en l'ensenyament. Darrere d'aquest entorn de programació hi havia la teoria construccionista de l'aprenentatge proposada per *Papert* anys abans, la qual va calar ràpidament entre la comunitat d'educadors. A més, en aquesta dècada moltes escoles de tot el món van començar a adquirir ordinadors personals, la qual cosa va possibilitar que l'ús de l'entorn de programació *Logo* s'implantés intensivament a l'educació primària. Va ser tal l'entusiasme generat per aquest llenguatge, que es van desenvolupar més de 180 intèrprets i compiladors de *Logo*, molts d'ells gratuïts.

No obstant aquest interès generat per *Logo* i el construccionisme, diversos factors van confluïr perquè en l'última dècada del segle passat i la primera d'aquest la programació d'ordinadors a les escoles decaigués lenta però inexorablement. Entre d'altres, per citar-ne alguna, *Logo* era un entorn en el qual els estudiants havien d'escriure instruccions mitjançant text, la qual cosa propiciava que equivocacions insignificants causessin errors en l'execució dels programes, i això alhora produïa alts nivells de frustració entre els estudiants. D'altra banda, la majoria de les versions gratuïtes de *Logo* tenien una interfície poc acurada; les versions més atractives eren, per contra, de pagament. A més, les limitacions en els mètodes de comunicació d'aquesta època (principalment, al fet de què no hi havia Internet) dificultaven conformar una comunitat àmplia i global entre els educadors que treballaven amb *Logo*. Finalment i també degut a l'auge dels ordinadors personals, molts centres educatius i docents d'informàtica de tot el món van decidir orientar l'ensenyament de la computació cap als paquets ofimàtics i altres aplicacions de productivitat enlloc d'ensenyar a programar. Aquesta visió eminentment pràctica va fer perdre el focus original, què ofería un enorme potencial.

La bona notícia per als que sempre han estat convençuts del potencial que té la programació d'ordinadors en el desenvolupament d'habilitats vinculades al pensament és que en els últims anys s'ha produït un nou "boom" en aquest sentit, possibilitant que la programació s'instal·li novament en els currículums de moltes institucions educatives. La profunditat de la revolució de les anomenades *Tecnologies de la Informació i la Comunicació* (TIC) ha despertat novament aquelles idees fundacionals d'aprofitar el desenvolupament d'habilitats que pot generar la programació d'ordinadors.

La investigació recent ha demostrat que infants de tan sols quatre anys poden entendre conceptes bàsics de programació i poden, fins i tot, construir robots simples [4][5]. Els estudis inicials de *Logo* van demostrar que quan s'ensenyava de forma estructurada, la programació pot ajudar a nens petits a millorar la memòria visual i el sentit numèric bàsic, a més de desenvolupar tècniques de resolució de problemes i habilitats lingüístiques [6]. Investigacions realitzades per *Papert* i *Resnick* també van demostrar que aprendre a programar pot produir canvis en la manera de pensar de l'individu [2]. Així, aquesta vegada, a la teoria construccionista de l'aprenentatge que ja es va posar en pràctica a la dècada dels 80 se li suma un nou factor: usar la programació per promoure el desenvolupament del Pensament Computacional, terme acunat per la investigadora *Jeannette Wing* [7] l'any 2006. El Pensament Computacional, tal i com va ser introduït per *Wing* en el seu article, engloba un conjunt d'habilitats que inclouen: el modelat i

l'abstracció; la divisió d'un problema en problemes més petits i manejables; la generalització per tal de resoldre, en comptes d'un problema en particular, la classe de problemes que el conté; i, finalment, la identificació de problemes i la formulació i prova de solucions com una sèrie de passos manipulables a través d'un algorisme.

Tal i com constaten alguns articles publicats en la mateixa època que el de *Wing* [8], la definició que la investigadora aporta per al terme Pensament Computacional és poc concreta, la qual cosa ha provocat certs debats entre la comunitat; en última instància, aquest ha estat un dels motius pels quals s'ha retardat la seva aplicació en els currículums escolars, doncs no existia una definició comuna sobre la qual construir un pla educacional. Recentment, però, el pensament computacional ha estat definit per ISTE i CSTA [9][10] com un procés de solució de problemes que inclou, entre d'altres: analitzar problemes, organitzar i representar dades de manera lògica, automatitzar solucions mitjançant pensament algorísmic, usar abstraccions i models, comunicar processos i resultats, reconèixer patrons, generalitzar i transferir. Per arribar a aquesta definició operativa, especialment formulada per a l'educació escolar, es van enquestar més de 700 docents de ciències de la computació, investigadors i professionals d'enginyeria de sistemes.

Entrant en detall, el Pensament Computacional és un tipus de pensament analític que té molt en comú amb determinats pensaments: el matemàtic, per exemple, per la seva relació amb la resolució de problemes; el de l'enginyeria, pel que fa als processos de dissenyar i avaluar; i el científic, en l'àmbit de l'anàlisi sistemàtic. Inicialment, el terme va emergir del treball pioner de *Papert* i els seus col·legues sobre ambients de programació construccionistes i basats en el dissenys; aquest fa referència a processos de resolució de problemes mitjançant algorismes i a l'adquisició d'habilitats en relació amb la tecnologia [2]. El fonament del Pensament Computacional és l'abstracció: abstraure conceptes de casos, i avaluar i escollir l'abstracció "correcta". L'elecció depèn de la selecció de dades ingressades o *inputs*, és a dir, la manipulació de variables i instruccions de computació, de l'observació d'efectes produïts o *outputs* (dades resultants); i del discerniment del que passa en el lapse intermedi [7].

Una idea a ressaltar de l'article de *Wing* és que descriu el Pensament Computacional com una habilitat fonamental per a tothom, no només per als professionals de l'àmbit de la informàtica. Així, *Wing* ressalta la idea de què a la lectura, l'escriptura i l'aritmètica, s'hauria d'afegir el Pensament Computacional al conjunt d'habilitats a ensenyar a cada infant, doncs aquesta implica resoldre problemes, dissenyar sistemes i comprendre el comportament humà, basant-se en els conceptes fonamentals de la informàtica [7].

En resum, el terme Pensament Computacional es refereix a una gamma d'instruments mentals que reflecteixen l'amplitud de l'àmbit científic de la informàtica. És, a més, una habilitat que transcendeix la informàtica i és transversal a totes les disciplines, donat que es basa en conceptes fonamentals de la ciència de la informàtica però no exclusius d'aquesta.

Així doncs, per què és important promoure que els estudiants de totes les edats desenvolupin el Pensament Computacional? Perquè aquest tipus de pensament els permetrà "*aprofitar els avantatges de les transformacions revolucionàries que els canvis tecnològics accelerats han produït i fer, a més, les seves pròpies contribucions per a la solució dels grans desafiaments del segle XXI*" [10].

2 Desenvolupament del tema de recerca

2.1 *Estat de l'art*

2.1.1 **El Pensament Computacional**

El Pensament Computacional es pot entendre com el procés de resoldre un problema per a la seva automatització (pel que fa a aspectes com l'eficiència, l'economia i el comportament humà). Quan hom s'enfronta a un problema computacional, s'ha d'entendre la naturalesa del problema i el seu context. En la recerca d'una solució cal pensar en l'arquitectura, l'usuari, les necessitats econòmiques, l'estructura i molts aspectes més. Es tracta doncs d'una tasca complexa que pot esdevenir en solucions inadequades si no es té prou experiència.

El procés de solucionar un problema mitjançant el Pensament Computacional s'inicia amb la descomposició d'un problema en peces més petites per tal de resoldre individualment cadascuna de les parts. Després de descompondre el problema, comença el treball amb l'abstracció, per determinar quines són aquelles peces que es poden usar per a una solució més general. Un cop hem realitzat l'abstracció i la generalització del problema, comença la cerca d'un algorisme que automatitzi la solució. L'algorisme ha de ser eficient i fàcil de replicar i mantenir. La solució també ha de considerar l'organització, el modelatge i la simulació de dades d'una manera adequada. Finalment, és necessari un llenguatge adequat per a la descripció de la solució. Tot això doncs, és el conjunt d'elements que conformen l'eina mental coneguda com a Pensament Computacional.

Més formalment, segons l'ISTE [11], el Pensament Computacional és un procés de solució de problemes que inclou (però no és limita a) les següents característiques:

- Formular problemes d'una forma que permeti usar ordinadors i altres eines per a solucionar-los.
- Organitzar i analitzar dades de manera lògica.
- Representar dades mitjançant abstraccions, com models i simulacions.
- Automatitzar solucions mitjançant pensament algorísmic.
- Identificar, analitzar i implementar possibles solucions amb l'objectiu de trobar la combinació de passos i recursos més eficients i efectiva.
- Generalitzar i transferir aquest procés de solució de problemes a una gran diversitat de problemes.

Si ens basem en la definició aportada per Selby i Woollard [12], podem donar la següent definició als conceptes que conformen el nucli del Pensament Computacional:

- *Pensament algorísmic*: es pot entendre com el procés d'arribar a una solució a través d'una definició clara dels passos. En comptes d'obtenir una resposta única, els estudiants desenvolupen un conjunt d'instruccions que, si es segueixen de manera precisa (per part d'una persona o un ordinador), condueixen a la solució d'aquest i dels problemes similars.
- *Avaluació*: és el procés de garantir que una solució algorísmica és bona, és a dir, que és apte pel seu propòsit. Cal avaluar diverses propietats dels algorismes que inclouen,

per exemple, si són correctes, si són prou ràpids, si són econòmics i fan un ús correcte dels recursos i si són útils per a la gent. Sovint és necessari arribar a una decisió de compromís, doncs no sempre hi ha una solució ideal per tots els casos. L'elecció serà vàlida sempre i quan s'hagi pres de manera sistemàtica i rigorosa.

- *Descomposició*: és el mecanisme que ens permet pensar sobre els problemes, algorismes, artefactes, processos i sistemes en termes de les parts que els componen. Les parts separades poden entendre's, solucionar-se, desenvolupar-se i avaluar-se de manera separada. Això fa que els problemes complexos siguin més fàcils de solucionar i els sistemes més grans més fàcils de dissenyar.
- *Abstracció*: és un altre mecanisme per simplificar la manera en què pensem en els problemes o en els sistemes. De manera simple, podem dir que consisteix en amagar els detalls, eliminant la complexitat innecessària. La dificultat rau en escollir el detall correcte a amagar de tal manera que el problema esdevingui més fàcil sense perdre res que sigui important. S'utilitza per fer més fàcil el desenvolupament d'algorismes i sistemes complexos. Un dels aspectes claus consisteix en l'elecció d'una bona representació d'un sistema, doncs representacions diferents fan fàcils aspectes diferents dels problemes.
- *Generalització*: és el procés de resoldre nous problemes basant-nos en problemes que haguem solucionat amb anterioritat. Podem agafar un algorisme que soluciona un problema específic i adaptar-lo per tal que resolgui tota una classe de problemes similars. Aleshores, cada vegada que hem de resoldre un nou problema d'aquest tipus, tan sols cal aplicar la solució general.

En resum, les tècniques anteriors s'utilitzen de manera conjunta per tal de resoldre problemes. El que resulta més important a l'hora d'usar-les però és que l'èmfasi ha de trobar-se en la pràctica de les habilitats i dels processos, i no en la producció de proves o resultats.

2.1.2 El Pensament Computacional als currículums escolars del món

Tot i la importància que han pres els ordinadors i altres ginys tecnològics programables en tots els àmbits de la societat d'avui en dia, la informàtica encara apareix en molts currículums escolars com una assignatura complementària durant els cicles educatius de primària i secundària.

Així, tot i que existeixen contínues referències a les TIC en els currículums educatius de primària i secundària, el desenvolupament d'aquesta matèria no va més enllà de treballar un conjunt bàsic d'eines ofimàtiques.

A poc a poc, es va consolidant en diversos països la tendència a considerar la informàtica com una matèria principal, desententant-se també del terme TIC (força ambigu), per recuperar el nom d'Informàtica.

Aquesta nova onada que sobretot afecta als països amb bons sistemes educatius, busca que els infants d'ara siguin capaços d'entendre i realitzar operacions complexes, en la que es necessita conèixer la filosofia de funcionament d'una màquina programable (més enllà d'un ordinador). Això és el que constitueix una de les bases del denominat Pensament Computacional, una capacitat fonamental que alguns autors i organismes consideren que totes les persones haurien de tenir i que s'hauria de treballar en tots els nivells del sistema educatiu [13], des de les primeres etapes educatives, amb la finalitat d'adquirir autonomia per a l'ús de qualsevol tecnologia actual i futura.

2.1.2.1 Anglaterra

Al llarg d'aquest any han aparegut diverses notícies i articles en què s'anuncia que els infants del Regne Unit rebran classes de programació a l'escola a partir dels cinc anys en iniciar-se el curs escolar 2014. L'origen d'aquest moviment es remunta al passat mes d'octubre de l'any 2011 en què l'informe "Next Gen" encarregat pel *Departament de Cultura, Mitjans de Comunicació i Esports* del Regne Unit va advertir que encara que el país té un gran potencial en el sector dels videojocs i els efectes especials, la formació en programació a les escoles encara brilla per la seva absència, fent perillar un futur prometedor [14]. Després d'aquests tocs d'atenció, la comunitat informàtica d'Anglaterra va encarregar a la *Royal Society* investigar l'estat de l'ensenyament de la informàtica a les escoles, la qual cosa va esdevenir en la publicació de l'informe *Shut Down or Restart?* el gener de 2012 [15]. Entre les seves recomanacions s'inclouïa un canvi de nom de les *Tecnologies de la Informació i la Comunicació (TIC)*, suggerint una possible divisió entre l'alfabetització digital, la tecnologia de la informació i les ciències de la computació, proposant "Informàtica" com un terme paraigua per englobar al conjunt dels tres conceptes. Amb aquestes preocupacions en ment, el Secretari d'Estat d'Educació va anunciar al *BETT Show 2012 (British Educational Training and Technology Show)* que, a partir del setembre de 2012, s'abolien el vell programa d'estudi i els objectius a assolir, permetent a les escoles desenvolupar els seus propis esquemes de treball, i donant-los l'oportunitat d'ensenyar programació i altres aspectes de les ciències de la computació. L'objectiu, segons declaracions del Secretari, era mantenir les *TIC* al Currículum Nacional però amb un nou programa d'estudi.

Posteriorment el mateix any, el *Department for Education (DFE)* va anunciar que la *British Computer Society* i la *Royal Academy of Engineering* coordinarien la redacció d'aquest nou programa d'estudi a partir de les indicacions proporcionades per algunes parts interessades del món de la informàtica i l'educació. Un cop confeccionat, aquest esborrany va ser revisat pel *DFE*, aplicant, entre d'altres, el canvi de nom dels estudis de *TIC (ICT, Information and Communications Technology)* a *Informàtica (Computer Science)*. Posteriorment, després de diverses consultes públiques, hi va haver noves revisions, publicant-se la versió final el setembre de 2013, i a punt per entrar en vigor a totes les escoles el setembre de 2014.

El govern anglès no ha aturat el seu procés de canvi després de la redacció del nou currículum: aquest any ha llançat una campanya en què ha nomenat l'any 2014 com *Year of Code (l'Any de la Programació)*. L'objectiu és encoratjar les persones d'Anglaterra a programar per primera vegada al llarg del 2014, per tal que descobreixin les possibilitats de la programació i per canviar la manera en què la gent veu la informàtica, permetent que els habitants d'Anglaterra puguin obtenir el màxim del món que els envolta [16].

El nou Currículm Nacional d'Anglaterra [17] situa l'educació en informàtica a través de dues àrees d'aprenentatge principals: "Informàtica" i l'estudi de "Disseny i Tecnologia". La Informàtica, com una matèria, és un element d'estudi requerit a través del currículum, mentre que l'estudi de Disseny i Tecnologia és un component necessari al llarg de les Etapes 1- 3 (dels 5 als 14 anys), adreçat a l'educació primària i secundària. A l'Etapa 4 (dels 14 als 12 anys), els alumnes poden optar per estudiar un aspecte de la tecnologia de la informació en profunditat.

- *Informàtica*: el pla d'estudis d'Informàtica s'enfoca explícitament al desenvolupament de les habilitats del Pensament Computacional, incloent la comprensió dels conceptes fonamentals d'aquest, la capacitat d'analitzar problemes i desenvolupar programes que solucionin aquests problemes, així com l'avaluació de solucions tecnològiques. A

L'Etapa 1 (dels 5 als 7 anys), els estudiants tenen una exposició directa als llenguatges de programació, incloent l'habilitat de crear i depurar programes senzills, així com ciber-seguretat i alfabetització digital. A l'Etapa 2 (dels 7 als 11 anys), els estudiants desenvolupen habilitats de programació més complexes, incloent la descomposició, la iteració i selecció, raonament lògic i detecció d'errors. A l'Etapa 3 (dels 11 als 14 anys) es treballa a un nivell més abstracte, explorant l'abstracció computacional que modela els problemes del món real, els algorismes d'ordenació i de cerca, la utilització de dos o més llenguatges de programació, la modularitat i la descomposició, així com la representació digital.

- *Disseny i tecnologia*: a l'Etapa 1 (dels 5 als 7 anys), els alumnes exploren el disseny, la creació i l'avaluació de la tecnologia, amb èmfasi en les estructures físiques i, si cal, de les TIC. A l'Etapa 2 (dels 7 als 11 anys), l'alfabetització digital i el Pensament Computacional prenen més protagonisme, incorporant l'ús d'eines de modelat i disseny assistit per ordinador. A l'Etapa 3 (dels 11 als 14 anys), el desenvolupament es duu a terme mitjançant eines d'alfabetització digital i de Pensament Computacional, juntament amb un estudi de l'impacte ètic i social de la tecnologia, i consideracions sobre la cultura i les necessitats de l'usuari en el disseny.

2.1.2.2 **Canadà**

Segons la OCDE [18] el Canadà és el país amb major nivell educatiu i, com no podia ser d'altra manera, disposa al seu currículum [19] d'una secció específica per a la Informàtica (*Computer Studies*). L'objectiu que es persegueix amb aquests estudis és aprendre com funciona un ordinador, allunyant-se de la visió més tradicional de tan sols aprendre a com usar-lo. A la vegada, és més que simplement aprendre a programar: es pretén abastar els processos informàtics i algorísmics, el disseny i aplicació del programari i maquinari, i l'impacte que té tot això en la societat.

Tal i com es reflecteix en el currículum es vol ensenyar als estudiants un conjunt d'habilitats genèricament útils, que els permetin comprendre els fonaments de la tecnologia actual i els prepari per les tecnologies emergents, construint una base sòlida per aquells alumnes que vulguin continuar la seva formació amb estudis superiors de l'àmbit de les ciències.

Així, al currículum s'especifiquen quatre àrees d'aprenentatge en els estudis d'Informàtica:

- *Desenvolupament de programari* (incloent la gestió de projectes i principis d'enginyeria del programari)
- *Algorismes i estructures de dades*
- *Correctesa de programes i eficiència*
- *Responsabilitat ètica i professional*

Aquests estudis s'ofereixen en tres tipus diferents de cursos, i els alumnes escullen depenent dels interessos, els assoliments o objectius d'aprenentatge. Els diversos cursos són:

- *Cursos de preparació universitària (university preparation courses)*: estan dissenyats per preparar els alumnes amb els coneixements i habilitats que necessitaran per complir els requeriments d'accés als programes universitaris. Aquests cursos

permeten als estudiants explorar els fonaments teòrics de la informàtica, dissenyar programari, gestionar projectes informàtics, així com adquirir coneixements sobre criptografia i intel·ligència artificial.

- *Cursos de preparació per escoles d'educació superior (college preparation courses)*: estan dissenyats per preparar els alumnes amb els coneixements i habilitats que necessitaran per complir els requeriments d'accés als programes d'escoles d'educació superior o a programes de formació professional. Aquests cursos es centren en l'adquisició d'habilitats de desenvolupament de programes, permetent treballar estratègies i eines habituals per a la resolució de problemes, així com treballar la programació de programes personalitzats i/o a mida, treballar amb paquets de programari existents, crear i manipular bases de dades i utilitzar llenguatges de tipus script.
- *Cursos oberts (open courses)*: estan dissenyats per ampliar els coneixements i habilitats dels estudiants en les matèries que reflecteixin els seus interessos i per preparar-los per a la participació en la societat, enfront a un enfocament més específic. Aquests cursos són adients per aquells estudiants interessats en explorar com es fan servir els ordinadors per a resoldre problemes, proporcionant l'oportunitat d'explorar els processos de pensament lògic utilitzat en el disseny de solucions a problemes, així com adquirir coneixements bàsics de programació d'ordinadors.

2.1.2.3 **Israel**

Israel, el segon país en la classificació de l'OCDE, posseeix des de fa anys un currículum ministerial realitzat per experts pensat per a secundària [20] en el que es prescriuen 5 cursos d'informàtica optatius:

- *Fonaments d'algorismia i programació*: aquest curs proporciona els fonaments per a tot el programa. És el que presenta els conceptes bàsics d'algorismia i, en paral·lel, ensenya com s'implementen els algorismes en un llenguatge de programació procedimental.
- *Disseny de software*: aquest curs és la continuació dels Fonaments. Es concentra en les estructures de dades, introduint els tipus de dades abstractes en el procés. El curs va més enllà dels algorismes independents, presentant el disseny de sistemes complets.
- *Segon paradigma (lògic, funcional, sistema)*: aquest curs introdueix a l'estudiant a un segon paradigma de programació, el qual és conceptualment diferent a l'enfocament procedural presentat en els cursos anteriors.
- *Aplicacions*: aquest mòdul es concentra en alguns tipus generals d'àrees d'aplicació, com poden ser els gràfics per ordinador i els sistemes d'informació.
- *Teoria*: aquest curs pretén exposar als alumnes alguns temes seleccionats de la informàtica.

Existeixen tres possibles programes d'estudi que es poden construir amb aquests cursos: un programa de baix nivell de 90 hores (un curs), un programa de nivell mitjà de 270 hores (tres cursos) i un programa complet de 450 hores (cinc cursos) amb orientació clarament científica pensat per als estudiants que tinguin intensió de continuar els seus estudis en un camp de la informàtica o relacionat amb ell [21].

El programa fa èmfasi en els fonaments d'algorísmia i ensenya la programació com un medi d'aconseguir que l'ordinador dugui a terme un algorisme.

2.1.2.4 Japó

És el tercer país en la classificació de l'OCDE i ja té una assignatura obligatòria d'"*Information Study*", les competències principals del qual són el desenvolupament de capacitats de resolució de problemes i la ciutadania digital [22]. Així, es pretén ajudar als estudiants a comprendre els rols i funcions dels ordinadors, així com desenvolupar la capacitat per a l'ús d'aquests i la informació que manipulen. Les principals àrees de contingut inclouen:

- Els ordinadors i la societat
- Maquinari, programari i aplicació dels programes

Aquesta assignatura és obligatòria per a tots els estudiants d'educació secundària com a part de la seva educació en l'àmbit de la informàtica. Aquesta matèria va ser implantada l'any 1999 pel *National Course of Studies* però en una revisió posterior (l'any 2002) es va constatar que els objectius que es cercaven (com per exemple el desenvolupament d'habilitats de resolució de problemes i la ciutadania digital) no s'havien assolit tan satisfactòriament com s'esperava. En el seu anàlisi *Toshiki Matsuda* deixava entreveure que això resulta de la manca de competències professionals per part dels docents. Així, es van posar en funcionament dos mecanismes d'e-learning per a professors de tal manera que fossin capaços de dissenyar i dur a terme activitats que fomentessin "el pensament informàtic i sistemàtic" entre els estudiants.

Dels 6 als 12 anys l'aprenentatge de la Informàtica s'integra amb altres assignatures, essent usada com una eina transversal al currículum, [23] a través de la pràctica en l'ús de paquets de programari (per exemple, ofimàtics). Posteriorment, en la segona etapa (dels 12 als 14 anys), els estudiants treballen aplicacions més tècniques de la Informàtica: començant per conceptes bàsics, com l'ús de fórmules en fulles de càlcul o la comprensió de què és un programa, fins arribar més endavant a l'escriptura i/o adaptació de programes, la construcció de xarxes o l'administració de sistemes. En aquesta etapa, també és possible realitzar un curs de *mecatrònica* [24], una combinació de la mecànica i l'electrònica, l'objectiu del qual és promoure la comprensió dels coneixements fonamentals i les habilitats relacionades amb aquest àmbit així com conèixer-ne la seva aplicació. Les àrees de contingut d'aquest curs inclouen màquines i dispositius bàsics, sensors, conversió analògica - digital, actuadors, mecànica i sistemes de transmissió d'energia.

2.1.2.5 Estats Units

Al quart país, Estats Units, la competència per regular el currículum educatiu resideix en cadascun dels estats. En la majoria d'ells directament no s'ensenya informàtica, o és una simple assignatura optativa que no forma part del nucli del currículum. Emperò, la Casa Blanca dona suport des de ja fa diversos anys a les activitats de l'anomenada *Codecademy* (entre moltes d'altres), que ofereix cursos gratuïts de programació a través d'Internet. Des de setembre de 2010 la *National Science Foundation* (NSF) va iniciar el programa d'*Educació de la Informàtica per al segle XXI* (*Computer Education for 21st Century, CE21*) per desenvolupar les competències del Pensament Computacional entre els estudiants k-14¹ i els mestres. El *CE21* fa especial èmfasi en les activitats que donen

¹ Els estudiants d'entre 11 i 14 anys.

suport al Projecte *Computer Science 10K (CS10K)*, una iniciativa llançada per la *NSF* que té com a objectiu catalitzar una revisió del pla d'estudis de l'escola secundària i preparar més de 10.000 professors per ensenyar a més de 10.000 instituts a partir de l'any 2015.

Mentre no existeixi una directiva governamental que estableixi per a tots els estats com s'ha d'incloure la Informàtica al currículum escolar, és possible trobar idees per introduir la programació i el Pensament Computacional a les escoles dels EUA. Entre d'altres, la CSTA [9] inclou:

- *Clubs de TIC extraescolars*, que podrien incloure per exemple: Clubs de Robòtica, Clubs de Makers o Clubs de Disseny de Videojocs.
- *Classes de programació*, consistents en convidar professionals del món de les TIC perquè duguin a terme formació en programació 1 o 2 dies a la setmana a la pròpia escola.
- *Exposicions i Fires*, on els alumnes puguin presentar i demostrar el funcionament dels treballs que hagin desenvolupat en les seves classes de programació o clubs de TIC.
- *Projectes de Classe*, dirigits per professors de l'àrea de tecnologia i basats en "demandes del món real".
- *Competicions escolars basades en Pensament Computacional*, diferenciades per nivells o edat, en la que puguin participar els alumnes de l'escola i que pugin servir com a preparació per a competicions similars a nivell nacional.
- *Mentoratge*, consistent en la creació d'una mena de *Helpdesk* dirigit pels propis estudiants.

2.1.2.6 Nova Zelanda

El cinquè país de la llista de l'OCDE, Nova Zelanda, disposa d'una matèria genèrica de "Tecnologies Digitals", (*Digital Technologies*) [25] que es pot contextualitzar en una variant "Informàtica i Programació", que inclou alguns conceptes de ciències de la computació i enginyeria del software, disseny de programes i construcció de programes. Aquesta matèria s'imparteix als alumnes d'entre 11 i 13 anys i ofereix un conjunt d'eines i experiències d'aprenentatge pensades per a professors o estudiant (ja siguin principiants o experts en la matèria).

Més específicament els conceptes que es treballen a l'assignatura de "Tecnologies Digitals" són:

- *Electronics & controls*: els alumnes aprenen a examinar i desenvolupar electrònica analògica, electrònica digital, components i sistemes de tal manera que puguin dissenyar, construir i localitzar avaries en circuits i/o microcontroladors. Així els alumnes seran capaços de:
 - Demostrar la comprensió dels dispositius, conceptes i estàndards que subjauen el disseny i la construcció de components electrònics i els sistemes de programari incrustat.
 - Assamblar, programar, testejar, depurar i modificar components electrònics i els sistemes de programari incrustat.

- Dissenyar i analitzar sistemes per a resoldre problemes utilitzant elements electrònics i de programari.
- *Programming & software*: els alumnes treballen la representació de dades i el desenvolupament d'habilitats bàsiques de programació, així com l'aplicació d'estructures de dades per a produir una solució. Així els alumnes seran capaços de:
 - Demostrar la comprensió dels conceptes d'Informàtica i d'Enginyeria del Programari.
 - Entendre, seleccionar i dissenyar tipus de dades, estructures de dades, algorismes i estructures de programació per a un programa que compleixi els requisits d'usuari, així com el disseny d'interfícies.
 - Llegir, entendre, escriure i depurar programes usant un llenguatge de programació, les eines i els processos de programari escaients.
- *Business technology*: els alumnes aprenen a usar programari de productivitat, veuen casos d'estudi del sector de la indústria, així com l'aplicació de la tecnologia per donar suport a la vida quotidiana. Així els alumnes seran capaços de:
 - Demostrar la comprensió del rol de les eines i sistemes digitals en la gestió la informació.
 - Usar eines digitals per dissenyar i construir sistemes per gestionar informació de propòsit específic.
- *Digital media*: els alumnes treballen diferents àrees de coneixement que inclouen el disseny web, medis interactius, animació i dissenys gràfic. L'objectiu és produir solucions que permetin comunicar eficaçment mitjançant una o més aplicacions de medis digitals. Així els alumnes seran capaços de:
 - Demostrar la comprensió dels diversos tipus de medis digitals, i com es creen.
 - Crear i publicar productes digitals de qualitat usant les eines adequades.
- *Digital environments & systems*: els alumnes aprenen quins són els components d'un ordinador, així com les característiques tècniques de les xarxes i els sistemes electrònics. Així els alumnes seran capaços de:
 - Demostrar la comprensió de les infraestructures digitals: maquinari, programari, xarxes i els seus components.
 - Ser capaços de dissenyar i avaluar el rendiment d'una infraestructura digital.
 - Ser capaços de construir, configurar i mantenir programari, incloent la instal·lació de programari.
- *Digital society*: els alumnes treballen l'ús ètic i apropiat de les tecnologies digitals, analitzant l'impacte de les tecnologies digitals en la societat. Així l'alumne serà capaç d'analitzar i comparar les solucions digitals per als problemes contemporanis.
- *Digital concepts & tools*: els alumnes aprenen conceptes bàsics que apliquen a totes les "Tecnologies Digitals".

2.1.3 El Pensament Computacional al currículum d'Espanya

Tot i les diverses reformes que ha sofert la LOMCE (*Ley Orgánica de Mejora de la Calidad Educativa*), encara no s'ha fet el pas endavant d'incorporar la Informàtica com a matèria troncal, mantenint una presència marginal al currículum espanyol. Tot i això, aquest fet es pot pal·liar mitjançant la definició d'una assignatura amb estructura i continguts concrets, orientada al Pensament Computacional i a la formació de creadors, establerta dins dels límits d'actuació de les autonomies en les competències d'educació. L'objectiu d'aquesta assignatura hauria de ser ajudar en la formació de competències de creativitat i resolució de problemes, permetent als alumnes (i per extensió al propi país) afrontar els desafiaments d'un futur tecnològic.

2.2 Aportació a l'art

2.2.1 El Pensament Computacional a les aules d'Espanya

Tot i que al llarg dels seu text la LOMCE fa referència i ressalta la importància de les noves tecnologies a la societat actual, l'enfocament que en fa és en referència a l'ús de les Tecnologies de la Informació com a eines per a la cerca d'informació o per a la utilització d'aplicacions ofimàtiques o d'algun altre propòsit específic. En cap cas apareix la Informàtica com objecte d'estudi en si.

Així doncs, tal i com està plantejada la legislació no es pot introduir la Informàtica com a una assignatura troncal o com a part del contingut d'alguna assignatura troncal. Ara bé, si que existeix la possibilitat de què les comunitats autònomes especialitzin el seu currículum introduint matèries específiques. Per tant, es pot treballar en aquesta línia, afegint assignatures que treballin segons el que ja planteja el model anglès: una matèria principal on es tracti de manera rellevant el Pensament Computacional i es proporcioni als alumnes un coneixement més exacte de què és la Informàtica i, sobre tot, de què no és.

Desafortunadament, ningú sap ben bé com ensenyar el Pensament Computacional. Programar la solució d'un problema requereix que l'alumne trobi diferents maneres d'abordar-lo i de plantejar solucions. Aprendre a resoldre problemes amb l'ajuda d'un ordinador prepara als estudiants per enfrontar-se amb qualsevol tipus de problema plantejat sòlida i metòdicament més enllà de la tecnologia disponible. Aquesta pràctica facilita que aconseguixin resoldre problemes fins i tot sense l'ús intencional de màquines, afavorint les habilitats del pensament. Emperò, alguns estudis suggereixen que, per exemple, és poc probable que els estudiants d'arquitectura puguin aprendre'n simplement duent a terme un curs de programació o un curs que ensenyi específicament habilitats del pensament. Sense un esforç important per part dels instructors i dels alumnes, els alumnes novells que estudien un llenguatge de programació tendeixen a demostrar un rendiment molt pobre, particularment en el disseny de programes [26]. Tampoc sembla que guanyin beneficis addicionals, com la millora en la seva habilitat de resoldre problemes, quelcom que esperaríem com a part del Pensament Computacional [27]. Aquests resultats indiquen que l'ensenyament del Pensament Computacional requereix d'un enfocament diferent.

El repte que afronten els educadors que volen ensenyar habilitats i eines del pensament és el dels *coneixements transferibles*. Aquest és un coneixement aplicat fora del context en què va ser après, és a dir, totalment al contrari de l'*aprenentatge mecanitzat*. Hi ha dos tipus de bàsics de transferències: la *transferència propera* i la *transferència llunyana*. Considerem un estudiant que aprèn una tècnica particular per generar de manera

procedimental un sistema de panells per a sostres. Si l'estudiant entén que el mètode per generar panells es pot usar també per construir parets i sostres usant el mateix programari, això demostraria una transferència propera en l'aprenentatge. Si el mateix alumne aplica la lògica del sistema de generació de panells en un llenguatge per a definir parcel·les d'immobles, això seria una prova de transferència llunyana en l'aprenentatge. Així, la transferència és desitjable perquè fa l'aprenentatge més eficient tant per l'estudiant com pel professor. Si l'objectiu és graduar estudiants que puguin aplicar idees de la programació per dissenyar i adaptar-se al canvis en la tecnologia, l'ensenyament per transferència ha d'esdevenir una prioritat.

La transferència poques vegades succeeix de manera espontània, ni tan sols amb una pràctica significativa. El coneixement procedimental, com per exemple seguir instruccions per usar un programa, és especialment propens a l'aprenentatge mecanitzat. Es requereix un tipus específic d'ensenyament per alliberar-se'n. Així, per ajudar als estudiants a esdevenir pensadors computacionals flexibles, cal usar mètodes i materials que hagin demostrat ajudar en la transferència. Així, a l'hora de dissenyar un curs en què es treballi el Pensament Computacional s'han de tenir tres aspectes fonamentals al cap:

- En primer lloc, les demostracions de programari necessiten tenir en compte diversos contextos. Això ha de ser així perquè els estudiants arribin a identificar quan s'aplica una tècnica o idea en particular, i si hi ha excepcions. La majoria de cursos poques vegades exploren prou casos com perquè això succeeixi.
- En segon lloc, la transferència s'ha de produir conscientment. Els estudiants han de ser guiats i encoratjats a extreure els principis o resultats per si mateixos. Han d'estudiar intensament els exemples i no passar-hi "de puntetes", de tal manera que no se'ls expliqui el resultat, si no que el descobreixin.
- Finalment, la transferència depèn de la metacognició o, el que és el mateix, "pensar en pensar". S'ha d'ensenyar als alumnes a examinar el tipus de tasca que han de dur a terme, determinar quins principis s'apliquen i adaptar o corregir el seu procediment si sembla que aquest no està funcionant.

Ensenyar aquests fonaments requereix d'una preparació extensa i una gestió acurada de les classes, però el resultat que s'obté és el de convertir l'aprenentatge d'un procés passiu a un procés actiu.

A l'hora d'ensenyar el Pensament Computacional, també és molt recomanable no aïllar-lo en una assignatura del currículum. En comptes d'això, és millor procurar que aquest coneixement s'estengui al llarg dels anys i, si pot ser, en diverses assignatures. L'experiència suggereix que els alumnes necessiten temps i pràctica per desenvolupar aquesta habilitat.

Així doncs i tal i com ja s'ha exposat en apartats anteriors, els beneficis i avantatges que la Informàtica i el Pensament Computacional poden aportar a l'educació dels nostres infants són diversos i molt positius, emperò no existeix un criteri comú arreu del món sobre com introduir aquests coneixements als estudiants i són varis els enfocaments i metodologies aplicats, tot i que encara no es troben estesos al nostre territori.

En el següent apartat doncs, pretenem aportar un possible model que serveixi com a solució per a la implantació de la Informàtica i el Pensament Computacional a les nostres aules. A més, per tal de realitzar una introducció a alguns dels aspectes fonamentals del Pensament Computacional a les aules escolars (en qualsevol nivell educatiu però, preeminentment, als alumnes de primària), s'ha desenvolupat una petita aplicació web que permeti als alumnes treballar amb la representació de la informació en diversos sistemes representacionals habituals.

Aquest enfocament és poc habitual doncs, com es pot constatar per com han decidit introduir la Informàtica i el Pensament Computacional entre els infants els països esmentats en apartats anteriors, la via escollida acostuma a ser l'aprenentatge de la programació. Això implica que la majoria d'eines de treball desenvolupades en aquest sentit es centrin a fer "més fàcil i atractiu" el món de la programació als estudiants, com per exemple l'entorn de programació *Scratch*, deixant de banda altres aspectes (com la representació de la informació) que també formen part del nucli del Pensament Computacional.

Així el model i l'eina proposada es diferencien de la resta de solucions actuals doncs ofereixen un camí d'entrada alternatiu (o, més probablement, complementari) als mecanismes més tradicionals que es poden trobar actualment a les escoles d'arreu del món.

2.3 Solució plantejada

Tot seguit es presenten una sèrie d'elements clau a tenir en compte a l'hora de crear un model per a la introducció de la Informàtica i el Pensament Computacional a les aules espanyoles. La proposta és vàlida per als alumnes de primària (entre els 6 i els 16 anys, aproximadament) doncs és en aquesta franja quan els estudiants en poden extreure un major benefici (assentant coneixements i hàbits que poden resultar útils transversalment en diverses matèries i en etapes educatives posteriors), però també es pot fer extensible a secundària (alumnes fins als 18 anys).

2.3.1 Organització espacial de l'aula per al treball del Pensament Computacional

Una possible opció per a la introducció del Pensament Computacional a les aules pot ser l'ús del model 1:1, consistent en la distribució d'ordinadors portàtils a estudiants i a docents de forma individual, de manera que cadascú pugui realitzar múltiples tasques, aconseguir un accés personalitzat, directe, il·limitat i ubiqüo a les tecnologies de la informació, donant lloc, de manera simultània, a una vinculació entre si i amb altres xarxes, en un temps que excedeix el de la concurrència escolar. Tradicionalment, les classes d'informàtica s'han realitzat en un laboratori destinat aquest fi, però el model 1:1 aporta el benefici d'utilitzar l'espai d'aula quotidià sense necessitat del trasllat del grup d'alumnes a un altre ambient. A l'aula es farà servir una dinàmica de taller, i es facilitarà el treball col·laboratiu i l'intercanvi d'informació, permetent la creació de coneixement i aprenentatge participatiu, i no només comunicació sinó co-creació [28].

També cal tenir en compte que l'escriptori físic del professor ha d'assumir una funció mòbil i que el docent ha d'assumir el rol d'animador, guia i facilitador de l'aprenentatge.

Finalment, cal assegurar que les màquines es trobin en òptim estat de funcionament en el moment d'utilitzar-se per tal de què el docent pugui dedicar-se plenament a l'objectiu d'aprenentatge i no hagi d'ocupar-se dels problemes tècnics que puguin sorgir.

2.3.2 Organització temporal per al treball del Pensament Computacional

Es planteja cursar la matèria d'Informàtica durant 2 hores a la setmana per cada grup classe.

Les possibilitats de connexió des de l'aula de classe i des d'altres espais escolars, així com també fora de l'entorn escolar, afavoreixen l'ús d'un espai virtual fora dels horaris de classe. Així, es recomana la posada en marxa d'algun tipus de xarxa social restringida entre els alumnes o, si s'escau, un LCMS (*Learning Content Management System*).

Els continguts de l'assignatura d'Informàtica s'han de seqüenciar per ser desenvolupats al llarg dels tres trimestres de classes del calendari escolar.

2.3.3 Utilització de recursos per al treball del Pensament Computacional

En aquesta opció que s'està plantejant en la que ens basem en un model 1:1, també es pot valorar ampliar el model per incorporar qualsevol dispositiu que puguin portar els alumnes, seguint el model BYOD (*Bring Your Own Device*). Mitjançant aquest model d'ús de dispositius tecnològic es facilita que cada alumne pugui accedir a l'espai d'aprenentatge per compte propi i autònomament, durant les hores de classe o fora d'elles.

És necessari tenir en compte que l'alumne requereix d'un docent assessor que el capaciti en els coneixements mínims requerits en l'ús de les tecnologies digitals que s'estan plantejant en aquesta proposta. Així, no sembla molt probable que l'alumne pugui utilitzar i mantenir el seu equip sense l'assistència d'un docent amb coneixements d'informàtica en general i d'inclusió de TIC en particular. Així els alumnes necessiten que se'ls expliqui i capaciti en diversos continguts tecnològics i informàtics per afrontar la responsabilitat d'utilitzar els seus propis dispositius com a assistents de l'aprenentatge. Entre els coneixements i capacitats mínims necessaris que sembla que caldria desenvolupar en els alumnes destaquen: identificar i operar les funcions bàsiques d'un sistema operatiu, resoldre autònomament problemes tècnics com la configuració de so, pantalla, teclat i altres components; comprendre el concepte de xarxa, reconèixer els avantatges associats a l'ús de xarxes, realitzar la configuració d'accés a xarxes wifi, etc.; realitzar descàrregues i actualitzacions de navegadors, utilitzar adequadament un processador de textos, efectuar cerques efectives i avançades a la web, etc.

Un alumne no desenvolupa ni obté (en la majoria de casos) aquests coneixements per si sol, per tant, sembla necessari disposar d'algunes hores de classe prèvies per a treballar algunes d'aquestes capacitats. Aquesta formació els permetrà emprendre les activitats proposades i realitzar-les de manera autònoma, així com afrontar amb més garanties un futur (personal i professional) cada vegada més digitalitzat.

Totes les tasques de creació i producció que realitzin els alumnes les duran a terme en suports digitals i s'hi accedirà des dels espais virtuals disponibles per a tal fi. A través d'aquestes espais virtuals, es pot portar un registre de l'aprenentatge de cada alumne, que servirà al docent per confeccionar els informes d'avaluació individual.

En el model proposat es fomenta l'aprenentatge a partir de l'error tenint en compte que els entorns usats han de permetre realitzar i emmagatzemar diferents versions i correccions en les produccions. S'entén que si bé no es requereix massa formació tècnica per iniciar-se en l'entorn, els alumnes hauran d'estar prèviament capacitats per utilitzar el programari requerit a fi d'agilitzar el procés d'aprenentatge i focalitzar-lo en els continguts específics planificats.

Es preveu un treball individual, però és possible un treball en parelles o en petits grups per propiciar el contacte amb el pensament dels altres i beneficiar-se en la presa de decisions per a la resolució efectiva dels problemes plantejats.

El model 1:1 proposat també té en compte que els alumnes tindran un accés il·limitat a l'entorn (fora de l'abast o presència del docent), podent continuar la producció a qualsevol lloc on es trobin.

2.3.4 Recursos digitals per al treball del Pensament Computacional

Per a potenciar l'aprenentatge en el model 1:1 plantejat, es poden usar gran diversitat d'eines (depenent de l'enfocament de cada centre o comunitat autònoma): LCMS, xarxes socials, entorns de programació online, etc. Emperò, cal assegurar-se que les aplicacions a usar es trobin preinstal·lades en les màquines de cada alumne abans d'iniciar la sessió didàctica. Els alumnes han de comptar amb el suport i assessorament dels docents, als quals podran sol·licitar ajuda i recórrer-hi quan els hi aparegui algun dubte sobre el procés.

Per dur a terme una introducció a algunes de les tècniques de Pensament Computacional, es recomana tenir, com a mínim, el següent programari instal·lat o accessible des dels equips dels alumnes:

– Sistema operatiu GNU / Linux

– Navegador Google Chrome

– Aplicació web B. I. T. (Binary Intensive Training), desenvolupada en el marc d'aquest estudi

S'ha optat, sempre que sigui possible, per treballar amb programari lliure doncs, d'entrada, suposa un estalvi econòmic per a les escoles (tot i que aquest és un benefici secundari). L'estalvi és possible perquè el programari lliure dóna a les escoles (i a qualsevol altre usuari) la llibertat de copiar i redistribuir el programari. Així, el sistema educatiu pot entregar una còpia dels programes a totes les escoles i cadascuna d'elles pot instal·lar-lo en tots els ordinadors que tingui sense haver de pagar. A més, les escoles tenen una missió social i moral: la d'ensenyar als alumnes a viure en una societat digital lliure, lliure del domini de les megacorporacions, i a compartir i ajudar als altres. Tot això és possible gràcies als principis que regeixen el programari lliure.

2.3.5 Dinàmica per al treball del Pensament Computacional

L'actitud positiva del docent en quant a la inclusió dels dispositius tecnològics és un factor important per fomentar en els alumnes les ganes d'aprendre. Obtenir l'èxit en la seva funció educativa depèn en gran part d'aquesta qualitat.

A més tenint en compte l'atracció que la tecnologia exerceix en els alumnes, s'espera que els estudiants sentin plaer pel que fan i aconseguen, treballant motivats i amb una actitud positiva, desenvolupant així també la seva intel·ligència emocional.

Els recursos usats per a treballar han de permetre recuperar les activitats realitzades per al seu anàlisi i avaluació posterior. Els exercicis s'han de poder recuperar durant el procés de realització dels mateixos i en acabar-los.

2.3.6 Seqüència didàctica per al treball del Pensament Computacional

El docent ha de presentar el tema amb el suport de les plataformes digitals escollides, brindant l'accés al material i indicant les pautes de treball. Els alumnes, en conèixer ja el funcionament de les plataformes, minimitzen el tems d'adaptació a l'entorn.

Seguidament, es presenta el problema a resoldre per al qual s'utilitzarà el Pensament Computacional com a procés per a solucionar els problemes. Els alumnes programaran, codificaran i descodificaran caràcters, paraules i textos mitjançant les eines que els proporcionaran les plataformes digitals, permetent-los una aproximació a l'entendiment dels elements que conformen el nucli del Pensament Computacional.

En finalitzar un exercici, aquest queda registrat al sistema, el qual realitza una correcció i una valoració de la correctesa de l'activitat respecte a la solució i el temps emprat per resoldre-la.

2.4 *El B. I. T.*

Les persones usem els ordinadors per representar tot tipus d'informació, doncs la informació representada en un ordinador té una sèrie de característiques molt valuoses. Així doncs, què és una representació? Un sistema representacional consisteix en una relació entre un *domini del nostre interès* amb un *domini de representació*, en el qual la feina és més fàcil de realitzar. Els avantatges que comporta una representació computacional d'aquest tipus són:

–L'automatització reemplaça operacions manuals o mentals costoses per operacions electròniques, molt més ràpides i econòmiques.

–Les representacions computacionals es poden emmagatzemar i transmetre de manera senzilla i econòmica.

–Les representacions computacionals aporten avantatges en el comportament de la informació (per exemple, l'addició de mecanismes de verificació en el procés de transmissió d'informació)

Un dels fonaments del Pensament Computacional consisteix en veure com podem crear representacions computacionals d'allò que ens interessa. Així doncs, pot resultar útil introduir els alumnes a alguns dels sistemes de representació més habituals (entre d'ells, i sobretot, el sistema binari), mostrant exemples de com qualsevol tipus d'informació (nombres, lletres, imatges, so, etc.) pot ser representada mitjançant altres sistemes de representació dels que considerem habituals. Aquest pot ser el mecanisme per introduir alguns conceptes interessants relacionats amb el Pensament Computacional com, per exemple, de quina manera emmagatzema i transmet un ordinador la informació. A més, també ens pot servir com a primer pas en el procés d'assimilar l'abstracció, concretament l'abstracció de la informació, doncs permet recordar als alumnes que quan un ordinador està "mostrant", per exemple, un nombre decimal, realment s'està realitzant una abstracció del codi binari (doncs s'està amagant el detall de com s'emmagatzemen realment els números). A part de tot això, el treball amb la representació de la informació en diversos sistemes també permetrà iniciar als alumnes en tècniques relacionades amb la generalització, com podria ser el reconeixement de patrons.

Així l'eina El B. I. T. desenvolupada, té per objectiu que els alumnes treballin de manera amena i divertida la conversió d'informació entre diversos sistemes representacionals, com per exemple, el codi binari, el codi morse o el codi ASCII (veure *Imatge 1*). Donat que es tracta d'una versió preliminar (0.1), són diversos els aspectes que no s'han tractat o s'han hagut de deixar aparcats, pendents de ser implementats en versions posteriors.



Imatge 1. Portada El B. I. T.

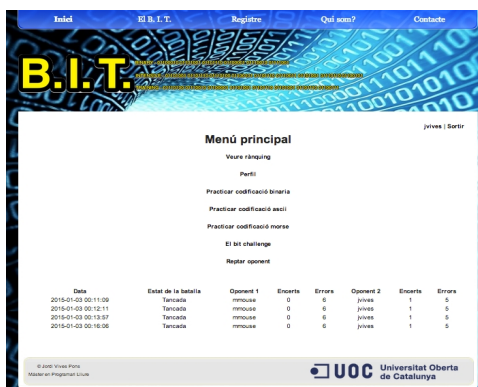


Imatge 2. Registre d'usuari

Per tal de què el sistema sigui el màxim d'accessible i que es pugui nodrir de l'àmplia i creixent comunitat de persones relacionades amb l'extensió del Pensament Computacional entre els estudiants d'arreu del món, s'ha implementat la solució fent ús de programari lliure i s'ha compartit (mitjançant una llicència GNU GPL v3.0) a través de la forja de programari Github (<http://github.com/jvivespons/bit>). També s'ha decidit desenvolupar una aplicació web en comptes d'una aplicació específica per algun sistema operatiu o dispositiu mòbil, per tal de què aquesta sigui accessible des de qualsevol entorn que proporcioni un navegador web i així fer-la el màxim d'independent de la plataforma i l'arquitectura del maquinari.

El programari que s'ha usat en el desenvolupament d'El B. I. T. consisteix en:

- Servidor HTTP Apache
- SGBD MySQL Server i llenguatge SQL
- Llenguatges web HTML5, CSS, JavaScript i PHP

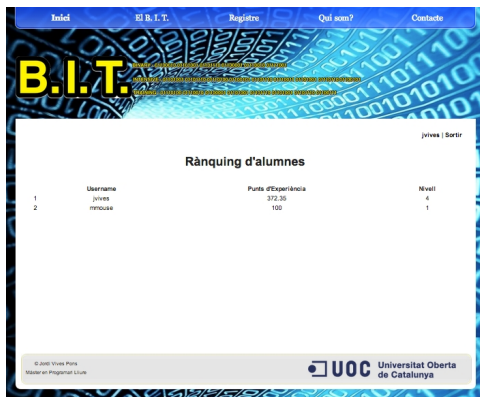


Imatge 3. Menú d'usuari

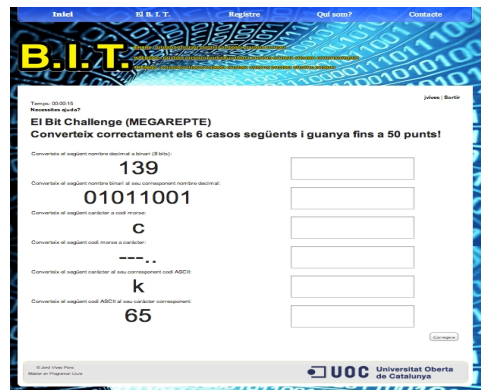


Imatge 4. Perfil d'usuari

L'aplicació s'ha dissenyat de tal manera que l'alumne s'hagi de registrar i identificar per tal de poder treballar (veure *Imatge 2*). Això aporta diversos beneficis als estudiants i als docents. D'entrada, cada alumne sent que està treballant de manera individualitzada i que la seva feina s'està avaluant i registrant en el seu compte, la qual cosa també permetrà als docents consultar-la i fer-ne les pertinents avaluacions. A més, per tal d'estimular i amenitzar l'ús de l'aplicació, els alumnes poden accedir a través d'un menú (veure *Imatge 3*) a una pàgina en què podran consultar el seu perfil i algunes dades sobre el seu rendiment pel que fa als exercicis treballats (veure *Imatge 4*). D'igual manera, existeix un rànquing (veure *Imatge 5*) que permetrà crear certa sensació de "competició i rivalitat" entre els alumnes, promovent (en alguns d'ells), un major grau d'interès en allò que estan treballant. Finalment, pel que fa als exercicis, els alumnes poden decidir si volen treballar exercicis de conversió a binari, conversió a decimal, conversió a ascii, conversió a morse, enfrentar-se a un megarepte (veure *Imatge 6*) que inclogui problemes de tots els sistemes representacionals disponibles a l'aplicació o, pel contrari, si volen reptar un altre alumne registrat en el sistema a una competició.

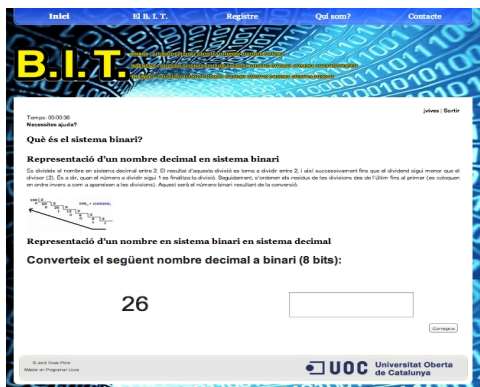


Imatge 5. Rànquing d'usuari

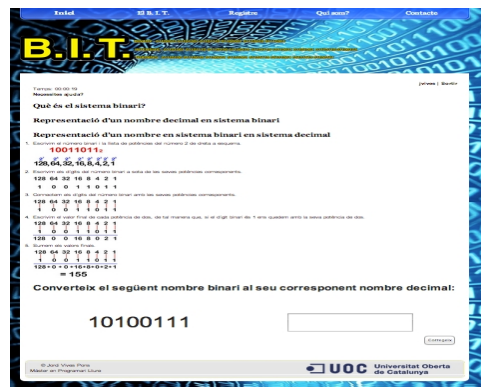


Imatge 6. El Megarepte

L'objectiu dels exercicis consisteix en resoldre el problema de conversió plantejat en el mínim temps possible (veure *Imatge 7* i *Imatge 8*). Així, s'atorga una nota numèrica entre 0 i 10 basada en el temps de resposta i el nombre d'errors comesos fins a obtenir la solució correcta. Pel que fa als exercicis de repte, els dos alumnes que intervinguin en aquest compararan els seus resultats de temps i nombre de respostes errònies després d'haver respost deu exercicis de conversió de tipus aleatori. El guanyador del repte rebrà 50 punts i el perdedor en rebrà 0.



Imatge 7. Exercici de codificació



Imatge 8. Exercici de descodificació

Tal i com s'ha comentat anteriorment, l'aplicació es troba en una versió inicial i, per tant, oberta a modificacions i incorporacions de noves funcionalitats. Evidentment el següent pas lògic consistirà en la seva introducció en un entorn escolar per tal d'avaluar-ne el seu funcionament, usabilitat i obtenir-ne retroalimentació per part dels usuaris.

3 Conclusions

Per què és important promoure que els estudiants de totes les edats desenvolupin el Pensament Computacional? Doncs perquè aquest tipus de pensament permetrà als alumnes *"aprofitar els avantatges de les transformacions revolucionàries que els canvis tecnològics accelerats han produït i fer, a més, les seves pròpies contribucions per a la solució dels grans desafiaments del segle XXI"* [21]. Mitjançant el desenvolupament del Pensament Computacional els estudiants poden millorar la seva habilitat de resoldre problemes, explotant així tot el potencial que ofereixen els ordinadors, permetent-los entendre com, quan i on les eines digitals poden ajudar-los a resoldre problemes i comunicar-se amb altres en la recerca de solucions, així com automatitzar solucions que resolen problemes de manera més eficient del que ho faria una persona. De manera addicional, moltes de les professions que veurem en el futur relacionades amb el camp tecnològic encara no s'han ni tan sols creat, raó per la qual l'habilitat per a resoldre problemes mitjançant sistemes informàtics serà cada vegada més valorada.

Relacionat amb el Pensament Computacional i al nou renaixement de la programació s'està gestant tot un moviment que aboga per a que tots els estudiants trobin a l'escola l'oportunitat d'aprendre a programar. Aquest moviment que busca instal·lar la programació en els currículums escolars es recolza fortament sobre una sèrie de nous entorns de programació d'ordinadors, gràfics i especialment dissenyats per al seu ús en l'educació escolar. Cal però també destacar que seria un error reduir el Pensament Computacional al fet de programar un ordinador, doncs s'ha de ser conscient que el pensament algorítmic i la programació són només alguns dels components del Pensament Computacional però no la seva totalitat. Potenciar el Pensament Computacional implica potenciar el desenvolupament de totes les parts de què es compona i això hauria de ser patent i quedar reflectit en qualsevol proposta de currículum escolar en què es volgués incloure o treballar.

Es pot apreciar en els diferents enfocaments presentats que cada país ha decidit incloure el Pensament Computacional en l'educació escolar de manera variada. Sembla clar però que cada cop són més les institucions educatives, els directius i els docents que atenen aquesta crida i proporcionen als seus estudiants l'oportunitat de desenvolupar el Pensament Computacional doncs serà quelcom que els servirà per a tota la vida i, cada vegada més, en un món tan canviant com en el que vivim.

L'aplicació web desenvolupada mitjançant eines de programari lliure es fonamenta en la creença que instruir els infants sobre el món construït pels éssers humans, és a dir, el món de la tecnologia i l'enginyeria, és tan important com instruir-los sobre el món natural, els números i les lletres, i que pot repercutir en un benefici enorme en el seu desenvolupament, tant personal com professional. Tot i no ser una eina completa i trobar-se encara en les etapes inicials, pot servir com a punt d'inici per a introduir als estudiants de primària de les nostres aules en els alguns dels principis fonamentals del Pensament Computacional.

Per acabar, sembla clar que un cop presentades les bases teòriques en aquest article el següent pas a dur a terme per completar i refinar la proposta de model presentada així com l'aplicació web consisteix en la posada en pràctica en un entorn controlat de tot el

que s'ha reflectit en aquest document. Tot i que el retorn d'informació sobre l'ús i resultats de l'aplicació web seria immediat, per tal de poder analitzar els resultats sobre el model presentat i extreure'n conclusions, faria falta un anàlisi a llarg plaç. Tot això però haurà de quedar com a treball futur.

4 Referències

- [1] <http://www.aenui.net/jenui2014/73.pdf> (Consulta: 14/11/2014)
- [2] Papert, S. (1980). *Mindstorms: Computers, Children and Powerful Ideas*. (NY: Basic Books)
- [3] Piaget, J. (1955). *The Child's Construction of Reality*. (London: Routledge i Kegan Paul)
- [4] Cejka, E., Rogers, C., i Portsmore, M. (2006). Kindergarten robotics: Using robotics to motivate math, science, and engineering literacy in elementary school. (*International Journal of Engineering Education*)
- [5] Bers, M., Ponte, I., Juelich, K., Viera, A., i Schenker, J. (2002). Teachers as designers: Integrating robotics in early childhood education. (*Information Technology in Childhood Education*)
- [6] Clements, D. (1999). *Young Children and Technology*. (American Assoc. for the Advancement of Science)
- [7] Wing, J. M. (2006). Computational Thinking. (*Communications of the ACM*)
<http://www.cs.cmu.edu/afs/cs/usr/wing/www/publications/Wing06.pdf> (Consulta: 14/09/2014)
- [8] <http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CurrFiles/JonesCTOnePager.pdf> (Web Online) (Consulta: 06/09/2014)
- [9] CSTA Computational Thinking Task Force
<http://csta.acm.org/Curriculum/sub/CompThinking.html> (Consulta: 14/09/2014)
- [10] ISTE (2011). *Pensamiento Computacional, Caja de herramientas para líderes*. (Web Online)
- [11] Barr, D., Harrison, J. i Conery, L. (2011) *Computational Thinking: A Digital Age Skill for Everyone*. (*ISTE's Learning & Leading with Technology*)
- [12] Selby, C. i Woollard, J. (2013). *Computational Thinking: The Developing Definition*. (Web Online)
- [13] Gros, B. (2011). *La pregunta es ¿para qué?* (Conferència)
<http://bibliotecadigital.educ.ar/articles/read/352> (Consulta: 14/12/2014)
- [14] <http://www.computingschool.org.uk/data/uploads/CASPrimaryComputing.pdf> (Web Online) (Consulta: 06/09/2014)
- [15] <https://royalsociety.org/~media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf> (Web Online) (Consulta: 06/09/2014)
- [16] <http://yearofcode.org> (Web Online) (Consulta: 23/10/2014)
- [17] UK Department for Education. National curriculum in England: computing programmes of study. (2011) <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study/> (Web Online) (Consulta: 23/12/2014)
- [18] OECD (2013). *Education at a Glance 2013: OECD Indicators*. (OECD Publishing)
- [19] Ontario Ministry of Education (2008) *The Ontario Curriculum grades 10 to 12: Computer Studies*. (Canadà)
- [20] J. Gal Ezer, D. Harel (1999). *Curriculum and Course Syllabi for a High-School Program in Computer Science*. (Computer Science Education)
- [21] http://www.openu.ac.il/personal_sites/download/galezzer/curr_and_syll.pdf (Web Online) (Consulta: 23/12/2014)

[22] T. Matsuda. (2010) *Instructional Materials for "Information Study" Teacher's Professional Development*. (Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference)

[23] <http://www.nfer.ac.uk/publications/cis101/cis101.pdf> (Web Online) (Consulta: 13/12/2014)

[24] <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/JTE/v5n1/murata.jte-v5n1.html> (Web Online) (Consulta: 10/12/2014)

[25] <http://dtg.tki.org.nz/The-DTG-project> (Web Online) (Consulta: 10/12/2014)

[26] Soloway, E. (1986) *Learning to Program. Learning to Construct Mechanisms and Explanations*. (ACM)

[27] Mayer, Richard E., Jennifer L. Dyck, i William Vilberg (1986) *Learning to Program and Learning to Think: What's the Connection?* (ACM)

[28] http://observatorio.relpe.org/wp-content/uploads/2012/02/begonagros_conferencia_1_a_1.pdf (Web Online) (Consulta: 10/12/2014)

5 Publicacions i/o congressos on presentar l'article

Donada la naturalesa d'aquest document un possible destí per a la seva publicació podria ser la *Conferència ISTE 2015 de Philadelphia* (<https://www.isteconference.org/2015>), que tindrà lloc del 28 de juny a l'1 de juliol.

La *International Society for Technology in Education* (ISTE) és una organització sense ànim de lucre que té per objectiu ajudar al educadors i líders en l'educació a capacitar als alumnes en un món connectat. Durant més de tres dècades la Conferència i Expo ISTE ha sigut el principal fòrum en el qual aprendre, intercanviar idees i conèixer el camp de la tecnologia en l'educació. Aquest esdeveniment atreu a més de 18.000 assistents i representants de la indústria. Els assistents poden gaudir de presentacions, centenars de sessions en una varietat de formats i una gran sala d'exposició.