

PROMOCIÓ DE TALENT PER AL PENSAMENT COMPUTACIONAL A TRAVÉS DE L'OLIMPIADA INFORMÀTICA CATALANA

Joan Alemany,¹ Jordi Petit,² Xavier Povill,² Salvador Roura² i Jacobo Vilella¹

1. Fundació Aula Escola Europea. info@aula-ee.com

2. Universitat Politècnica de Catalunya. info@upc.edu

Resum: L'Olimpiada Informàtica Catalana (Oicat) és una competició anual dirigida als estudiants de secundària i batxillerat interessats en la informàtica i el pensament computacional a Catalunya. L'Oicat promou l'interès per la informàtica i estimula la creativitat tot posant a prova les habilitats dels participants en un context competitiu gratificant. A més de la competició en si mateixa, l'Oicat també ofereix activitats paral·leles per formar els estudiants i promoure la pràctica professional ètica i sostenible de la tecnologia. Aquest article destaca la importància del pensament computacional com una competència fonamental i presenta els actors, els recursos i les activitats al voltant d'aquesta competició.

Paraules clau: informàtica, pensament computacional, competició, talent.

PROMOTION OF TALENT FOR COMPUTATIONAL THINKING THROUGH THE CATALAN INFORMATICS OLYMPIAD

Abstract: The Catalan Informatics Olympiad (Oicat) is an annual competition aimed at lower and upper secondary school students interested in computer science and computational thinking in Catalonia. Oicat promotes interest in computer science and stimulates creativity while testing participants' skills in a rewarding competitive context. In addition to the competition itself, Oicat also offers parallel activities to train students and to promote ethical and sustainable professional practice in technology. This article highlights the importance of computational thinking as a fundamental skill and presents the key stakeholders, resources and activities connected with this competition.

Keywords: computer science, computational thinking, competition, talent.

1. Introducció

L'Olimpiada Informàtica Catalana (Oicat) és una competició anual que té lloc a Catalunya i que està dirigida als estudiants de secundària i batxillerat interessats en la programació, la informàtica i el pensament computacional. L'objectiu principal de la competició és fomentar l'interès pels estudis relacionats amb la informàtica, estimular la creativitat i la capacitat per resoldre problemes, i posar a prova les habilitats dels participants en un context competitiu, gratificant i enriquidor. A més de la competició en si mateixa, l'Oicat també ofereix activitats paral·leles, com ara cursos, tallers i conferències, que tenen com a objectiu formar els estudiants, induir-los l'interès per la informàtica i divulgar la pràctica professional d'enginyers que desenvolupen solucions tecnològiques per als reptes del món actual i futur de manera responsable, ètica i sostenible.

L'Oicat és organitzada per l'Associació de l'Olimpiada Informàtica Catalana, patrocinada per Codelearn i emparada per la Universitat Politècnica de Catalunya

i la Societat Catalana de Tecnologia, filial de l'Institut d'Estudis Catalans. Amb sis edicions, l'Oicat és una de les olimpíades més joves, que s'afegeix a altres olimpíades científiques i matemàtiques en què els estudiants catalans poden participar, com ara en matemàtiques, física, química, biologia, geologia o robòtica. Totes aquestes olimpíades estan obertes a estudiants preuniversitaris i la participació és voluntària i gratuïta. En el cas de la informàtica, també existeixen, entre d'altres, l'Olimpiada Informàtica Espanyola (OIE), l'Olimpiada Iberoamericana de Informàtica (OII) i la International Olympiad in Informatics (IOI), la qual se celebra des del 1989 i és una de les olimpíades científiques reconegudes per la UNESCO (UNESCO, 1989). La taula 1 enumera aquests i altres concursos relacionats. Per als estudiants, participar en aquestes competicions és una gran oportunitat per desenvolupar i demostrar les habilitats pròpies i connectar amb altres estudiants també interessats en la ciència i la tecnologia.

El propòsit d'aquest article és descriure com l'Oicat promou el talent per al pensament computacional.

TAULA 1
Selecció de concursos de programació i activitats relacionades

Concurs	Descripció	Enllaç
Oicat	Olimpiada Informàtica Catalana	https://olimpiada-informatica.cat
OIE	Olimpiada Informàtica Espanyola	https://olimpiada-informatica.org
OII	Olimpiada Iberoamericana de Informàtica	https://www.iberoinformatica.org
WEOI	Western European Olympiad of Informatics	https://weoi.org
IOI	International Olympiad in Informatics	https://ioinformatics.org
OIFem	Olimpiada Informàtica Femenina	https://oifem.es
ICPC	International Collegiate Programming Contest	https://icpc.global/
Bebras	Problemes desconnectats (tipus Cangur)	https://www.bebbras.org
AI Coliseum	Concurs de projectes	https://www.coliseum.ai
Jutge.org	Plataforma amb exercicis autocorrectius	https://jutge.org

FONT: Elaboració pròpia.

cional entre el jovent català. Per això, primer es descriu què és el pensament computacional i com el seu desenvolupament possibilita abordar problemes científics i tecnològics amb eficàcia. A continuació, es presenten els punts més rellevants del desenvolupament de l'Oicat, incloent-hi una descripció dels diferents tipus de problemes, el perfil dels seus participants i organitzadors, i les activitats i els recursos de formació associats. Al final es presenten les conclusions i els reptes de futur.

2. El pensament computacional

El pensament computacional és l'habilitat de resoldre problemes de forma similar a com ho fan els ordinadors (Wing, 2006). Implica la capacitat, entre d'altres, d'organitzar la informació de manera sistemàtica, analitzar-la i identificar-ne patrons i relacions, conèixer, adaptar i dissenyar algorismes per resoldre problemes, provar solucions i revisar-les en cas que no funcionin, i comunicar les idees de forma clara i precisa (Shute *et al.*, 2017). Es tracta d'un enfocament per a la resolució de problemes que no es limita només a l'ús de la informàtica o de la programació, sinó que es pot aplicar a molts altres àmbits, com ara les matemàtiques, la biologia, la química, la física o les ciències socials, entre d'altres.

En efecte, aquesta disciplina ajuda a resoldre problemes de manera eficient i efectiva, ja que ensenya a analitzar la informació de manera lògica i sistemàtica, a identificar patrons i a dissenyar algorismes per resoldre problemes complexos. A més, contribueix a desenvolupar la creativitat i la capacitat d'innovació, atès que indueix a trobar noves solucions a problemes mitjançant la implementació de noves idees i enfocaments. En efecte, la necessitat d'abstracte el domini dels problemes i modelar-lo convenientment és una habilitat transversal indispensable en molts àmbits professionals (Mohaghegh *et al.*, 2016).

El pensament computacional s'ha convertit en una competència fonamental per a la majoria dels sectors profes-

nals actuals, ja que la tecnologia i els sistemes informàtics són presents en gairebé totes les àrees de la vida. Per aquesta raó, creiem que és important que els estudiants desenvolupin aquesta habilitat durant els estudis de secundària i batxillerat i celebrem que actualment s'hagi inclòs al currículum de matemàtiques (Decret 175/2022, de 27 de setembre, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica). Tanmateix, el currículum no indica com fer aquesta part de la matèria i, per tant, aquí és on l'Oicat pot oferir els seus recursos al professorat (vegeu Alemany i Vilella, 2023).

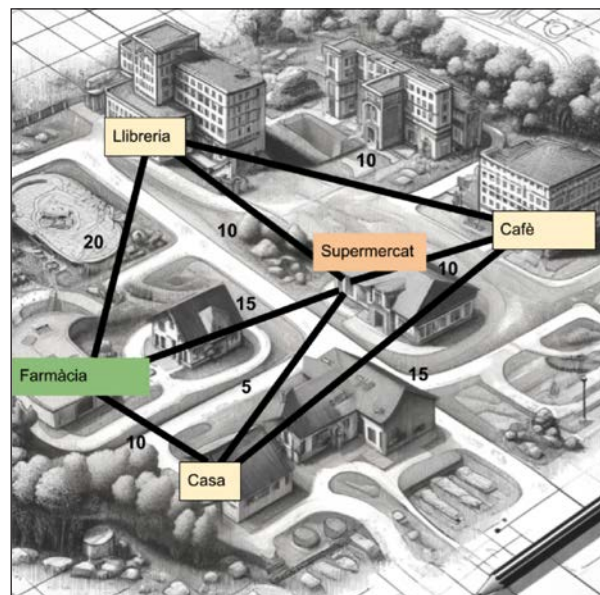


FIGURA 1. Quin és el temps de la ruta més curta per visitar les quatre botigues i tornar a casa?

FONT: Elaboració pròpia basada en un exercici de CSIRO, 2022.

Ensenyar pensament computacional no ha d'estar està sempre lligat a la programació (Weigend, 2019). Com a exemple de problema de pensament computacional, considerem aquesta situació traduïda d'un problema de Bebras Challenge 2022 (CSIRO, 2022):

El castor Ben ha de fer algunes compres al centre. Els números a les carreteres de la figura 1 mostren el temps de caminada d'una botiga a una altra. La ruta del Ben comença i acaba a casa (la casa a la part inferior del mapa). [Vegeu la figura 1]. Quin és el temps de la ruta més curta per visitar les quatre botigues i tornar a casa?

La resposta del problema és 55 i el lector pot comprovar-ho sistemàticament. Ara bé, aquesta tasca, classificada com a problema fàcil de nivell de primer o segon d'ESO, amaga darrere seu molts conceptes de pensament computacional. En primer lloc, es pot emplaçar el problema dins de la teoria de grafs. En segon lloc, se'n pot discutir la complexitat: malgrat que el problema es pugui resoldre senzillament a mà, per a instàncies més grans es fa intractable. En efecte, aquest problema del castor correspon al problema clàssic del viatjant (TSP, *travelling salesman problem*). En aquest problema es treballa l'abstracció i el raonament. També els alumnes poden començar fent simplificacions al graf. Per exemple, no caldrà mai agafar el tram de cost 15 entre la farmàcia i el supermercat, ja que és equivalent a fer farmàcia-casa-supermercat. De manera similar es pot simplificar el tram casa-cafeteria. Així, ens queda un mapa simplificat. Els alumnes llavors poden detallar les diferents opcions i valorar el cost de cada una. Una altra manera de plantejar-se el problema és pensant en condicionals. Un cop simplificat el mapa, es pot pensar si el tram de la farmàcia a la pastisseria s'utilitza o no. Plantejat així ràpidament, es veu que els costos serien 55 (si l'utilitzem) o 60 si no el podem utilitzar.

3. Els problemes

Als entrenaments, a les proves classificatòries i a la final de l'Oicat, els participants han de resoldre diversos tipus de problemes: problemes de tipus test, problemes d'algorísmia i de programació, i problemes gràfics. En aquesta secció es presenten les característiques d'aquests problemes tot incloent-hi un exemple d'enunciat (extret de la darrera final de l'Oicat) i un esbós de possible solució. En total, cada any es creen per a aquestes dues ocasions un total de 24 problemes inèdits (4 de tipus test, 14 d'algorísmia i 6 de gràfics).

3.1. Problemes de tipus test

Els problemes de tipus test no necessàriament requereixen programar, sinó només trobar la resposta adequada a un problema de tipus lògic, matemàtic o computacional. Aquests problemes són força similars als de les competicions Cangur i Bebras. Ara bé, per a alguns d'ells, fer un programa pot servir per trobar-hi la solució més ràpida. Aquesta és una manera validada per avaluar la comprensió, el coneixement i l'aplicació (Torres *et al.*, 2009).

Com a exemple, considerem el problema següent, extret de la final de l'Oicat 2023 i disponible a https://jutge.org/problems/P57403_ca:

El triangle de Pascal és una manera de posar els nombres combinatoris en un triangle infinit. Els marges esquerre i dret d'aquest triangle només contenen uns, i cada nombre interior es calcula fent la suma dels dos nombres que té a sobre. Aquestes són les cinc primeres files del triangle de Pascal:

```

1
1 1
1 2 1
1 3 3 1
1 4 6 4 1

```

De tots els nombres entre 2 i 10.000, quin és el que apareix més vegades al triangle de Pascal?

La solució és 3003, però això és força irrellevant. El que importa és que trobar aquest nombre a mà és infactible. Així doncs, el participant ha de pensar a fer un programa que generi els nombres del triangle i compti quants n'hi ha de cada.

3.2. Problemes d'algorísmia i de programació

Els problemes d'algorísmia i de programació són els més freqüents de l'Oicat i són semblants als que apareixen en competicions de programació internacionals, com ara l'IOI o la International Collegiate Programming Contest (competició mundial de nivell universitari). Els enunciats d'aquests problemes solen incloure les seccions següents:

- *Descripció del problema.* Aquesta secció descriu el problema que s'ha de resoldre i estableix les restriccions i limitacions que s'han de tenir en compte en la seva resolució.

- *Descripció de dades d'entrada i de sortida.* Aquesta secció descriu el format de les dades d'entrada que es proporcionen per resoldre el problema i de les dades de sortida que s'han de generar en la solució.

- *Exemples.* Aquesta secció inclou exemples de dades d'entrada i de sortida per ajudar a comprendre millor el problema i entendre millor el format de la interfície. Aquests exemples són útils per provar la solució i verificar que és prou correcta abans d'enviar-la.

Aquests enunciats s'han de llegir i entendre bé per poder dissenyar una solució adequada. S'intenta evitar que hi hagi distraccions, com poden ser entrades i sortides molt recargolades, coneixements molt específics del llenguatge de programació, etc. (Vasiga *et al.*, 2008).

Per resoldre un d'aquests problemes cal enviar un programa (en C, C++, Java o Python), el qual serà comprovat amb un conjunt de jocs de proves privats exhaustiu, comparant-lo amb una solució correcta privada (Ribeiro *et al.*, 2009). El problema es considera resolt correctament si el codi enviat es pot compilar satisfactòriament, s'executa sense errors, no triga gaire en relació amb la solució oficial i les sortides per a tots els jocs de proves són idèntiques a les requerides. Aquest sistema de correcció és el mateix que usen moltes competicions de programació. A més, en alguns problemes es poden fixar puntuacions parcials en funció de la dificultat de les entrades resoltes.

Aquestes són algunes de les característiques que solen tenir aquests problemes:

— *Correctesa*. És imperatiu que les solucions enviades siguin correctes, és a dir, que generin la sortida esperada per a cada possible entrada vàlida. Durant la competició, el jutge comprova aquesta propietat gràcies a uns jocs de proves privats que són tan exhaustius com és possible.

— *Complexitat*. Els problemes tenen graus de complexitat molt diversos. Els més difícils exigeixen una gran capacitat d'abstracció i de pensament lògic per resoldre'ls. Els participants han de ser capaços d'analitzar el problema i identificar-ne els aspectes clau per dissenyar-hi una solució.

— *Eficiència*. La majoria dels problemes requereixen que l'algorisme que es desenvolupa sigui eficient, tant en termes de temps d'execució com de memòria emprada. Els participants no només han de ser capaços de dissenyar algorismes correctes, també han de resoldre els problemes de forma eficient.

— *Interdisciplinarietat*. Els problemes poden requerir coneixements en diferents àmbits, com ara matemàtiques clàssiques, teoria de grafs, àlgebra, geometria, etc. Això implica que els participants han de ser capaços de relacionar els coneixements d'aquests diferents àmbits per dissenyar-hi una solució adequada.

— *Creativitat*. Alguns problemes suposen un repte i demanen una gran creativitat per resoldre'ls. Això significa que els participants han de ser capaços de pensar *fora de la caixa* (és a dir, des d'una perspectiva diferent de l'habitual) i proposar solucions innovadores per als problemes que es plantegen.

Evidentment, es proposen problemes de dificultats relatives ben diferents. A més, com s'ha dit, per tal de poder adaptar la competició als diferents nivells de tots els participants, alguns d'aquests problemes solen incloure puntuacions parcials, les quals es detallen en els enunciats. Per exemple, si cal fer un programa que, donat un nombre, comprovi si compleix una certa propietat, l'enunciat pot dir que es pot obtenir la meitat dels punts si es resol el problema per a nombres més petits que mil, i que es pot obtenir l'altra meitat dels punts més per a nombres més petits que un milió.

Com a exemple, considerem el problema següent, extret també de la final de l'Olcot 2023 i disponible a <https://jutge.org/problems/P24627>:

Un natural és un nombre de Hamming si els seus únics divisors primers són 2, 3 o 5. Els dotze primers nombres de Hamming són 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15 i 16. D'altra banda, ni el 42 ni el 97 no són nombres de Hamming: 42 és divisible per 7, i 97 és un primer més gran que 5. Feu un programa que escrigui l'*n*-èsim nombre de Hamming.

Entrada. L'entrada conté un natural *n* entre 1 i 50.000.

Sortida. Cal escriure l'*n*-èsim nombre de Hamming.

Es pot resoldre aquest problema senzillament tot usant una cua de prioritats: una estructura de dades fonamental que emmagatzema un multiconjunt de valors i ofe-

reix operacions eficients per afegir nous valors, consultar el més petit i esborrar el més petit (Franch, 1999).

L'algorisme comença col·locant l'1 a la cua de prioritats. Llavors, a cada iteració es treu el nombre més petit de la cua de prioritats, diguem-ne *x*, i es posa *2x*, *3x* i *5x* a la cua. Ignorant els repetits, cal fer *n* iteracions. Aquesta és la implementació corresponent en Python:

```
import heapq

n = int(input())
h = 0
pq = [1]
c = 0

while c < n:
    x = heapq.heappop(pq)
    if x > h:
        h = x
        c += 1
    heapq.heappush(pq, x * 2)
    heapq.heappush(pq, x * 3)
    heapq.heappush(pq, x * 5)
print(x)
```

3.3. Problemes gràfics

Els problemes gràfics tenen un funcionament semblant als problemes de programació, però ara cal implementar un programa que llegeixi una entrada i generi com a sortida una imatge (en format PNG). El fet d'oferir problemes gràfics afegeix interessants variacions i permet que el públic més llunyà a la informàtica compregui millor el propòsit de les tasques. Per exemple, és fàcil comprendre un enunciat que demana trobar el camí més curt per sortir d'un laberint donat i que dibuixi el laberint amb el camí pintat. També és important destacar que, pel fet de tenir un resultat visual, els estudiants poden avaluar més clarament si l'algorisme fa el que ells volen.

Com a exemple de programa gràfic, considerem el problema següent basat en la física i disponible a <https://jutge.org/problems/P60526>:

Considereu un món bidimensional, amb una acceleració gravitatòria constant de *a* m/s². Suposeu que llanceu un objecte des d'un punt amb coordenades (0, 0), amb una velocitat inicial vertical de *b* m/s, i una velocitat horitzontal de *c* m/s. Així doncs, la posició (*x*, *y*) en funció del temps *t* és $p(t) = (ct, bt - at^2/2)$. Aquí estem considerant que tant *x* com *y* són les habituals a la física, amb les *x* creixent cap a la dreta i les *y* creixent cap a dalt.

Donades *a*, *b*, *c* i un temps màxim *T*, dibuixeu la trajectòria de l'objecte durant *T* segons.

Entrada. L'entrada té els quatre enters *a*, *b*, *c* i *T*. Podeu suposar que *a*, *c* i *T* són estrictament positius, i que *a* és parell.

Sortida. Genereu una imatge amb fons SkyBlue de les dimensions justes per incloure la trajectòria de l'objecte, però

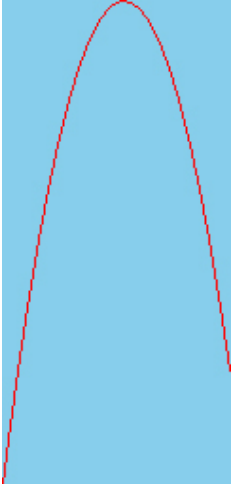
<p>Exemple d'entrada</p> <p>2 3 2 4 3 0</p> <p>Exemple de sortida</p> 	<p>Possible solució</p> <pre> from PIL import Image, ImageDraw a, b, c, t = map(int, input().split()) X, Y = [0], [0] mn, mx = 0, 0 for i in range(1, t + 1): x, y = c*i, a*i*i//2 - b*i X.append(x) Y.append(y) mn, mx = min(mn, y), max(mx, y) mides = [X[-1] + 1, mx - mn + 1] img = Image.new('RGB', mides, 'SkyBlue') drw = ImageDraw.Draw(img) for i in range(t): x1, y1 = X[i], Y[i] - mn x2, y2 = X[i + 1], Y[i + 1] - mn drw.line([(x1, y1), (x2, y2)], 'Red') img.save('output.png') </pre>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

FIGURA 2. Exemples d'entrada i de sortida del problema de P60526 i possible solució en Python.
FONT: Elaboració pròpia.

traslladada dins de la imatge. Per a cada t entre 1 i T , dibuixeu una línia de color vermella («red» al codi) entre els punts $p(t-1)$ i $p(t)$, traslladats adequadament.

La figura 2 mostra els exemples d'entrada i de sortida corresponents, juntament amb una possible solució en Python.

4. Els participants i els organitzadors

En aquesta secció presentem els principals actors de l'Oicat: els participants i els organitzadors.

4.1. Els participants

L'Oicat ofereix als participants una oportunitat única per demostrar les seves habilitats i posar-les a prova en un entorn competitiu, i també els dona la possibilitat de connectar amb altres estudiants interessats en la informàtica i les matemàtiques.

Els participants de l'Oicat són majoritàriament estudiants de secundària i batxillerat de centres d'ensenyament catalans amb una gran passió per la informàtica, que tenen interès a resoldre problemes complexos i que gaudeixen del repte que suposa la programació. Solen ser estudiants amb un alt rendiment acadèmic en les classes de matemàtiques, ciències i tecnologia.

Generalment es tracta d'alumnes de segon cicle d'ESO i de batxillerat. Per exemple, a l'edició de 2023, el 44% dels participants eren de batxillerat (més de la meitat d'aquests estaven cursant el darrer curs) i un 41% eren del segon cicle d'ESO, un 10% del primer cicle d'ESO i un escàs 4%

eren alumnes de cicles de grau mitjà. És evident que cal un esforç de difusió en tant que només sis escoles o instituts van presentar més d'un alumne al concurs.

La baixa participació de noies és un aspecte general a les àrees STEM (de l'anglès *sciences, technology, engineering and mathematics*) (Chiang *et al.*, 2023) i és encara més accentuada en entorns competitius (Buser i Huaiping, 2019). També, cal destacar que en els darrers anys s'està apreciant una tendència positiva quant a la participació femenina i els seus resultats: s'ha passat de ser anecdòtic que hi participés una noia a tenir, enguany, gairebé un 30% de noies a la final. Això es deu, en gran manera, a l'esforç de l'olimpiada femenina, fundada fa quatre anys per voluntaris de l'Oicat.

La taula 2 presenta l'evolució dels participants per curs i gènere a les diferents edicions de l'Oicat.

TAULA 2
Percentatge de participants per curs i gènere

Curs escolar	2022	2023
2n batxillerat	27%	46%
1r batxillerat	36%	12%
4t ESO	12%	12%
3r ESO	6%	18%
2n ESO	18%	6%
Altres	6%	6%

Gènere	2021	2022	2023
Nois	74%	88%	73%
Noies	26%	18%	27%

FONT: Olimpiada Informàtica Catalana.

Molts participants de l'Oicat es preparen durant mesos abans de la competició, perfeccionant les seves habilitats de programació i de resolució de problemes a través de la pràctica i la formació. Triomfar en un concurs de programació com l'Oicat requereix una combinació de coneixements, habilitats i actituds. Algunes de les claus són les següents:

— *Coneixements de programació.* És imprescindible tenir una base sòlida en algorísmia, estructures de dades, programació i altres conceptes clau de la informàtica per poder resoldre els problemes proposats.

— *Hàbits d'estudi.* Cal dedicar temps i esforç per practicar i millorar les habilitats de programació, resolució de problemes i altres àrees clau per al concurs.

— *Capacitat per resoldre problemes.* El concurs se centra en la resolució de problemes a través de la programació, de manera que és important tenir la capacitat per analitzar i descompondre problemes complexos en parts més petites i manejables.

— *Rapidesa i eficiència.* Els participants han de ser capaços de programar de manera eficient i en temps limitat per poder acabar els problemes en el temps establert.

— *Creativitat.* Els problemes de programació requereixen sovint solucions creatives i innovadores, de manera que els participants han de ser capaços de pensar *fora de la caixa* i trobar noves solucions a problemes complexos.

— *Confiança en un mateix.* És important tenir confiança en les pròpies habilitats i en la capacitat per resoldre problemes, ja que això ajuda a gestionar millor la pressió i l'estrès del concurs.

— *Treball en equip.* Si es tracta d'un concurs en equip, és important tenir habilitats per treballar en equip i comunicar-se eficaçment per poder col·laborar i resoldre els problemes de manera eficient.

En resum, tenir èxit en un concurs de programació requereix una combinació d'habilitats tècniques i actituds positives, així com la dedicació i la pràctica per millorar contínuament. Per la mateixa naturalesa competitiva del concurs, només uns pocs participants arribaran a l'èxit, però el camí és el que compta.

4.2. Els organitzadors

Els organitzadors de l'Olimpíada són els membres de l'Associació per l'Olimpíada Informàtica Catalana amb alguns ajudants, gent de l'àmbit de l'ensenyament universitari i escolar que treballa de manera voluntària per portar a terme aquest concurs.

El concurs ja té sis edicions i l'equip organitzador compta amb més de divuit anys d'experiència en la creació de concursos similars, entre d'altres l'OIE i el concurs de programació de la UPC, pels quals han passat un miler de participants.

La gestió de la final de l'Oicat és a càrrec d'un equip amfitrió local a la seu que s'encarrega de l'esdeveniment i d'un equip de l'Associació per l'Oicat que organitza la com-

petició. L'equip local inclou professors, estudiants i tècnics de sistemes informàtics voluntaris sota la direcció d'un cap d'equip local. L'equip de competició consta d'un cap de competició, un tècnic en cap, dos responsables de relacions docents i institucionals i un equip de redacció de problemes. A més, els organitzadors locals conviden un científic o enginyer de prestigi per impartir una conferència. A la taula 3 es detalla els diferents conferenciants que han tingut l'amabilitat de col·laborar en les diferents edicions.

Les finals de l'Oicat s'han celebrat a la Universitat Politècnica de Catalunya (2018 i 2019), a la Universitat Rovira i Virgili (2022) i a la Universitat de Girona (2023). Les edicions 2020 i 2021 es van celebrar en línia per la covid-19. La propera edició se celebrarà a la Universitat de Vic (2024). Tenir seus amfitriones diferents cada any a tot el territori permet diversificar, potenciar sinergies, establir noves col·laboracions i aportar frescor i varietat constants a l'Olimpíada.

Organitzar un concurs de programació implica diverses etapes:

— *Convocatòria.* Anunciar el concurs i fer-lo accessible per als possibles participants a través de diferents canals de comunicació, com ara xarxes socials, correu electrònic, pàgines web, etc. En la convocatòria, es proporciona informació clara i concisa sobre el concurs, la data límit per a la inscripció, els requisits que han de complir els participants, les dates importants i els premis.

— *Preparació.* Redactar els problemes i les proves per al concurs, així com els criteris de puntuació, el reglament, etc. També, preparar i coordinar la formació relacionada.

— *Eliminatòries.* Organitzar una o més eliminatòries per seleccionar els millors participants per a la final. Les eliminatòries es poden realitzar en línia o presencialment, depenent de la disponibilitat i les necessitats dels participants.

— *Final.* Organitzar la final amb els participants seleccionats a les eliminatòries i en què es determinen els guanyadors del concurs. La final també inclou altres activitats com xerrades, tallers i reunions per a estudiants i professionals del sector i comporta resoldre detalls logístics com ara la ubicació del concurs, la provisió de material, l'alimentació, etc.

TAULA 3

Conferenciants a les finals de l'Oicat (les edicions de 2020 i 2021 es van celebrar en línia per la covid-19, sense conferència)

2018:	Víctor López, recercaire del Barcelona Supercomputing Center.
2019:	Carme Torras, professora de la Universitat Politècnica de Catalunya.
2020:	—
2021:	—
2022:	Susana Prado, directora general d'Inetum Catalunya.
2023:	Montserrat Jordi, directora d'operacions de Wikiloc.

FONT: Olimpíada Informàtica Catalana.

5. Sistema d'autocorrecció: Jutge.org

La factibilitat de l'organització de l'Oicat depèn, en gran manera, de la possibilitat de l'ús d'un sistema automàtic

per valorar l'èxit dels participants a l'hora de resoldre problemes i per permetre la celebració de les proves competitives presencials i en línia. Els jutges automàtics de programació són àmpliament utilitzats en l'educació informàtica per avaluar els programes que els estudiants han escrit i donar-los una retroalimentació immediata sobre la seva eficàcia en qualsevol moment del dia i reduir així les distraccions del problema (Vasiga *et al.*, 2008).

Per això, l'Oicat utilitza Judge.org com a jutge de programació automàtic (Petit *et al.*, 2018). Judge.org és una eina en línia de programació educativa d'accés obert en què els estudiants poden intentar resoldre més de dos mil problemes mitjançant qualsevol dels trenta llenguatges de programació acceptats per la plataforma. El veredict de les seves solucions es calcula utilitzant conjunts de proves exhaustives que s'executen sota restriccions de temps, memòria i seguretat. A diferència de molts jutges en línia populars, Judge.org està dissenyat per a estudiants i docents:

d'una banda, el dipòsit de problemes està principalment dirigit a principiants, amb una organització i gradació clares. D'altra banda, el sistema està dissenyat com a entorn d'aprenentatge virtual en què els docents poden administrar els seus propis cursos, gestionar la seva llista d'estudiants i tutors, afegir problemes, adjuntar documents, crear llistes de problemes, assignacions, concursos i exàmens. Amb una antiguitat de setze anys, Judge.org fou dissenyat per professors de la UPC, els quals són membres actuals de l'Associació de l'Oicat.

El funcionament de Judge.org és prou senzill: els estudiants escriuen el seu codi en un llenguatge de programació específic i el pugen a la plataforma del jutge (la figura 3 mostra algunes captures de pantalles amb unes llistes de problemes, un enunciat de problema i un veredict de solució a Judge.org). El sistema avalua el programa automàticament, executant el codi i comparant el resultat obtingut amb el resultat esperat, per emetre un veredict sobre la

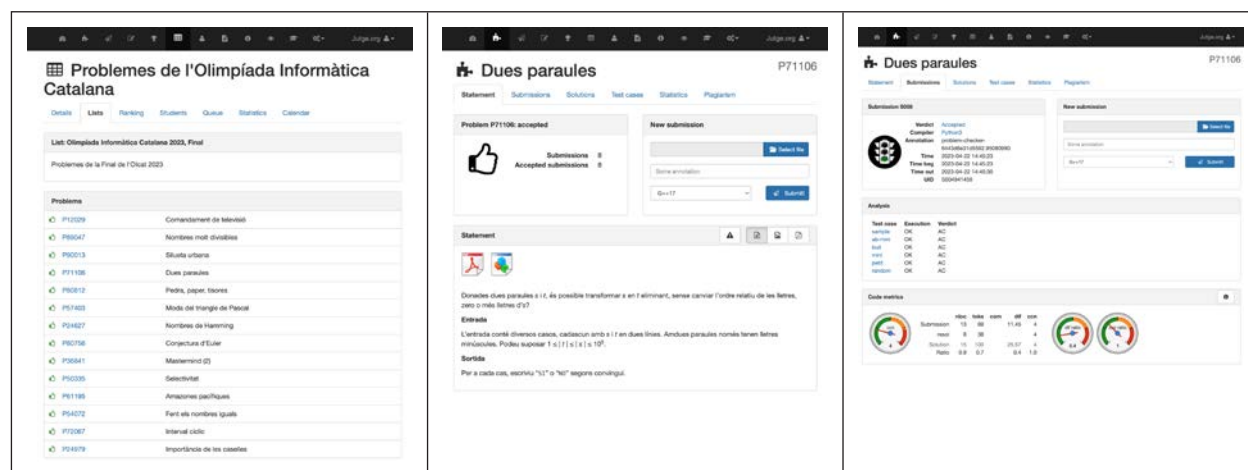


FIGURA 3. Mostres de pantalles de Judge.org. D'esquerra a dreta, una llista de problemes a Judge.org, un enunciat d'un problema i un veredict d'un enviament. FONT: Judge.org.



FIGURA 4. Veredict per problema i per temps de la final de l'Oicat 2023. En verd es veuen les respostes correctes i, en vermell, les entregues incorrectes. FONT: Judge.org.

	Score	C1	Q1	Q1	C2	Q2	Q2	C3	Q3	Q3	C4	Q4	C5	C6	Q4	Score
1	52.25 1033	3 (1)	1	39 (2)	8	97	37	144 SC (325)	1499 WA	177	116	1679 WA		80 (2)	211	52.25 1033
2	38.25 762	5	8	31 (2)	11	160 (1)	48 (1)	67 SC (325)			196		224 (1)	116 (2)		38.25 762
3	38.25 639	2	8 (1)	50 (1)	14	135 (1)	43	191 SC (325)	1499 WA		175	214 WA	235 (8)	101 (3)		38.25 639
4	38.25 868	3	6	220	9	84	23	198 SC (325)	1499 WA		238 (2)			48 (1)		38.25 868
5	31.25 487	1	4	17	21	189 (1)	28	34 (1) SC (325)	1499 WA		93 (2)	1499 WA		237 (2)	SC (2)	31.25 487
6	25 680	9 (1)	6	69 (1)	13	232 (1)	86 (2)		1499 WA		165					25 680
7	25.25 501	3 (1)	6	93 (2)	19 (2)	127	65	48 (1) SC (325)	1559 WA		1559 WA			239 (2)	SC (2)	25.25 501
8	24.1 715	20 (1)	4	57 (7)	28	106 (1)	76 (2)		1619 WA		233 SC (2)	1619 WA		164 (2)	SC (219)	24.1 715
9	24.1 820	11 (1)	31 (1)	83 (2)	36	154 (1)	55 (2)		1679 WA		239 (14)			210 (4)	SC (215)	24.1 820
10	22 450	4	25	57 (1)	14		143 (9)	67	1499 WA			222 (2)				22 450

FIGURA 5. Classificació (anonimitzada) de la final de l'Olcat 2023.
FONT: Elaboració pròpia a partir de Judge.org.

seva correctesa. Alguns jutges tenen públics els jocs de prova, mentre que en d'altres són privats. Aquests programes de correcció automatitzada també poden proporcionar una certa retroalimentació als estudiants sobre el seu codi, assenyalant els errors que han comès i indicant les àrees que necessiten millora (Mani *et al.*, 2014). Això ajuda els estudiants a comprendre millor els conceptes de programació i a millorar la seva eficàcia a l'hora de resoldre nous problemes.

Els jutges automàtics de programació són una eina valuosa per als docents, ja que els permeten avaluar el rendiment dels estudiants de manera eficient i eficaç. Poden tenir una visió global del seguiment de la classe en temps real, així com veure la validesa dels codis que han creat els estudiants. A més, ofereix una objectivitat als estudiants sobre el veredictes dels seus programes. Així doncs, l'estudiant no pot externalitzar els motius pels quals el seu programa no funciona, sinó que ho veu com un veredictes independent del professor.

A més, pel fet de tenir centralitzats tots els lliuraments, es pot visualitzar la dificultat dels problemes o l'evolució temporal d'una classe o d'un concurs (figura 4). De fet, a diferència de les altres olimpíades científiques i matemàtiques, en què el veredictes és *a posteriori* del concurs, qualsevol persona (alumnes, organitzador o públic general) pot observar la classificació en temps real (figura 5).

6. Recursos i activitats de formació

A més de la competició en si mateixa, l'Olcat ofereix una sèrie d'activitats de formació, com ara cursos i tallers per als participants i recursos per a l'autoaprenentatge. Aquestes activitats i recursos estan dissenyats per introduir la programació als estudiants que no n'han fet mai (o no n'han fet gaire) i per ajudar els estudiants amb més experiència a desenvolupar les seves habilitats en pensament computacional, programació i algorísmia. Aquesta secció presenta els principals recursos i activitats de formació de l'Olcat.

6.1. Curs d'estiu Algorísmia i programació

El curs d'estiu *Algorísmia i programació* té com a objectiu general ensenyar els estudiants a programar en el llenguatge C++ i a resoldre problemes algorísmics mitjançant l'ús de l'ordinador. L'objectiu específic del curs és que els estudiants siguin capaços d'escriure programes amb habilitat per a la resolució de problemes complexos, com els que apareixen en l'Olcat. Aquestes habilitats són de gran utilitat en altres àrees, especialment en matemàtiques i en projectes més personals, com el treball de recerca.

Aquest curs s'adreça als estudiants de secundària i batxillerat, en particular a aquells amb molta facilitat per a les matemàtiques, bona capacitat de raonament, etc. No és necessari tenir coneixements previs de programació per assistir al curs: els estudiants se separen en diferents classes en funció dels seus coneixements previs. Es completen les classes amb una visita al supercomputador MareNostrum del Barcelona Supercomputing Center, cosa que motiva molt l'alumnat participant.

El curs se celebra habitualment al juliol, de manera intensiva i presencial, durant una setmana, matins i tardes, a la Facultat d'Informàtica de Barcelona (FIB). El curs té el suport econòmic i logístic de la Càtedra Mir-Puig, en col·laboració amb la Fundació Privada Cellex, el Centre de Formació Interdisciplinària Superior (CFIS) i la FIB. L'organització és a càrrec de Salvador Roura, professor de la UPC, que compta amb l'ajuda d'altres professors i estudiants de la mateixa universitat. L'any 2023 el curs va tenir una assistència de seixanta estudiants i quinze voluntaris.

6.2. Tallers de matemàtiques i programació

En col·laboració amb AI Coliseum s'organitzen dos tallers setmanals enfocats a la difusió i l'ensenyament de les matemàtiques i la programació. Aquests tallers setmanals estan dirigits a estudiants d'ESO i de batxillerat que vulguin ampliar el seu coneixement matemàtic o que vulguin aprendre a programar en diferents llenguatges i entorns. Tots

dos tallers són per videoconferència i es realitzen en sessions de 2 hores setmanals. En principi no cal cap tipus de coneixement previ, tot i que és recomanable haver cursat el primer cicle d'ESO.

Els tallers s'adrecen tant a alumnes (secundària i batxillerat) com a professors (de secundària i batxillerat). Per a aquelles persones que ho desitgin s'ofereixen unes activitats addicionals que, si es resolen satisfactòriament, suposen rebre el certificat d'assoliment del curs. Enguany el programa de tallers de programació ha rebut el reconeixement de la Generalitat de Catalunya com a activitat de formació permanent, fet que ha permès que els professors funcionaris convalidin l'assistència al curs com a crèdits de la seva activitat professional a l'ensenyament públic.

Aquests són els dos programes de tallers celebrats el darrer any:

- Taller Demostra. Aquest taller està enfocat a la divulgació de matemàtiques extracurriculars, i la introducció del material es fa mitjançant preguntes o problemes.

- Taller Programa. Està dissenyat per introduir els estudiants al món de la programació mitjançant projectes de diversos tipus. L'objectiu de les quatre primeres sessions és fonamentar els conceptes més bàsics, i les sessions següents estan enfocades a construir programes de diferents tipus, com poden ser jocs senzills, apps, etc.

6.3. Sessió de resolució de dubtes

Un cop a la setmana, durant una hora, Omer Giménez, enginyer de programari de Google als Estats Units d'Amèrica, fa una sessió per resoldre dubtes sobre problemes específics de l'Oicat, concretament sobre tècniques de programació i sobre aspectes algorísmics. Aquesta activitat es du a terme des de quatre anys en línia.

6.4. Al Coliseum

Al Coliseum (<https://www.coliseum.ai/>) és una plataforma d'aprenentatge en línia que ofereix desafiaments i competicions enfocades a l'aplicació de la intel·ligència artificial i la programació de robots en diferents escenaris. A través de la plataforma, els usuaris poden aprendre i millorar les seves habilitats en aquestes àrees, resoldre problemes i competir amb altres participants de tot el món. Al Coliseum també ofereix eines d'aprenentatge automàtic i tutorials per ajudar els usuaris a comprendre els conceptes clau i a desenvolupar les seves pròpies solucions innovadores.

L'Oicat col·labora estretament amb Al Coliseum per dues vies principals:

- Els tallers Demostra i Programa, dirigits des d'Al Coliseum però integrats al programa d'activitats de l'Oicat.

- Al Challenge, concurs organitzat per Al Coliseum i promogut per l'Oicat com a concurs de ludificació amb gran valor educatiu.

6.5. Lliçons

Lliçons (<https://lliçons.jutge.org>) és un lloc web que posa a l'abast de tothom diverses lliçons, tutorials, exemples i referències sobre diferents temes de programació i algorísmia. Aquests documents han estat creats per professors de la UPC en col·laboració amb altres experts informàtics. Encara que alguns d'aquests materials han estat escrits per a un o més cursos de diverses facultats de la UPC, la gran majoria són d'interès general. Cadascun dels punts següents consisteix en una pàgina web amb text, animacions, programes, exercicis... que explica un tema concret, de manera força autocontinguda i amb simbiosi amb Jutge.org.

En relació amb l'Oicat, aquestes són les lliçons més rellevants:

- Introducció a la programació en C++.
- Llibreria estàndard de C++.
- Introducció a la programació en Python.
- Lectura de dades en Python.
- Gràfics en Python amb Turtle.
- Gràfics en Python amb PIL.
- Eines de programació.
- Ús del terminal.

6.6. Repositori de codi

GitHub és una plataforma web que ofereix als desenvolupadors un lloc per allotjar, gestionar i compartir projectes de programació, així com per col·laborar en projectes de codi obert i altres tipus de projectes de programari. Oicat manté un repositori de GitHub amb possibles solucions als problemes de totes les finals Oicat en Python i C++ a <https://github.com/oicatalana>.

El repositori GitHub de l'Oicat serveix com a espai de referència en català de solucions d'exercicis de nivells tant inicial com avançat de programació competitiva. Es tracta encara actualment de l'únic repositori en llengua catalana que ofereix solucions comentades en l'àmbit algorísmic i de programació informàtica, i és sabut que, degut a la qualitat de les explicacions i dels exercicis que resol, el fan servir també arreu de l'Estat espanyol joves aficionats a la programació competitiva com a material de referència. Les olimpíades i, en particular, un repositori com aquest són una font de recursos per al professorat que poden utilitzar a les classes (Alemany i Vilella, 2023).

6.7. Xarxes socials

L'Oicat utilitza les xarxes socials per comunicar-se amb els seus seguidors i participants, compartir informació sobre les activitats de la competició, publicar contingut relacionat amb la informàtica i la programació i fomentar la comunitat d'estudiants interessats en aquest àmbit. A través de les seves pàgines de Facebook, Instagram i Twitter, l'Oicat

també ofereix informació sobre els guanyadors de la competició, comparteix recursos educatius i anima a la participació en futurs esdeveniments. En particular, l'Olcat utilitza Discord com a canal per connectar organitzadors i participants. A través d'aquest canal, els participants poden interactuar entre ells i amb experts en programació, fer preguntes, rebre consells i suport. La seva adreça és <https://discord.com/invite/XO9daGpDSP>.

7. Retroacció d'alguns participants

La resposta de les persones que participen en les activitats de l'Olcat és d'indiscutible satisfacció i agraïment. A continuació mostrem una selecció de cinc testimonis que posen de manifest la repercussió que tenen les activitats que organitza l'Olcat:

És gràcies al curs d'estiu que vaig conèixer la programació informàtica, i gràcies als concursos que m'hi vaig mantenir interessat. (Pau Martí, campió Olcat 2021)

El que m'agrada de la competició és el repte d'aconseguir resoldre els problemes. (Bernat Pagès, campió HP CodeWars 2022)

El que més m'agrada de la programació competitiva és l'adrenalina. Veig el rànquing i em dic: «Haig d'avançar, haig d'avançar». No és tant per la posició sinó per dir: «Més punts, més problemes, més de tot!». (Adriana Aguiló, campiona HP CodeWars 2023, campiona de l'Olimpiada Informàtica Femenina Espanyola 2023, millor dona a l'Olimpiada Informàtica Espanyola 2023 i medalla de bronze a la European Girls' Olympiad in Informatics 2023)

Vull agrair als organitzadors tota la feina que fan. Gaudeixo molt de les olimpíades, m'encanta participar-hi, i agraeixo molt la feina que fan els organitzadors, que són voluntaris, que ens donen la felicitat de poder competir. (Alejandro Viveiro, guanyador de l'Olcat 2023, subcampió de l'Olimpiada Informàtica Espanyola 2023, medalla de plata a la International Olympiad in Informatics 2023)

Soy la madre de Xavier Ortiz, que este año ha conseguido una medalla de la que está y estamos superorgullosos, ya que en la final del año pasado quedó en última posición, pero no dudó ni un segundo en decir que el año siguiente lo haría mejor, y de hecho se ha superado con creces. Quería agradecer a todo el equipo de la Olimpada el gran trabajo que hacéis con nuestros niños. ¿Cómo puede ser que después de 4 horas intensas salgan tan emocionados y con ganas de dar más? Un mérito total. (Mare de Xavier Ortiz, participant de l'Olcat 2022 i 2023)

8. Conclusions i reptes de futur

En aquest article hem descrit els principals aspectes de l'Olcat, una competició anual que pretén promocionar el talent del jovent català per a la programació i el pensament

computacional. En els seus sis anys d'existència, l'Olcat s'ha consolidat, ha incrementat el nombre de participants i s'ha diversificat en el territori. La resposta obtinguda dels seus participants és molt favorable. Tanmateix, el nombre de participants (en comparació amb altres olimpíades) és encara baix.

Els organitzadors de l'Olcat creiem que l'ensenyament del pensament computacional és essencial en els estudis de secundària i batxillerat, perquè els prepara per afrontar els reptes tecnològics i fomenta la seva capacitat de resolució de problemes en un món cada vegada més digital. A més, ajuda a millorar les seves habilitats analítiques i la seva adaptabilitat a les noves tecnologies.

Més enllà de la competició en si mateixa, l'Olcat posa molta atenció a proporcionar uns recursos i unes activitats formatives als participants. La impartició d'aquestes activitats i la redacció de recursos és difícil, especialment a causa de la diversitat del públic al qual van dirigides, però és notable la gran quantitat d'informació de qualitat posada a l'abast dels participants en tan sols sis edicions. Poder fer arribar més recursos no només als participants, sinó també als seus professors, és fonamental per assegurar-ne la millora contínua.

Per al futur proper, l'Olcat s'enfronta a diversos reptes importants:

— *Difondre's a més centres d'ensenyament.* Un dels reptes de futur és expandir la presència i l'impacte de l'Olcat a un major nombre de centres educatius. La imminent col·laboració amb el Departament d'Ensenyament pot significar una oportunitat significativa per aconseguir aquest objectiu, ja que pot proporcionar recursos addicionals i suport logístic per arribar a més escoles i instituts.

— *Identificar estudiants o instituts amb més risc d'exclusió.* Per garantir l'accessibilitat i l'èxit de tots els estudiants brillants, és essencial identificar estudiants o instituts que puguin estar més exposats a riscos d'exclusió. Això pot ser causat per factors socioeconòmics, geogràfics o altres desigualtats. L'Olcat hauria de treballar en col·laboració amb el Departament d'Ensenyament per desenvolupar programes i recursos específics per a aquests grups i centres educatius.

— *Incrementar la participació femenina.* És positiu veure un augment progressiu en la participació de les noies a l'Olcat, però la presència femenina encara és baixa. Considerem important, doncs, continuar incrementant aquesta tendència i potenciar la presència de noies en aquest àmbit. L'Olcat podria participar en campanyes de sensibilització i programes específics per atraure i retenir el talent femení.

— *Integrar sistemes d'intel·ligència artificial (IA).* La intel·ligència artificial generativa representa un desafiament significatiu per a l'aprenentatge en general i per a les competicions de pensament computacional en particular. En efecte, tot i que pot millorar l'eficiència i l'exactitud en la resolució de problemes, també pot disminuir l'enfocament en les habilitats de programació i raonament humà. Ara bé, prohibir aquestes eines és fora de lloc: tant als instituts com a les competicions, cal trobar un equilibri per integrar la IA de manera educativa i constructiva, assegurant que es

continui incentivant el desenvolupament de les habilitats de resolució de problemes, mentre s'aprofita el potencial de la IA com a recurs afegit.

Bibliografia

- ALEMANY, J.; VILELLA, J. (2023) *Concursos com a font de recursos*. XIV Jornada d'Ensenyament de les Matemàtiques de la Comunitat Valenciana. XVIII Jornada Conjunta d'Ensenyament de les Matemàtiques. [Comunicació, octubre]
- BUSER, T.; HUAIPING, Y. (2019). «Do women give up competing more easily? Evidence from the lab and the Dutch math olympiad». *American Economic Journal: Applied Economics*, vol. 11, núm. 3, p. 225-252.
- CHIANG, F. K.; TANG, Z.; ZHU, D.; BAO, X. (2023). «Gender disparity in STEM education: A survey research on girl participants in World Robot Olympiad». *International Journal Technology and Design Education* [en línia], vol. 34, p. 629-646. <<https://doi.org/10.1007/s10798-023-09830-0>>.
- CSIRO (2022). *Brebas Australia Computational Thinking Challenge: 2022 Solutions guide round 1* [en línia]. <<https://www.csiro.au/-/media/Digital-Careers/Files/Bebras-Files/Bebras-Solution-Guide-2022-R1-Secondary.pdf>> [Consulta: 22 octubre 2023].
- Decret 175/2022, de 27 de setembre, d'ordenació dels ensenyaments de l'educació bàsica [en línia]. <<https://xtec.gencat.cat/web/.content/curriculum/eso/curriculum-175-2022/Matematiques.pdf>> [Consulta: 22 octubre 2023].
- FRANCH, X. (1999) *Estructures de dades: Especificació, disseny i implementació* [en línia]. Barcelona: Edicions UPC. <<https://doi.org/10.5821/ebook-9788498801200>>.
- MANI, A.; VENKATARAMANI, D.; PETIT, J.; ROURA, S. (2014). «Better feedback for educational online judges». A: *CSEdu 2014: Proceedings of the 6th International Conference on Computer Supported Education* [en línia], vol. 2, p. 176-183. <<https://doi.org/10.5220/0004842801760183>>.
- MOHAGHEGH, M. [et al.] (2016). «Computational thinking: The skill set of the 21st century». *International Journal of Computer Science and Information Technologies* [en línia], vol. 7, núm. 3, p. 1524-1530. <<https://www.ijcsit.com/docs/Volume%207/vol7issue3/ijcsit20160703104.pdf>> [Consulta: 22 octubre 2023].
- PETIT, J. [et al.] (2018) «Jutge.org: Characteristics and experiences». *IEEE Transactions on Learning Technologies* [en línia], vol. 11, núm. 3, p. 321-333. <<https://doi.org/10.1109/TLT.2017.2723389>>.
- RIBEIRO, P. [et al.] (2009). «Improving the automatic evaluation of problem solutions in programming contests». *Olympiads in Informatics*, vol. 3, p. 132-143.
- SHUTE, V. J. [et al.] (2017). «Demystifying computational thinking». *Educational Research Review*, vol. 22, p. 142-158.
- TORRES, C. [et al.] (2009). *Developing multiple-choice questions in mathematics* [en línia]. <<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:46570838>> [Consulta: 23 octubre 2023].
- UNESCO. GENERAL CONFERENCE, 25TH SESSION (1989). *Implementation of 24 C/Resolution 24 concerning UNESCO's contribution to the promotion of international co-operation with regard to young people; report by the director-general* [en línia]. París. <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000083424>> [Consulta: 23 octubre 2023].
- VASIGA, T. [et al.] (2008). «What do olympiad tasks measure?». *Olympiads in Informatics*, vol. 2, p. 181-191.
- WEIGEND, M. (2019). «Computational thinking education through creative unplugged activities». *Olympiads in Informatics* [en línia], vol. 13, p. 171-192. <<https://doi.org/10.15388/loi.2019.11>>.
- WING, J. M. (2006). «Computational thinking». *Communications of the ACM*, vol. 49, núm. 33.