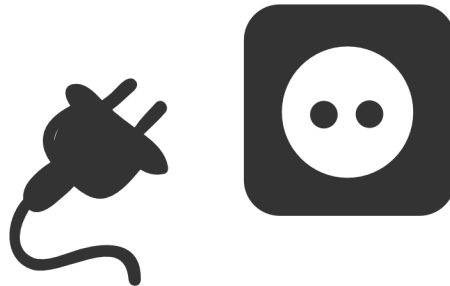


# Computació sense ordinadors



Activitats lúdiques per entendre  
com funcionen les màquines sense  
necessitat de dispositius digitals



①

**Aprèn a comptar en binari!**  
(amb els teus dits, i amb llapis i paper)



# Índex de continguts

1. SISTEMA BINARI: COMPTAR.....	3
Introducció.....	3
Comptant amb les targetes.....	3
Comptant amb els dits.....	4
Com interpreta els números la màquina?.....	5
Reptes codificats I: números.....	6
Binaris encreuats.....	7
Reptes codificats II: lletres.....	7
SOLUCIONS.....	8
BIBLIOGRAFIA.....	11
CRÈDITS.....	12

Aquest document ha estat creat per introduir les ciències de la computació de forma lúdica i per tal d'engreixar el nombre de continguts de cultura lliure en català sobre alfabetització digital.



**Llicència CC-BY-SA:** ets lliure de compartir i adaptar aquests materials sempre i quan citis l'obra original i comparteixis la nova creació sota la mateixa llicència.  
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.ca>



Com citar aquesta obra:  
«Computació sense ordinadors, per Gamifica't! (Cultura en Joc).  
Disponible a <http://www.gamifi.cat/computacio-sense-ordinadors/>».

# 1. SISTEMA BINARI: COMPTAR

## Introducció

### Què aprendrem?

Els humans comptem amb el sistema decimal o de numeració aràbiga i fem servir del 0 al 9 per formar la resta de números. Els ordinadors, però, emmagatzemen i transmeten dades en sistema binari, és a dir, utilitzant zeros i uns. Aprendrem com poden representar números i paraules amb tan sols dos símbols.

### Què necessitarem?

5 targetes binàries: totes elles amb el revers llis i, a l'anvers, un nombre diferent de punts negres. Podem retallar les que hi ha al final d'aquesta fulla. De dreta a esquerra, la primera té un punt, la segona dos, la tercera quatre, la quarta vuit i la cinquena setze.

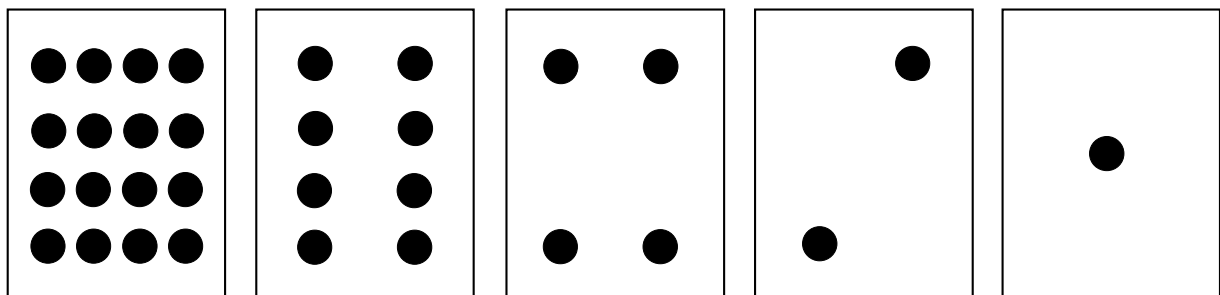
### Com funciona?

Ordenem les targetes de dreta a esquerra i en ordre ascendent (de més petita a més gran), tal com es presentaven impreses al full. I reflexionem... Tenen relació els números entre si? Quina lògica trobem a la seqüència? Quants punts negres tindria una sisena targeta? I una setena?

## Comptant amb les targetes

Podem posar les targetes cap per amunt o cap per avall, mostrant o no els puntets. El valor total és la suma dels puntets de cada targeta: cap per amunt, la carta que té un puntet val 1, la targeta que té dos puntets val 2, la que en té quatre val 4 i, així, successivament. Si posem una targeta cap per avall i no es mostren els puntets, aquella targeta val zero.

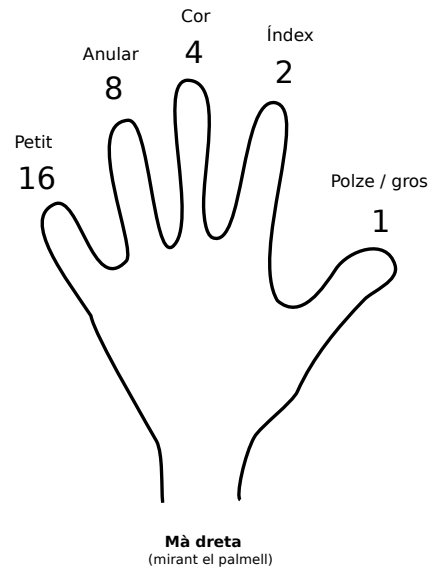
- Amb quines targetes aconseguirem el número 5? I el número 11? I el 22?
- Quin és el número més alt que podem aconseguir amb aquestes cinc targetes? I el més petit? Quants números, en total, podem comptar amb aquestes cinc targetes?
- Comptem de 0 a 10?



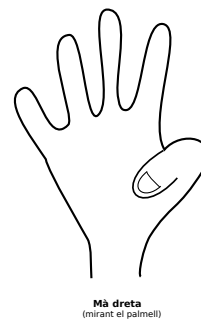
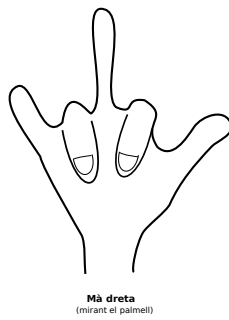
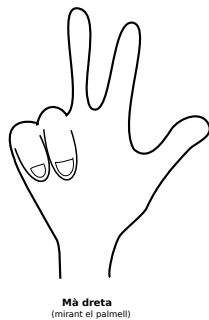
## Comptant amb els dits

Provem ara de comptar substituint les targetes pels dits de la mà dreta mirant-nos el palmell.

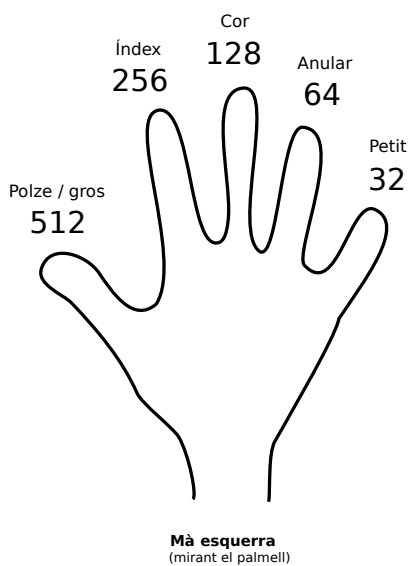
El dit gros o polze serà 1, el dit índex serà el 2, el cor el 4, l'anular el 8, i el petit el 16. Si el dit està amunt, es compta el valor numèric d'aquell dit; si està avall, compta zero. Podem comptar de 0 a 31, és a dir, un total de 32 números.



- Quins dits de la mà necessitarem alçar per fer el número 6? I el número 17? I el 28?
- Comptem ara de 0 a 10 amb els dits de la mà dreta
- Endevina els tres números següents:



Si fem servir les dues mans, podem arribar a comptar fins a més de mil. El dit petit de la mà esquerra seria 32; l'anular, 64; el cor, 128; l'índex, 256; i el polze o gros, 512.



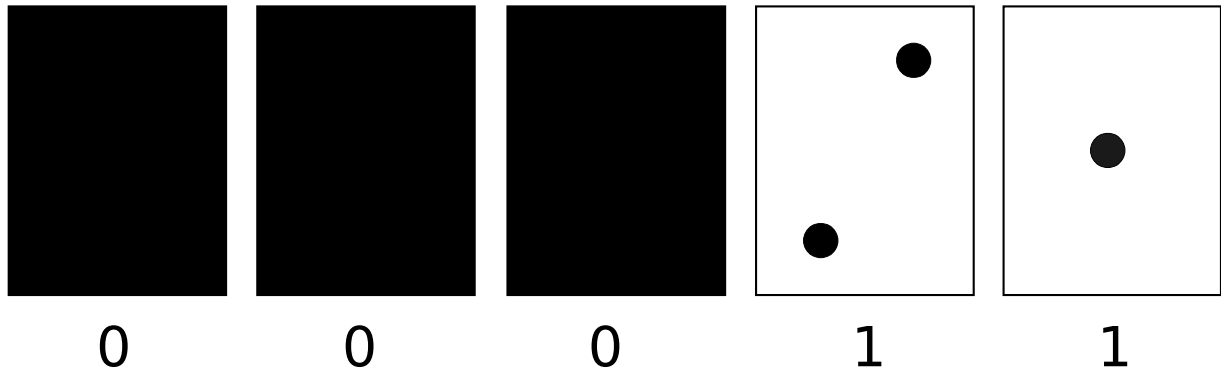
d) El nombre més petit serà sempre 0. Però quin serà el més gran si comptem amb les dues mans? Quants números podem comptar en total?

e) Quins dits necessitarem per fer el número 150? I el 306? I el 654?

f) Quants números podríem comptar en total si també féssim servir els cinc dits del peu dret? I si afegim els del peu esquerra? Dibuixa els teus peus, posa'ls-hi números i compta amb tots els dits del cos!

## Com interpreta els números la màquina?

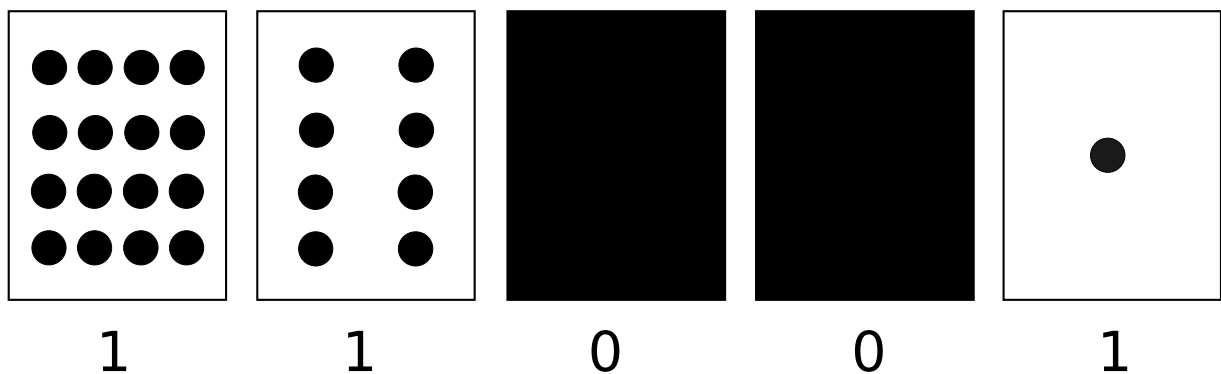
Els ordinadors que utilitzem, de moment, només fan servir codi binari, així que només «entenen» dos símbols: el zero i l'u. Quan un número es mostra, la màquina assigna un 1 i sinó es mostra, assigna un zero. És tan senzill com un interruptor, que només pot estar amunt o avall. En una direcció, la bombeta s'encén i en l'altra, s'apaga. Dos posicions: ON, encesa o 1 i OFF, apagada o 0.



Aquí un exemple que il·lustra com una màquina interpretarà el número tres. De la seqüència numèrica, la tercera, quarta i cinquena targetes estan cap per avall, i per tant, les comptarà com un 0. La resta, al estar amunt, es marcaran com a enceses i, per tant, se'ls hi assignarà un 1. I per la posició on són, sap a quin número correspon.

Així que per a una màquina el número tres s'escriurà 00011. Com tenim cinc targetes però els zeros a l'esquerra no comptem, la màquina també podria interpretar 11 com el número tres.

Veiem un altre exemple que il·lustra com s'escriu en binari el número vint-i-cinc. Enceses tenim la primera, la quarta i la cinquena; i apagades, la segona i la tercera. 11001, per a una màquina binària, vol dir 25.



- Com creem el número 9 en binari? I el número 13? I el 24?
- Quin número és 01100? I el 10011? I el 11101?
- Com sumaries 35 afegint una sisena targeta? I 40? I 51?

## Reptes codificats I: números

Podem configurar números secrets amb dos símbols que substitueixin el zero i l'u.  
Desxifra els binaris i passa'ls els números que s'amaguen rere aquests símbols:

Si  = 0    Si  = 1     =

Si  = 0    Si  = 1     =

Si  = 0    Si  = 1     =

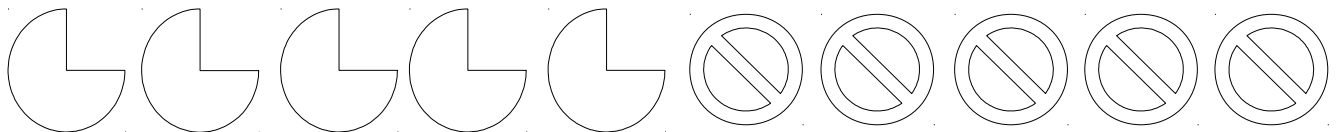
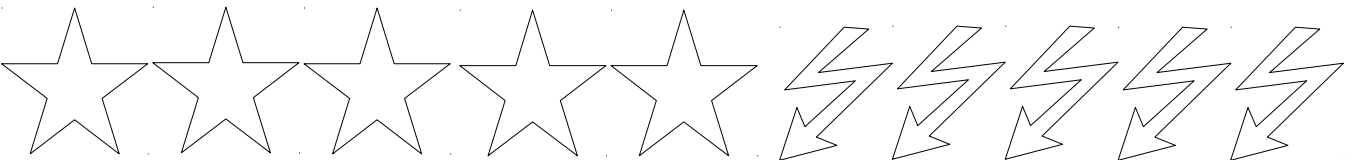
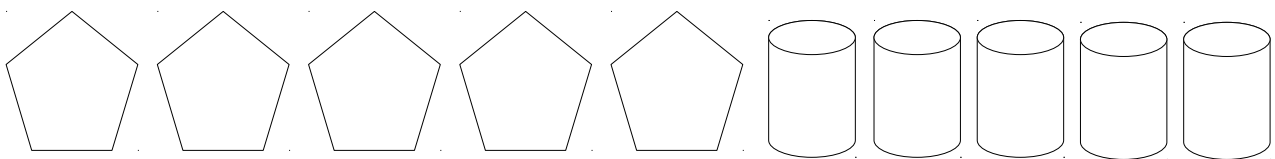
Si  = 0    Si  = 1     =

Si  = 0    Si  = 1     =

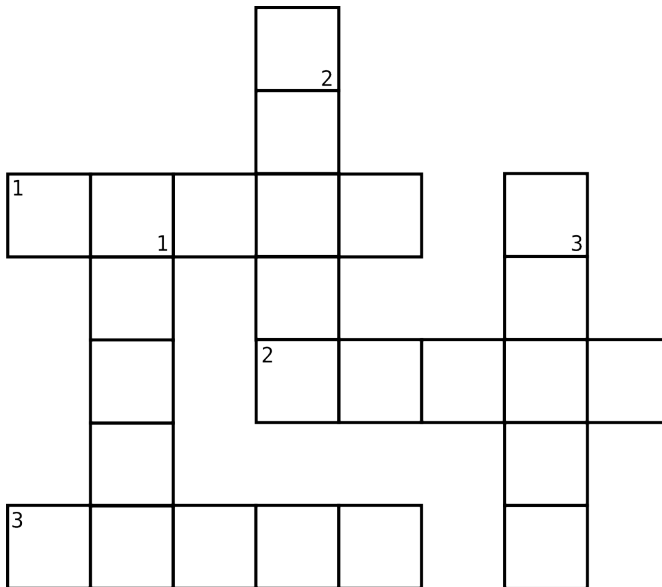


### Retalla i codifica!

Retalla les figures i codifica en sistema binari.



## Binaris encreuats



### Horitzontals

1. 21
2. 10
3. 5

### Verticals

1. 0
2. 24
3. 31

## Reptes codificats II: lletres

També podem convertir els números en lletres.

A = 1	E = 5	I = 9	M = 13	Q = 17	U = 21	Y = 25
B = 2	F = 6	J = 10	N = 14	R = 18	V = 22	Z = 26
C = 3	G = 7	K = 11	O = 15	S = 19	W = 23	
D = 4	H = 8	L = 12	P = 16	T = 20	X = 24	

Cada número binari té el seu equivalent en un número decimal, i cada decimal té el seu equivalent en una lletra. A aquest tipus de xifrat se l'anomena «xifratge per substitució», on cada lletra del text se substitueix per una altra lletra o número.

Què diu aquest missatge? Converteix els binaris en números decimals i busca a quina lletra equival el número per desxifrar el missatge:

00010 =	01010 =	00110 =	00001 =
00101 =	10101 =	01001 =	10110 =
01110 =	00111 =	01110 =	01001 =
00000 =	00001 =	10011 =	00001 =
	10100 =	00000 =	10100 =
	00000 =		

El «xifratge per substitució» ja era utilitzat a l'antiguitat. Per exemple, el sistema criptogràfic conegut com a «xifrat de Cèsar» era la manera en què Juli Cèsar comunicava amb els seus generals: cada lletra equivalia a una altra lletra desplaçada en posició a l'alfabet. Si adjudiquem el desplaçament en tres posicions, la lletra A esdevindria una D, la B esdevindria una E, la C seria una F, la D una G i, així, anar fent. T'atreveixes a crear el teu propi sistema criptogràfic?

# SOLUCIONS

Pàgina 3

Comptant amb les targetes

a) Aconseguim el número 5 posant cap per amunt la targeta de quatre punts i la targeta d'un puntet ( $4+1=5$ ) i cap per avall la setze, vuit i la de dos, perquè comptin zero.

Necessitem tres targetes per aconseguir el número 11: la de vuit punts, la de dos punts i la d'un puntet ( $8+2+1=11$ ), i per això hem de posar cap per avall la de setze i la de quatre punts.

Per aconseguir representar el número 22, necessitarem cap per amunt la targeta de setze punts, la de quatre i la de dos ( $16+4+2=22$ ) i cap per avall la de vuit i la d'un.

b) El número més alt que podem aconseguir amb aquestes cinc targetes és la suma de tots els seus punts  $16+8+4+2+1=31$ . El més petit és zero, i l'aconseguiríem si poséssim totes les targetes cap per avall. Zero també és un número i és imprescindible perquè sense ell no existiria el sistema binari. En total, amb aquestes cinc targetes, podem comptar 32 números: del 0 al 31.

c) Per comptar del 0 al 10 faríem el següent:

0 = totes les targetes cap per avall sumen zero  
1 = només es mostra la primera targeta d'un puntet  
2 = només es mostra la segona targeta de dos punts  
3 = es mostren dues targetes, la de dos punts i la de tres ( $2+1$ )  
4 = només es mostra la tercera targeta de quatre punts  
5 = es mostren dues targetes, la de quatre punts i la d'un ( $4+1$ )  
6 = es mostren dues targetes, la de quatre punts i la de dos ( $4+2$ )  
7 = es mostren tres targetes, la de quatre punts, la de dos i la d'un ( $4+2+1$ )  
8 = només es mostra la quarta targeta de vuit punts  
9 = es mostren dues targetes, la de vuit punts i la d'un ( $8+1$ )  
10 = es mostren dues targetes, la de vuit punts i la de dos ( $8+2$ )

Com funciona?

a) Els números sí que tenen relació entre si. La lògica que segueix la seqüència és la de multiplicar per dos el nombre de punts de la targeta anterior. Per això la segona targeta té dos punts negres ( $1 \times 2$ ) i la tercera en té quatre ( $2 \times 2$ ).

b) Una sisena targeta tindria 32 punts negres perquè hauríem de multiplicar 16, -que són els punts que té la cinquena targeta-, per dos. Seguint aquesta lògica, una setena targeta en tindria 64 ( $32 \times 2$ ).



Comptant amb els dits

a) Número 6: alçar el dit índex (2) i el dit cor (4); i haurem d'abaixar els altres dits (polze, anular i petit) perquè comptin com a zeros. Número 17: alçar el dit petit (16) i el dit gros (1); i abaixar la resta (anular, cor i índex). Número 28: alçar el petit (16), l'anular (8) i el cor (4); i abaixar l'índex i el polze.

b) Per comptar del 0 al 10 amb els dits de la mà dreta farem el següent:

- 0 = tots els dits avall sumen zero
- 1 = només es mostra el dit gros i la resta avall
- 2 = només es mostra el dit índex i la resta avall
- 3 = es mostren els dits gros i índex
- 4 = només es mostra el dit cor i la resta avall
- 5 = es mostren el dit gros i cor
- 6 = es mostren el dit índex i cor
- 7 = es mostren el dit gros, índex i cor
- 8 = només es mostra el dit anular i la resta avall
- 9 = es mostren el dit gros i anular
- 10 = es mostren el dit índex i anular

c) D'esquerra a dreta, els números que corresponen a les imatges són:  
 7 (1 polze + 2 índex + 4 cor), 21 (1 polze + 4 cor + 16 petit), i 30 (2 índex + 4 cor + 8 anular + 16 petit).

d) El nombre més gran que podem comptar amb les dues mans és 1023 i els números en total són 1024 (32x32) perquè també podem crear el zero abaixant els dits d'ambdues mans.

e) Per aconseguir el número 150 agafarem el número que se li apropi més a la baixa: 128, el nostre dit cor de la mà esquerra. L'alçem. De 150 a 128 en van 22, i per aconseguir 22 necessitem 16+4+2, que són els dits petit, cor i índex de la nostra mà dreta. La resta dels dits han d'anar abaixats per comptar zero.

f) Per crear el 306, alçem el dit índex de la nostra mà esquerra, que són 256. I com ens en faltaran 50, alçem el dit petit de la mà esquerra (32). Ara només ens en falten 18, amb el que també alçarem el dit petit i l'índex de la mà dreta (16+2). Pel 654 necessitarem primer el que estigui més aprop a la baixa, 142, també podem fer servir 128, que és el nostre dit cor de la mà esquerra. Els 14 restants els farem amb el dit anular de la mà dreta (8), el cor (4) i l'índex (2).

f) Si també fèssim servir els cinc dits del peu dret podríem comptar 32769 números i si a més fèssim servir els del peu esquerra en podríem comptar 1048576. No és curiós que només amb vint dits puguem comptar més d'un milió?

Com interpreta els números la màquina?

a) El número 9 en binari es representaria 01001; el número 13, 01101; el 24, 11000.  
 b) El número 01100 correspon al 12; el 10011, al 19; el 11101, al 29.  
 c) La targeta següent tindria 32 punts, així que 35 seria la suma de la primera (1), la segona (2) i la sisena targeta (32). Aconseguiríem 40 posant cap per amunt la tercera targeta (8) i la sisena (32). I el 51 el faríem amb la primera (1), la segona (2), la cinquena (16) i la sisena targetes (32).

Reptes codificats I: números

01110 = 14  
 00111 = 7  
 10101 = 21  
 11110 = 30  
 01111 = 15

Binaris encruats

Horizontals:  
 1) 21 = 10101  
 2) 10 = 01010  
 3) 5 = 00101

Verticals:  
 1) 0 = 00000  
 2) 24 = 11000  
 3) 31 = 11111

El missatge diu: BEN JUGAT, FINS AVIATI!

00010 = 2 (B) 01010 = 10 (J)	00101 = 5 (E) 10101 = 21 (U)	00111 = 7 (G) 01110 = 14 (N)	00001 = 1 (A) 10011 = 19 (S)	10100 = 20 (T)	- = 00000
00010 = 2 (B) 01010 = 10 (J)	00101 = 5 (E) 10101 = 21 (U)	00111 = 7 (G) 01110 = 14 (N)	00001 = 1 (A) 10011 = 19 (S)	10100 = 20 (T)	- = 00000
00010 = 2 (B) 01010 = 10 (J)	00101 = 5 (E) 10101 = 21 (U)	00111 = 7 (G) 01110 = 14 (N)	00001 = 1 (A) 10011 = 19 (S)	10100 = 20 (T)	- = 00000
00010 = 2 (B) 01010 = 10 (J)	00101 = 5 (E) 10101 = 21 (U)	00111 = 7 (G) 01110 = 14 (N)	00001 = 1 (A) 10011 = 19 (S)	10100 = 20 (T)	- = 00000

Reptes codificats II: lletres

## BIBLIOGRAFIA

«**To Scratch or not to Scratch**» per Felienne

<http://www.felienne.com/archives/5743>

«**CS Unplugged**» pel Grup de Recerca en Ciències de la Computació de la Universitat de Canterbury, Nova Zelanda

<https://classic.csunplugged.org/activities/>

«**Sistema de numeración posicional en Babilonia**» per la Universitat de Córdoba

<http://www.uco.es/users/ma1fegan/Comunes/recursos-matematicos/Sistemas-numeracion/Sistema-de-numeracion-Babilonia.pdf>

«**Curso de programación de juegos con Scratch**» per Programo Ergo Sum

<https://www.programoergosum.com/cursos-online/scratch/26-curso-de-programacion-de-juegos-con-scratch/introduccion>

«**Possibilitats de la robòtica educativa**» per Frank Sabaté

<https://www.youtube.com/watch?v=u2ueYsCJP5U>

«**Criptografía clásica**». Revista de matemàtiques Sigma Núm. 24 pel Departament d'Ensenyament del govern del País Basc

[http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.eus/r43-573/es/contenidos/informacion/dia6\\_sigma/es\\_sigma/adjuntos/sigma\\_24/9\\_Criptografia\\_clasica.pdf](http://www.hezkuntza.ejgv.euskadi.eus/r43-573/es/contenidos/informacion/dia6_sigma/es_sigma/adjuntos/sigma_24/9_Criptografia_clasica.pdf)

«**Algoritmos y diagramas de flujo**» per Depormática

[http://depormatica.blogspot.com/2014/03/algoritmos-y-diagramas-de-flujo\\_4.html](http://depormatica.blogspot.com/2014/03/algoritmos-y-diagramas-de-flujo_4.html)

# CRÈDITS

## Endoll

[https://www.flaticon.com/free-icon/european-plug\\_63926#term=european%20plug&page=1&position=1](https://www.flaticon.com/free-icon/european-plug_63926#term=european%20plug&page=1&position=1)

**Sol, campanes i coet.** Imatges de la galeria de Snap!

Aquests materials estan creats amb **programari lliure** gràcies a:



### Snap!

Un senzill i potent llenguatge de programació visual per blocs  
Pàgina del projecte i imatge: <https://snap.berkeley.edu/>



### Inkscape

Un programa per crear i modificar arxius vectorials  
Pàgina del projecte: <https://www.inkscape.org/>  
Imatge: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Inkscape.logo.svg>



### GIMP

Un programa per al disseny d'elements gràfics, retocs d'imatges i altres creacions artístiques  
Pàgina del projecte: <https://www.gimp.org/>  
Imatge: [https://commons.wikimedia.org/wiki/GIMP#/media/File:The\\_GIMP\\_icon\\_-\\_gnome.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/GIMP#/media/File:The_GIMP_icon_-_gnome.svg)



### LibreOffice®

Un conjunt de programes per crear i modificar documents de text, presentacions, fulles de càlcul...  
Pàgina del projecte: <https://www.libreoffice.org/>  
Imatge: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LibreOffice\\_logo.svg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LibreOffice_logo.svg)

Mil gràcies a les comunitats i persones que han creat i millorat aquestes eines.

Llarga vida a les tecnologies lliures i ètiques!