



EXPERIÈNCIA

PENSAMENT COMPUTACIONAL A L'ESCOLA

Reflexionem sobre l'oportunitat d'aprofitar la introducció de la programació i la robòtica educatives a les aules per a convertir-les en eines que ajudin a adquirir pràctiques i processos de raonament relacionats amb la capacitat de resoldre problemes, desenvolupar projectes i trobar solucions creatives.

TEXT DE **MARTA PERACLAU I JUAN GONZÁLEZ**

Professors de la Facultat d'Educació i Psicologia de la UdG

En els darrers anys hem assistit al desenvolupament d'eines relacionades amb la programació informàtica i la robòtica educativa, com ara llenguatges de programació visual, kits de robòtica, plaques de circuits programables, impressores 3D... Aquestes eines són el resultat de projectes de recerca integrats conjuntament per investigadors dels camps de l'educació i l'enginyeria informàtica. A partir d'aquí, un gran nombre d'iniciatives formals i no formals n'han incorporat l'ús i les metodologies d'aprenentatge que s'hi associen. Aquestes iniciatives han nascut a la primera línia de batalla, és a dir, de mestres o d'escoles a títol individual o, fora de l'àmbit

escolar, de biblioteques, centres cívics, associacions de lleure o empreses privades. En generalitzar-se, les polítiques educatives se n'han fet ressò, i en molts països estan incorporant la programació informàtica als currículums, en els quals es fa servir sovint el terme anglosaxó *code-literacy*, que podríem traduir com a alfabetització en codificació o programació informàtica, i que suposa un coneixement bàsic dels trets comuns que caracteritzen els diversos llenguatges de programació informàtica.

Cal incloure l'alfabetització en codificació a l'escola?

Per a alguns responsables de polítiques educatives la promoció de l'alfabetitza-

ció en codificació és una acció per ajudar a cobrir les necessitats del futur mercat laboral, de manera similar i com a complement a la necessitat de promocionar les vocacions científiques. Tanmateix, per a una gran part dels educadors i investigadors d'aquest camp, aquest argument justifica de manera pobre per què la programació informàtica ha d'entrar a les escoles. Consideren, en canvi, que, per una banda, conèixer com es llegeix i s'escriu el llenguatge dels ordinadors situa els joves al centre dels processos d'una societat eminentment digital: els ajuda a entendre que els milers de dispositius opacs que omplen el món no executen «accions màgiques», que els mecanismes d'aquesta societat digital

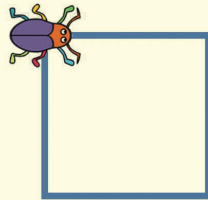
no estan fora del seu abast de comprensió i que ells mateixos hi poden contribuir. Per l'altra, la codificació informàtica és un nou llenguatge amb el qual els alumnes es poden expressar. Si entenem com es construeix el programari dels ordinadors i tenim l'oportunitat de fer servir aquest coneixement per crear eines a mida, a vegades inexistents, passem de ser usuaris i consumidors de tecnologia digital a creadors, més enllà de la mera substitució d'altres eines analògiques. En aquest sentit, de la mateixa manera que saber escriure no és exclusiu dels periodistes o autors literaris, o l'aprenentatge d'un instrument musical no té l'objectiu de crear músics professionals, l'habilitat de crear històries i jocs interactius, animacions, simulacions o ginys mecanitzats no ha de ser exclusiva dels programadors informàtics professionals o de qui ho vol ser en un futur, ja que obre als infants l'opció d'ampliar els llenguatges i els mitjans amb què expressar-se. També és una eina que ajuda a desenvolupar habilitats per resoldre problemes en diferents àrees, fomenta metodologies d'aprenentatge transferibles a altres camps de coneixement, ofereix metodologies de treball que fomenten la motivació i l'interès per aprendre, i permet que l'alumnat desenvolupi actituds de pensament crític que beneficien la societat del futur.

Per exemplificar-ho esbossem una de les activitats que es fa habitualment en els inicis de l'aprenentatge dels llenguatges de programació. Imaginem que el nostre personatge o robot ha de traçar un quadrat. Per què ho faci, en programar-lo els infants arribaran a escriure una seqüència d'instruccions semblant a la de la figura 1. Hi haurà variacions com el nombre de passes endavant, segons la llargada del costat del quadrat, o com la terminologia (píxels, centímetres o altres unitats de longitud en comptes de passes, un quart de volta en comptes



Els alumnes posen en pràctica les instruccions de programació amb un joc de taula. © Getty.

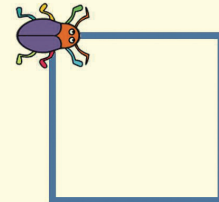
Figura 1



Instruccions (moviments) pas per pas

- Fes 100 "passes" endavant
 - Gira 90 graus a la dreta
 - Fes 100 "passes" endavant
 - Gira 90 graus a la dreta
 - Fes 100 "passes" endavant
 - Gira 90 graus a la dreta
 - Fes 100 "passes" endavant
 - Gira 90 graus a la dreta
- } Patró que es repeteix

Figura 2



Instruccions de manera optimitzada

- Repeteix 4 vegades
- Fes 100 "passes" endavant
 - Gira 90 graus a la dreta
- } Bucle de 4 iteracions

de 90 graus, etc.). Els que s'hagin trobat per primera vegada amb aquest problema o encara no tinguin consolidades les magnituds dels girs l'hauran de resoldre fent proves: escrivint una seqüència inicial temptativa, veient-ne el resultat i corregint-ho. És el que s'anomena un mètode d'assaig-i-error, fins a trobar la instrucció que s'ajusti a la mida del quadrat que desitgen i l'angle de gir que correspon al traç d'un quadrat.

Els infants s'adonaran que en la seqüència d'instruccions que han hagut

d'escriure hi ha un patró que es repeteix. Això pot servir per optimitzar el programa, fent servir un bucle (un grup d'instruccions que es va repetint), en aquest cas de quatre iteracions. Per tant, poden modificar el programa de manera que la seqüència d'instruccions sigui semblant a la que es veu a la figura 2.

Aquesta identificació de patrons, de fet, se'ls farà necessària un cop elaborin programes més complexos, ja que la simplificació i l'optimització són imprescindibles per poder avançar substanci-

aliment, i els ajudarà a desenvolupar la capacitat d'abstracció.

Si continuem experimentant amb costats i angles de gir, amb prou temps podem arribar a descobrir la relació entre el nombre de costats i els angles exteriors dels polígons regulars. Aleshores els infants hauran fet un descobriment pitagòric i hauran escrit un algorisme que descriu exactament el traç de qualsevol polígon regular, amb independència del nombre de costats que tingui. Aquesta generalització es representa a la figura 3.

En el procés que hem esbossat és rellevant que els infants hagin fet un aprenentatge sense ser transmès o revelat directament pel mestre, més enllà de la proposta, el guiatge i les eines que els hagi pogut proporcionar. Si ells mateixos arriben a fer aquest «descobriment pitagòric», ja sigui en grup o sols, més enllà del cas concret, hauran après a deduir. I aquest camí lògic podran recórrer-lo quan el necessitin, no necessàriament amb una eina de programació, sinó també amb llapis i paper o amb la ment. Haurà estat, en definitiva, un procés empoderador i competencial.

En molts casos es pot fer el mateix procés sense eines digitals. En el nostre exemple concret, la descripció geomètrica d'un polígon regular, es pot fer amb traç amb guix a la pissarra, al pati de l'escola o en paper mural; el personatge pot ser un nen, o alguna figura que marqui una direcció clara. Convé, doncs, en cas que la programació utilitzi eines digitals, trobar les analogies amb el món físic dels aprenentatges fets per facilitar que hi hagi una transferència real. Els llenguatges de programació permeten fer una simulació del funcionament del món real, físic o fantàstic a un medi digital, i el procés de construcció d'aquesta simulació ens permet arribar a una comprensió completa. Al nostre exemple, l'activitat tenia un objectiu d'apre-

Figura 3

Solució general per un polígon regular de N_{costats} i allargada de cada costat L_{passes}

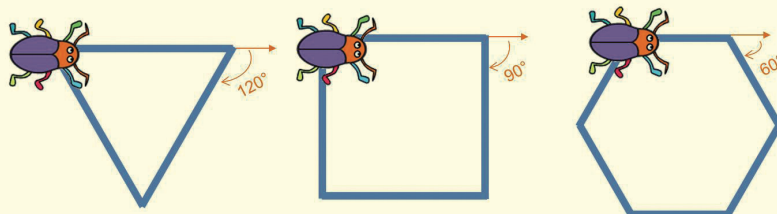
$$X_{\text{angle}} = 360 / N_{\text{costats}}$$

Repeteix N_{costats} vegades:

- Fes L_{passes} "passes" endavant
- Gira X_{angle} graus a la dreta

} Algorisme

N_{costats} i L_{passes} → Paràmetres



L'aprenentatge de la programació informàtica a les escoles ha de ser una eina transversal que ajudi a desenvolupar la lògica.

mentatge específic. Però la programació ofereix oportunitats d'aprenentatges paral·lels als objectius concrets, que sorgeixen per necessitat en intentar assolir el que el programador s'havia proposat. Quan un infant programa una història, una animació, una presentació, una simulació científica o un joc, té un objectiu narratiu en què necessita lligar harmònicament un contingut, una estètica, un fil argumental i una matemàtica.

Cap al pensament computacional

A banda d'aquestes reflexions, també podem fer una mirada als processos que s'articulen en contextos de programa-

ció. Per fer-ho, podem analitzar quins passos s'han de fer quan s'ha d'escriure un programa per a un ordinador o per a qualsevol dispositiu tecnològic.

En primer lloc, el problema es desglossa en parts. Les possibles solucions s'estructuren mitjançant un procés d'abstracció en què s'analitzen les dades disponibles, es reconeixen patrons i se n'extreu la informació irrellevant. Les solucions s'expressen algorítmicament, utilitzant seqüenciació, bucles i iteració, variables i paràmetres, lògica condicional, operadors, funcions, recursivitat i esdeveniments. També cal tenir en compte el paral·lelisme en l'execució de les parts independents i els problemes de sincronització. Aquest procés demana la presa de decisions i un enfocament heurístic de prova-error-depuració, per arribar al resultat final d'una manera iterativa i reflexiva.

Això condueix a una comprensió profunda del problema, sovint amb estones llargues d'estancament, qüestionament i reflexió, i d'altres amb moments àlgids i esclaridors. Tot i que tot això es pot fer

individualment, la complexitat dels problemes sovint requereix treball en equip. Per tant, és freqüent que durant el procés es necessiti consultar i intercanviar opinions amb els companys. I, en el moment de les solucions, és freqüent també que aparegui la voluntat de compartir el producte o els aprenentatges fets en el procés, cosa que pot ajudar a millorar la motivació. En definitiva, un context en què el treball en equip i la col·laboració sorgeixen de manera natural.

Aquestes pràctiques metodològiques a l'hora d'abordar un problema s'inclouen en el que es coneix com a *pensament computacional*. El terme prové de la pràctica comuna i conscient dels enginyers informàtics, que s'enfronten a la resolució de problemes complexos de tal manera que qualsevol agent extern (home o màquina) en pugui aplicar les solucions de manera eficaç. No obstant això, el pensament computacional no és, de cap manera, exclusiu de pràctiques de codificació i àrees relacionades amb la informàtica. S'aplica, gairebé sempre, inconscientment, en nombrosos escenaris, passant de les accions quotidianes (com ara donar instruccions o escriure una recepta) a pràctiques complexes (com analitzar una obra de la literatura universal o en la creació artística). I així, l'aplicabilitat com a metodologia per dur a terme problemes complexos transversals relaciona el pensament computacional de manera natural amb el desenvolupament i la realització de projectes (des dels més simples, lligats a la vida personal fins als més complexos, amb finalitats d'aprenentatge o professionals).

La manera més profitosa d'entendre la robòtica i la programació escolars és com a eina d'aprenentatge global. És el que en podríem dir «programar per aprendre», que sí que implica aprendre a programar, evidentment, però no només, i que situa la programació com a eina i no com a finalitat en si mateixa.



Un grup d'infants escriu les primeres línies d'instruccions per fer moure un objecte a la pantalla (a dalt) i en un mural al pati (a sota). © M. Peracaula i J. González.

En definitiva, parlem de «programar per aprendre», en contraposició a «aprendre a programar» com a únic objectiu (en anglès, és freqüent el debat entre el *learn to code* i el *code to learn*). En aquest sentit, l'aprenentatge de la programació informàtica a les escoles ha de ser una eina transversal que ajudi a desenvolupar la lògica i l'estructuració mental a l'hora de resoldre problemes, plantejar projectes i entendre continguts, i que s'integri per necessitat en les activitats d'aula. Això es contraposa a alguns corrents i pràctiques en què aquest aprenentatge es fa com a objectiu *per se* i amb metodologies de seguiment de fit-

xes o plantilles que poden fomentar el «copia-i-enganxa», amb uns resultats que poden satisfer els infants però que no n'asseguren la comprensió ni l'aprofitament més enllà del lleure en si.

En definitiva, romandre en aquest perfil d'activitats, sense anar més enllà, implica malbaratar l'oportunitat d'aprendre'n molt més, i de poder-ho aplicar a qualsevol altre àmbit diferent de la robòtica. Pensem, per tant, que és necessari que hi hagi debat a la comunitat educativa sobre quines han de ser les bones pràctiques a l'hora d'introduir la programació i la robòtica educativa i les metodologies que hi van associades. ●