



els contes de



MÈTODES NUMÈRICS  
EN ENGINYERIA

17. LINGÜÍSTICA APLICADA

La Laura i en Joan amb els secrets que amaguen les paraules

18. QUÍMICA ORGÀNICA

La Laura i en Joan aprenen de la natura

19. AQÜICULTURA:

La Laura i en Joan i l'amenaça de l'espècie perduda

20. BIOMEDICINA:

La Laura i en Joan persegueixen les cèl·lules malignes

21. MÈTODES NUMÈRICS EN ENGINYERIA:

La Laura i en Joan a Val més prevenir que nedar

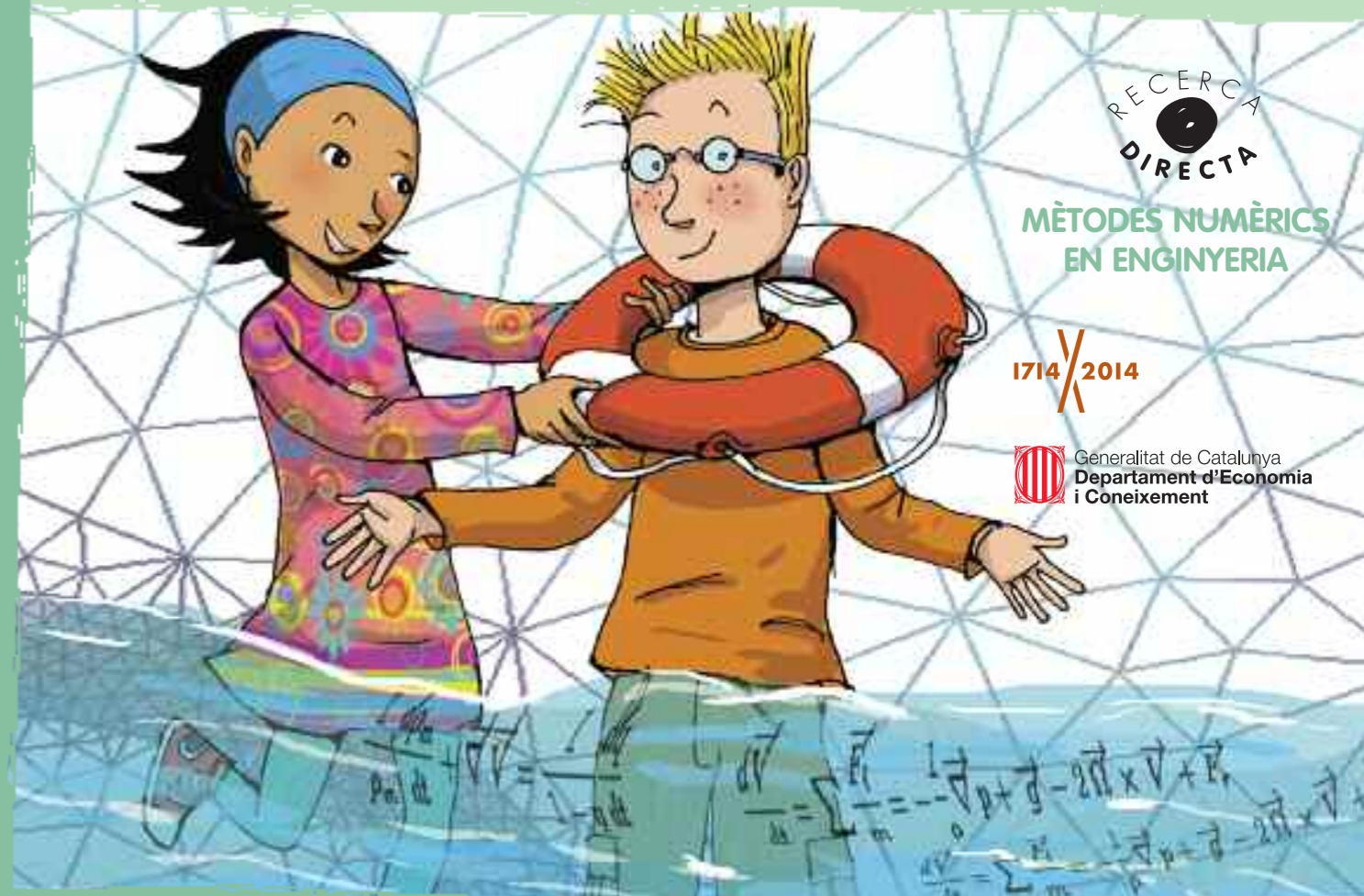
La Laura i en Joan són dos infants amb poders màgics que de tant en tant participen en recerques superinteressants... Però la maga que se'ls va aparèixer dins de la llàntia màgica del museu els va fer prometre que només els farien servir durant un parell de dies...

21

# La Laura i en Joan

## a Val més prevenir que nedar

### Learn that Preparedness Pays Off



MÈTODES NUMÈRICS  
EN ENGINYERIA

1714 / 2014

Generalitat de Catalunya  
Departament d'Economia  
i Coneixement



[www.gencat.cat/universitatsirecerca](http://www.gencat.cat/universitatsirecerca)

Trobareu una guia didàctica i una col·lecció de materials per aprofundir diversos aspectes relacionats amb els contes, així com altres contes de la mateixa col·lecció, a l'adreça següent:



[www.gencat.cat/recerca/conteslauraijoan](http://www.gencat.cat/recerca/conteslauraijoan)

**Autor:** Josep M. López Madrid

**Il·lustració:** Montse Español

**Edició:** Xavier Gómez Cacho

**Coordinació del projecte:** Eloi Carbonell

**Disseny i maquetació:** Jordi Sales

**Traducció i correcció:** T&S, Traduccions i Tractament de la documentació, SL

**Assessorament:** Cecília Soriano Ortiz i Anna Font Jornet, Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE).

**Comitè editorial:** Josep Maria Martorell i Rodon, Iolanda Font de Rubinat, Olga Alay i Salvador Maturana.

© 2014 Josep M. López Madrid, sobre el text

© 2014 Montse Español Rodié, sobre els dibuixos

Generalitat de Catalunya

Departament d'Economia i Coneixement

Secretaria d'Universitats i Recerca

Direcció General de Recerca

Dipòsit Legal: B 12520-2014



Aquesta publicació està subjecta a una llicència de Reconeixement – No Comercial – Sense Obra Derivada (by-nc-nd). Se'n permet la reproducció, distribució i la comunicació pública sempre que se'n citi el titular dels drets (Josep Maria López, sobre el text; Montse Español, sobre els dibuixos; Generalitat de Catalunya, sobre l'edició).

No es permet un ús comercial de l'obra original ni la generació d'obres derivades. La llicència completa es pot consultar a: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/deed.ca>.

# La Laura i en Joan

## a Val més prevenir que nedar

### Learn that Preparedness Pays Off



text de **Josep M. López Madrid**

il·lustracions de **Montse Español**

1714 / 2014



Generalitat de Catalunya  
Departament d'Economia  
i Coneixement

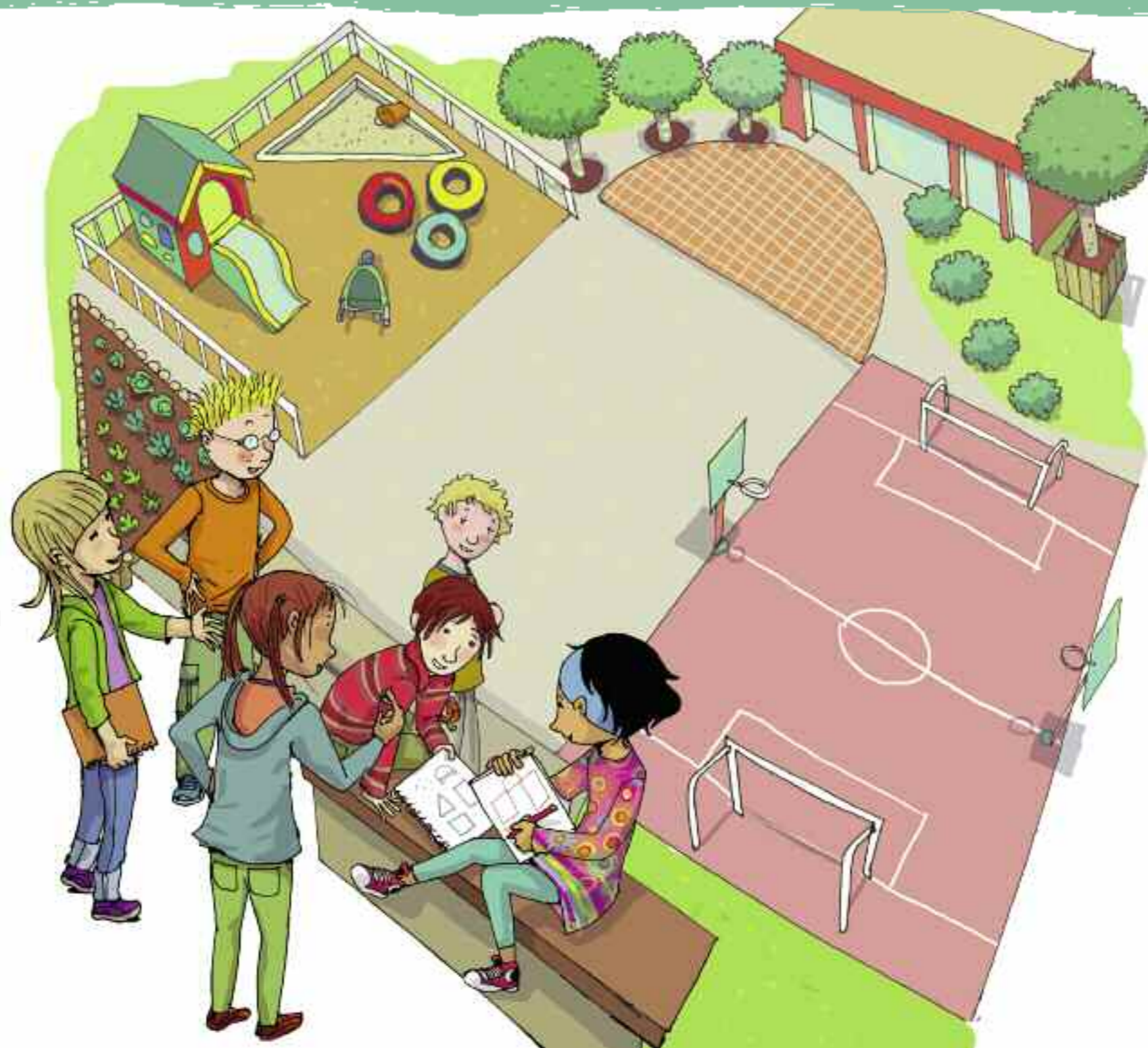
Era un dimarts d'un abril primaveral, la Laura i en Joan es trobaven al pati amb el seu grup de treball de classe, feien racons de matemàtiques. S'ho estaven passant d'allò més bé intentant resoldre l'activitat que els havia demanat en Paco, el seu mestre de mates d'enguany.

—Però... com podem calcular l'àrea si el pati no té una forma exacta? —va preguntar la Raquel.

—I si mesurem tots els costats del pati? —va proposar en Víctor.

—I amb això què guanyem? Així només estaríem mesurant el perímetre del pati! —va exclamar en David.

—En David té raó! Quina feinada per no res —va dir en Joan.



It was a spring Tuesday in April, and Laura and Joan were in the playground with their class, doing maths exercises in small groups. They were having great fun trying to complete the activity that Paco, their maths teacher this year, had set them. 'But... how can we calculate the area of the playground if it doesn't have an exact shape?' asked Raquel.

'What if we measure all of its sides?' suggested Victor.

'But how will that help us? We'll only be measuring the perimeter of the playground like that!' exclaimed David.

'David's right! That'd be a lot of work for nothing,' said Joan.



—I per què dèieu que havíem de calcular l'àrea del pati? —va preguntar la Sandra.

—És que no estàs mai atenta, Sandra! Hem de calcular l'àrea per saber quanta gent hi pot cabre de públic en el ball de final de curs —li va retreure la Laura.

—Amb l'àrea podrem calcular la densitat de persones que...

Però en David no va poder acabar la frase perquè en Paco va portar un missatge urgent per a la Laura i en Joan. Els esperava una nova aventura de recerca, aquest cop al Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria (CIMNE).

'But why do we have to calculate the area of the playground?' asked Sandra.

'Sandra, you never pay attention! We have to calculate the area to find out how many people will fit in it at the end-of-term dance', replied Laura.

'When we know the area, we can calculate the density of people who...'

But David didn't have the chance to finish his sentence, because Paco appeared with an urgent message for Laura and Joan. A new research adventure was awaiting them, this time at the International Center for Numerical Methods in Engineering (CIMNE).

Així que, sense perdre ni un moment, van sortir a tota velocitat cap al metro. Un cop arribaren a l'estació més propera al CIMNE, es van aturar a mirar el plànol de l'andana.

—Vejam, si sortim per parc Cervantes hem d'anar cap al carrer de l'Exèrcit i, quan ens trobem Gran Capità, girar a l'esquerra —va dir la Laura.

—Sí, millor; em fa por que ens perdem pel campus amb tants edificis i arribem tard —va afegir, conscient que tenia dificultats per orientar-se.



So, quick as a flash, they rushed out of the school to the underground. Once they had reached the nearest station to CIMNE, they stopped to look at the map on the platform.

'Let's see, if we take the Cervantes Park exit, we have to go towards Carrer de l'Exèrcit and then, when we get to Carrer de Gran Capità, we turn left,' said Laura.

'Yes, that'd be better; I'm worried we'll get lost among all those buildings on the campus, and then we'll be late,' added Joan, who knew he wasn't good at finding his way around.

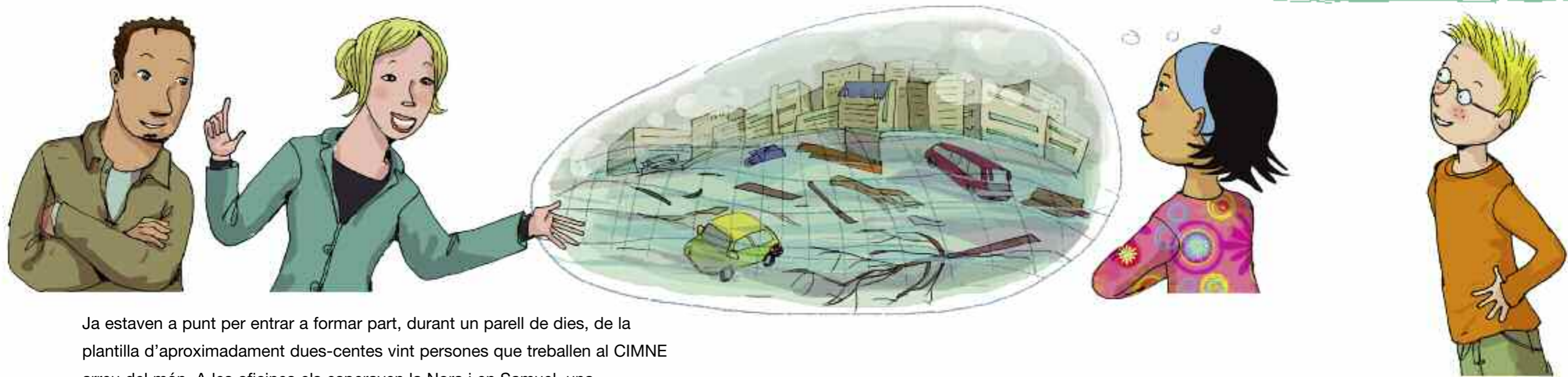
Un cop van haver comprovat el recorregut, la Laura i en Joan enfilaren cap al campus de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), on hi ha la seu del CIMNE a Barcelona. Abans d'entrar a les oficines del centre, van aprofitar que no els veia ningú per activar els seus poders màgics i així poder col·laborar en l'apassionant recerca que els esperava.

—Unim les nostres energies! —van repetir les quatre vegades necessàries perquè se'ls activessin els poders màgics.

Once they had worked out the route, Laura and Joan headed off to the campus of the Universitat Politècnica de Catalunya—BarcelonaTech (UPC), where CIMNE Barcelona is based. Before going up the stairs to the centre's offices, they checked to see that nobody was looking and activated their magic powers, so that they would be able to help with the exciting research awaiting them.

'Combine our forces!' they repeated the four times required to activate their magic powers.





Ja estaven a punt per entrar a formar part, durant un parell de dies, de la plantilla d'aproximadament dues-centes vint persones que treballen al CIMNE arreu del món. A les oficines els esperaven la Nora i en Samuel, una enginyera industrial i un enginyer de camins, que de seguida els van explicar la raó d'haver-los cridat.

—Necessitem acabar al més aviat possible la nostra recerca per saber quina és la millor manera d'evacuar les persones en cas de grans inundacions... —va començar a explicar en Samuel.

—Estem dissenyant un model informàtic que esperem que pugui ajudar a salvar moltes vides: farà que sigui més fàcil treure la gent dels carrers i de les cases quan hi hagi risc d'inundacions. Ens han explicat que sou els investigadors ideals per ajudar-nos —va dir la Nora a cuita corrents.

—Ens encantarà poder donar-vos un cop de mà, les inundacions són terribles; però, per què tanta pressa? —els va preguntar en Joan.

—Perquè així potser podrem salvar moltes vides —va explicar en Samuel.

Now they were ready to join, for a couple of days, the staff of around two-hundred and twenty people who work at CIMNE around the world. Nora and Samuel, an industrial engineer and a civil engineer, were waiting for them in the building, and immediately told them why they had been summoned.

'We need to finish our research as soon as possible, to find out the best way to evacuate people when there are major floods,' Samuel began to explain.

'We're designing a computer model that we hope can help save many lives: it will make it easier to get people away from the streets and out of their houses when there is a risk of floods. We've been told that you are just the researchers to help us,' said Nora quickly.

'We'd love to help you, floods are terrible! But why the hurry?' asked Joan.

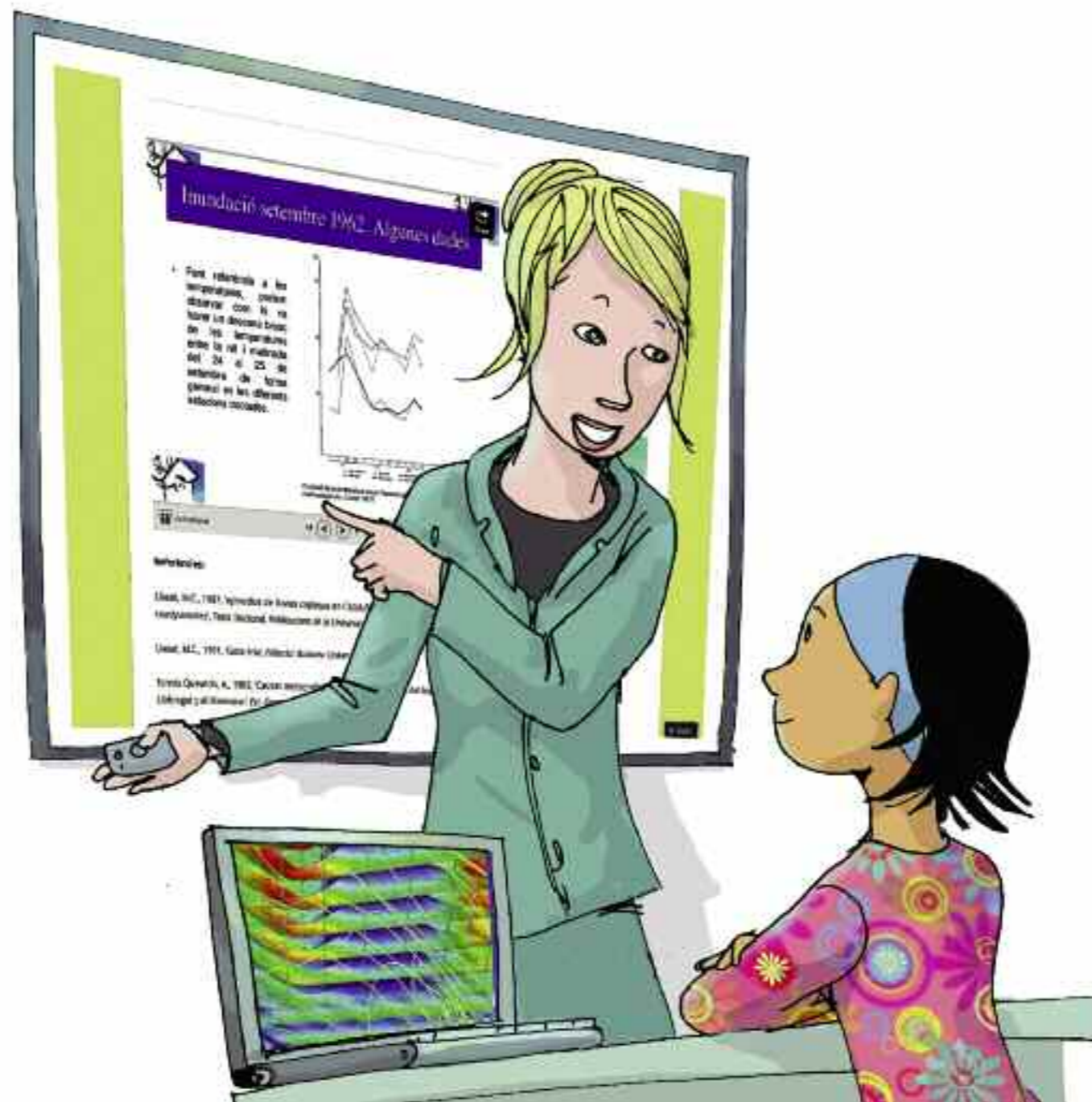
'So that we can save lots of lives,' explained Samuel.

—Aviat a diferents llocs del món començarà l'època de pluges. Els podrem oferir el resultat de la nostra recerca i, si tenen grans inundacions, podran protegir millor els seus habitants —va acabar d'explicar la Nora amb la seva rapidesa habitual.

—Perfecte! Ens encanta ajudar la gent! —va exclamar en Joan.

—Mireu, primer estudiarem com podem salvar els habitants del delta del Llobregat i de dos indrets més d'Europa en cas d'una gran inundació i, quan haguem calculat com fer-ho, podrem donar a conèixer la nostra recerca perquè tothom arreu del món se'n pugui beneficiar —va concloure a tota màquina la Nora.

Efectivament, aquesta recerca del CIMNE primer l'havia demanada el Consell Comarcal del Baix Llobregat. Volien saber com caldria actuar als pobles de la zona en cas d'una inundació del delta del Llobregat, un fet poc probable, però que ja havia passat alguna vegada (per exemple, amb les riudes del Vallès del 1962).



‘The rainy season will soon start in different parts of the world. We’ll be able to offer our research results to these places. That way, if they have major floods, they’ll be able to protect their inhabitants better,’ Nora finished off, speaking as fast as always. ‘Great! We love helping people!’ Joan exclaimed.

‘Look, first we’ll study how we could save the inhabitants of the Llobregat Delta and two more areas of Europe if there were major floods, and, when we’ve calculated how to do that, we can publish our work so that everyone around the world can benefit from it,’ concluded Nora at top speed.

In fact, the CIMNE research project had been commissioned by the El Baix Llobregat Regional Council. The Council wanted to know how towns in the Llobregat Delta area should act if there were a flood. Such an event was unlikely, but it had happened in the past (for example, there had been floods in El Vallès in 1962).



A més a més, la recerca tenia el suport de la Unió Europea (UE), per això podien fer-la juntament amb Itàlia (on, des de Ferrara, calculaven el mateix, però en aquest cas amb el riu Po) i amb Alemanya (on, des d'Hamburg, investigaven com actuar en cas d'inundacions amb el riu Elba).

—Ja ho veieu, el delta del Llobregat és una zona humida molt propera a poblacions, el riu Po és molt cabalós i té un gran delta... —va assenyalar en Samuel.

—I l'Elba té un gran estuari! Són tres territoris d'Europa que tenen molt en comú.

—Hem d'acabar de construir un model matemàtic perquè l'ordinador pugui tenir en compte totes les variables que es poden donar en una gran inundació. Així, aquest model ajudarà a actuar de manera ràpida per evacuar la població abans de la inundació —va dir en Samuel.

—I tant, Samuel, hem de pensar en tot el que cal calcular per salvar la població de manera ordenada —va dir la Laura.

—És com un simulacre d'evacuació dels que fem a l'escola... però més bèstia! —va acabar exclamant en Joan, i va provocar la rialla de tothom.

The research was supported by the European Union (EU), so it could be carried out together with Italy (where, in Ferrara, the same calculations were being performed on the River Po) and with Germany (where research was being undertaken in Hamburg on how to act if the River Elba flooded).

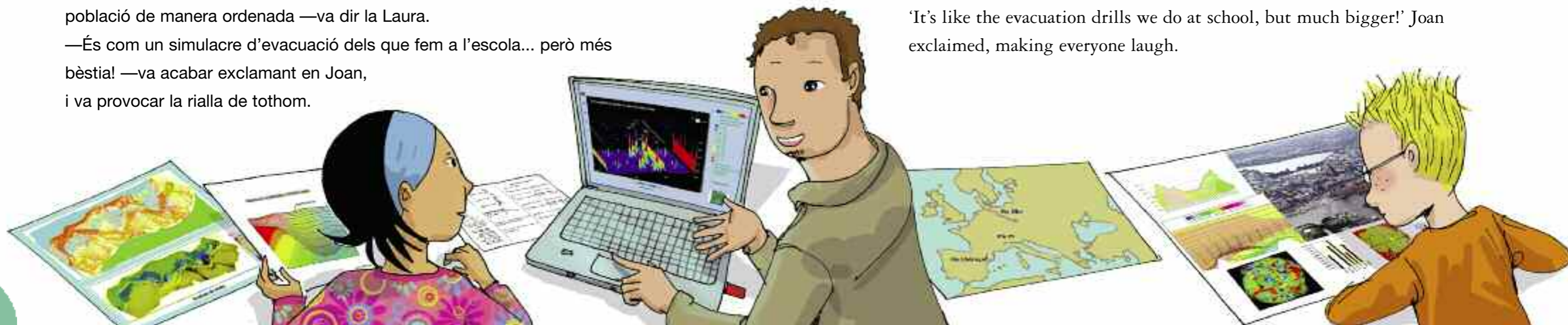
'You see, the Llobregat Delta is a wetland area that is very close to towns, the River Po is a big river with a large delta...' explained Samuel.

'And the Elba has a big estuary! They are three regions of Europe that have a lot in common.'

'We have to finishing building a mathematical model so that the computer can take into account all of the variables associated with a major flood. That way, the model will help us to act faster to evacuate people before a flood,' said Samuel.

'I see, Samuel, we have to think of everything that needs to be calculated to save people in an organized way,' said Laura.

'It's like the evacuation drills we do at school, but much bigger!' Joan exclaimed, making everyone laugh.





Un cop posats al dia de la recerca, la Laura i en Joan es van unir a l'equip de treball de la Natàlia, la Gisela i en Max. Una altra enginyera de camins, i un enginyer i una enginyera informàtics.

—Hem d'ensenyar al sistema informàtic a calcular els principals elements que ha de tenir en compte a l'hora d'evacuar la població: desnivell del terreny que envolta la conca del riu, densitat de població, longitud dels carrers... —va començar a explicar la Gisela.

—Tot això ho introduïrem sobre una malla discretitzada a les cel·les de la qual es faran els càlculs. Es com si el terreny estigués representat per una xarxa de pescar, i a cada quadradet d'aquesta xarxa es fessin tots els càlculs...

Once they were up to speed on the research, Laura and Joan joined the team of Natàlia, Gisela and Max: another civil engineer, an engineer, and a computer engineer.

'We have to teach the computer system to calculate the main factors to consider in the evacuation of a town: the slope of the land around the river basin, the population density, the length of the roads,' Gisela began to explain.

'We'll enter all of that information into the cells of a discretized grid where the calculations will be carried out. It's as if the land was represented by fishing net, and in each little square of the net all of the calculations are carried out.'

—A més a més, l'ordinador també ha d'incorporar les dades en temps real dels pluviòmetres i els cabalímetres que hi ha a la zona que estudiem, per conèixer la pluja que està caient i la quantitat d'aigua que porten els rius —va dir en Max.

—I tant! I també ha de fer servir les dades dels satèl·lits i del radar meteorològic... —va afegir la Laura.

—Però hem de fer que l'ordinador ho pugui calcular amb molta rapidesa, que no s'entregui amb massa detalls —va advertir la Natàlia.

—Però que tingui molts detalls també estaria bé, oi?



‘What’s more, the computer has to include data in real time from the rain gauges and flow metres in the area we’re studying, to find out how much rain is falling and how much water is in the rivers,’ said Max.

‘Right! And it has to use data from satellites and from weather radar,’ added Laura.

‘But we have to ensure that the computer can do the calculations really fast, that it doesn’t get held up by too many details,’ warned Natàlia.

‘But it’d be good if it had lots of details, wouldn’t it?’

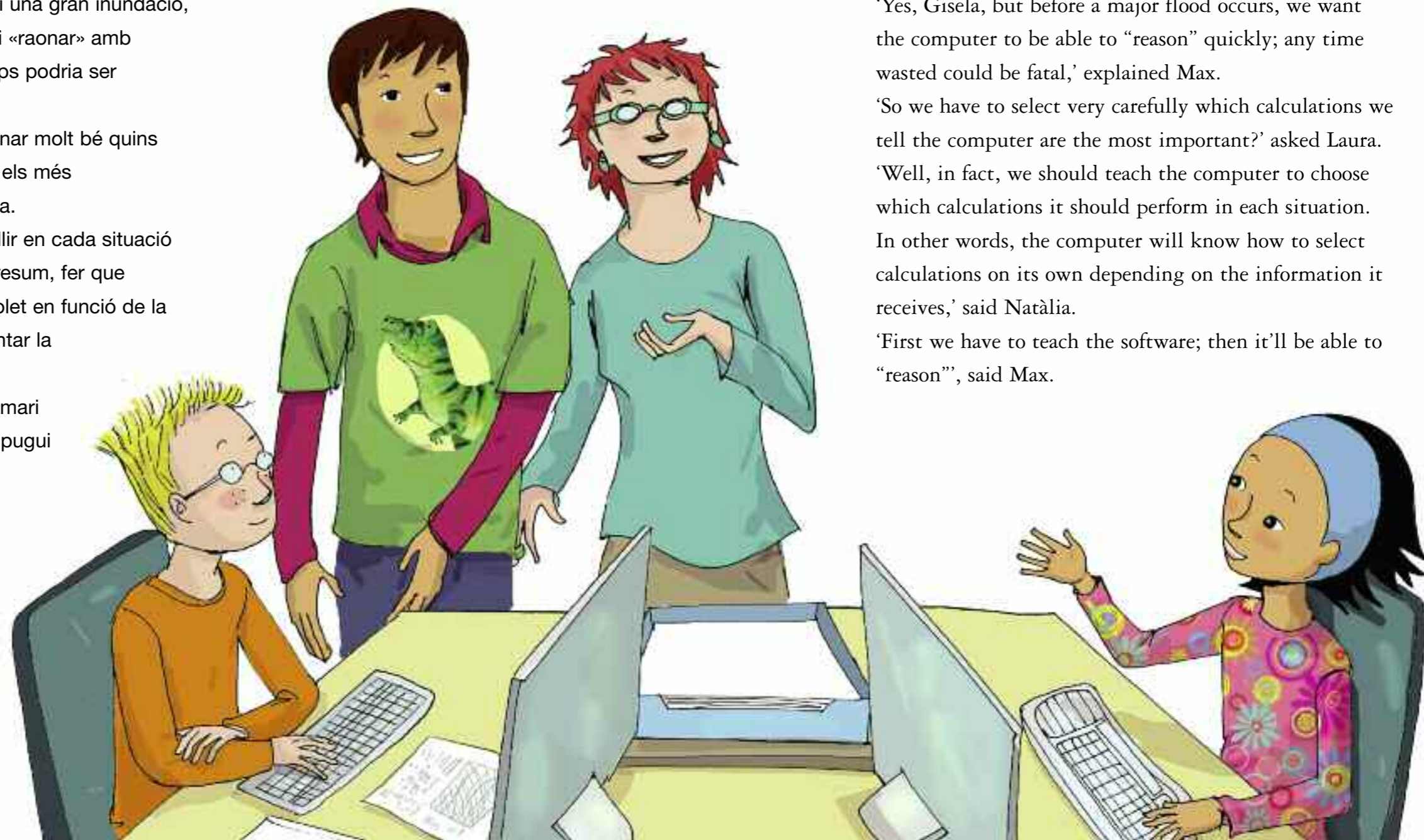


—Sí, Gisela; però, abans no hi hagi una gran inundació, ens interessa que l'ordinador pugui «raonar» amb rapidesa, qualsevol pèrdua de temps podria ser fatal —va explicar en Max.

—Això vol dir que hem de seleccionar molt bé quins càlculs diem a l'ordinador que són els més importants? —va preguntar la Laura.

—Fet i fet, seria ensenyar-li a escollir en cada situació quins són els que cal que faci; en resum, fer que l'ordinador sàpiga escollir per ell solet en funció de la informació que li arriba —va comentar la Natàlia.

—Primer hem d'ensenyar al programari informàtic de manera que després pugui «raonar» —va dir en Max.



‘Yes, Gisela, but before a major flood occurs, we want the computer to be able to “reason” quickly; any time wasted could be fatal,’ explained Max.

‘So we have to select very carefully which calculations we tell the computer are the most important?’ asked Laura.

‘Well, in fact, we should teach the computer to choose which calculations it should perform in each situation.

In other words, the computer will know how to select calculations on its own depending on the information it receives,’ said Natàlia.

‘First we have to teach the software; then it’ll be able to “reason”’, said Max.

—Però, com podem fer que el software pugui ser intel·ligent? —va preguntar en Joan.

—Doncs procurem que imiti com aprenem les persones. Entrenem el model informàtic amb dades d'inundacions anteriors per tal que pugui calcular més ràpidament —va explicar en Max.

—Nosaltres al cervell tenim milions de neurones que fan aquesta funció; si ens fem mal al dit, si caiem al pati, el nostre cervell reacciona molt ràpidament: ens toquem el dit, el xumem, li posem aigua... —va exemplificar la Laura.



‘But how can we make the software intelligent?’ asked Joan.

‘We’ll try to get it to imitate how people learn. We’ll train the computer model with data from previous floods so that it can calculate faster,’ explained Max.

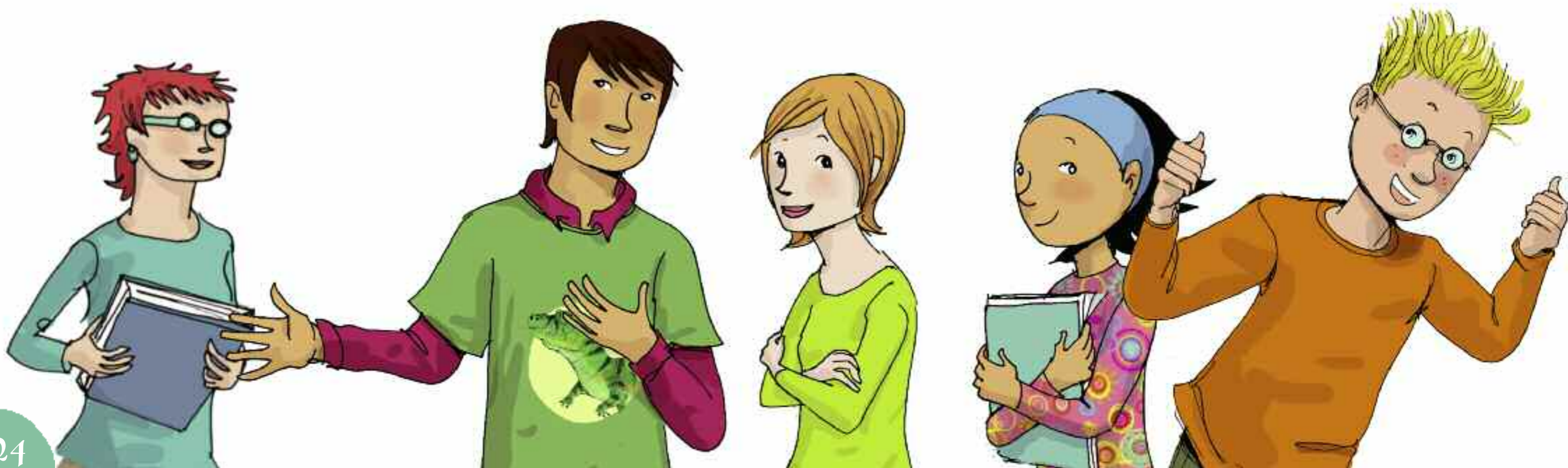
‘In our brains we have millions of neurons that do this; if we hurt our finger, if we fall in the playground, our brain reacts very quickly: we touch our finger, we suck it, we put water on it...’ Laura gave by way of example.

—És clar, però quan us passa això no us interessa si a l'altra banda del pati hi ha algú jugant o un grup de nens i nenes cantant i ballant; de seguida reaccioneu perquè el mal us marxi o aneu a posar-vos-hi gel. Però les vostres neurones no s'entretenen amb detalls del pati que no serviran perquè us marxi el mal —va respondre en Max.

—Que guai! Farem que l'ordinador pugui pensar com el nostre cervell. Vinga, introduïrem informació a la xarxa neuronal de l'ordinador. Així, podrà actuar en altres situacions semblants i ajudar arreu del món —va dir en Joan.

'That's right, but when that happens to us, we're not interested in whether there's someone playing on the other side of the playground or a group of children singing and dancing; we react immediately to stop the pain or we go to get some ice for it. Our neurons don't get distracted by details of the playground that don't help us to feel better,' replied Max.

'Brilliant! We'll make the computer think like our brains. Come on; let's enter the data into the computer's neural network. That way, it'll be able to act in other similar situations and help around the world,' said Joan.



—Ahhh! —van cridar alhora en Samuel i la Laura en veure que, per darrere de la pantalla de l'ordinador, sortia el cap d'una serp.

—Ostres, Max! Ja podries deixar en una altra banda les teves joguinetes —li etzibà enfadat en Samuel quan, un cop passat l'ensurt, havia pensat en el que havia vist.

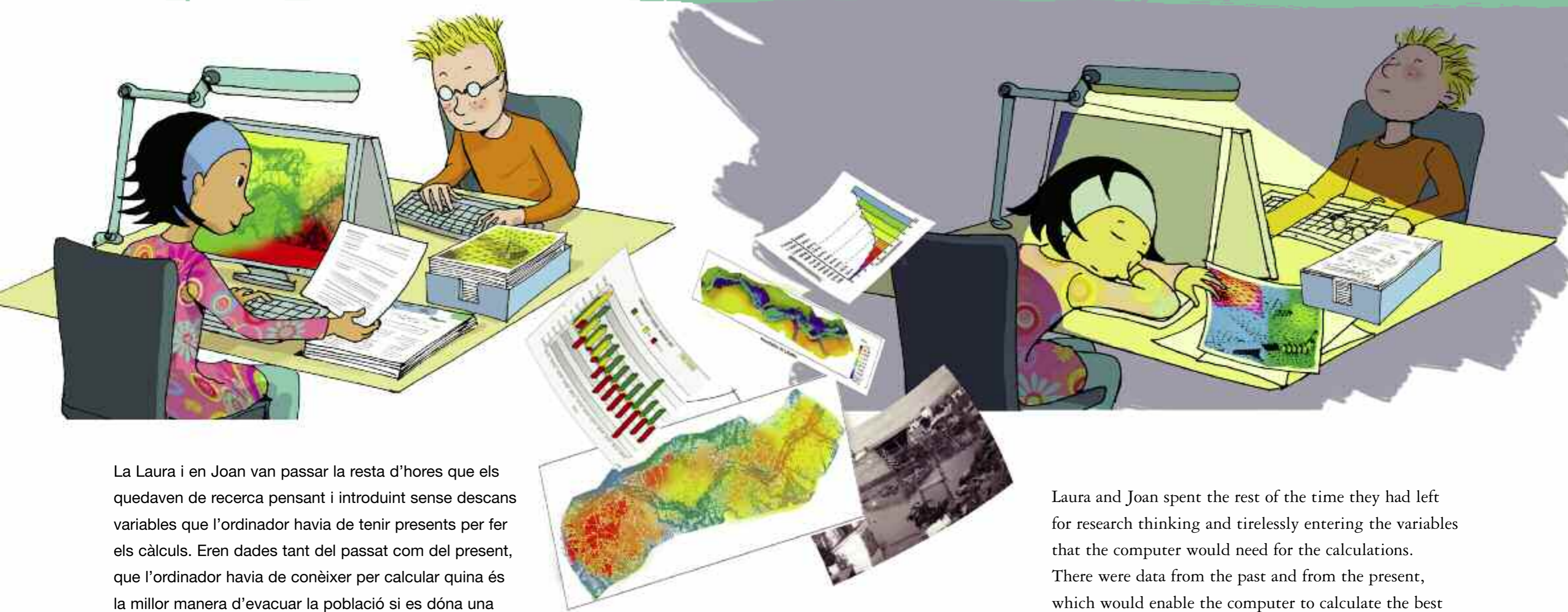
—Ho sento, nois —va dir en Max sense poder dissimular com n'estava de content que la seva brometa hagués funcionat tan bé.

'Ahhh!' screamed Samuel and Laura when they saw a snake's head coming out from behind the screen.

'Goodness, Max! You could keep your toys somewhere else!' blurted out Samuel angrily when he realised what had happened, once the initial shock had passed.

'Sorry, guys,' said Max, clearly pleased that his little joke had worked so well.





La Laura i en Joan van passar la resta d'hores que els quedaven de recerca pensant i introduint sense descans variables que l'ordinador havia de tenir presents per fer els càlculs. Eren dades tant del passat com del present, que l'ordinador havia de conèixer per calcular quina és la millor manera d'evacuar la població si es dona una gran inundació.

Eren tantes les emocions i s'havien llevat tan d'hora que van acabar adormint-se somiant la recerca.

Laura and Joan spent the rest of the time they had left for research thinking and tirelessly entering the variables that the computer would need for the calculations. There were data from the past and from the present, which would enable the computer to calculate the best way to evacuate a town in the event of a major flood. It was so exciting and they'd got up so early that they ended up falling sleeping dreaming of the research.



—Visca! —van cridar tots alhora en veure després que el programa ja funcionava, tot provocant un gran ensurt a la Laura i a en Joan, que es van despertar de cop.

—Ara mateix ens connectem per informar a Hamburg i a Ferrara que ja ho hem aconseguit, així quan hi incorporem les dades de la seva recerca tindrem un ordinador superintel·ligent —va dir la Gisela.

—Ja veuràs quan expliquem la nostra recerca a classe, segur que l'Emma, en Lluç i l'Arnau volen estudiar una carrera amb què puguin investigar al CIMNE quan siguin grans —va dir la Laura.

—Doncs ja els podeu dir que poden escollir entre informàtica, enginyeria de camins o enginyeria industrial —els va comentar en Samuel, que havia sentit la conversa de la Laura i en Joan.

—Mira, es poden repartir un estudi universitari cadascú, així segur que formaran un equip perfecte per fer recerca al CIMNE —va sentenciar en Joan.

'Hooray!' everyone cried when they saw that the programme was working, which woke up Laura and Joan with a start.

'Now we'll go online to tell Hamburg and Ferrara that we've done it; that way, when we incorporate the data from their research we'll have a super-intelligent computer,' said Gisela.

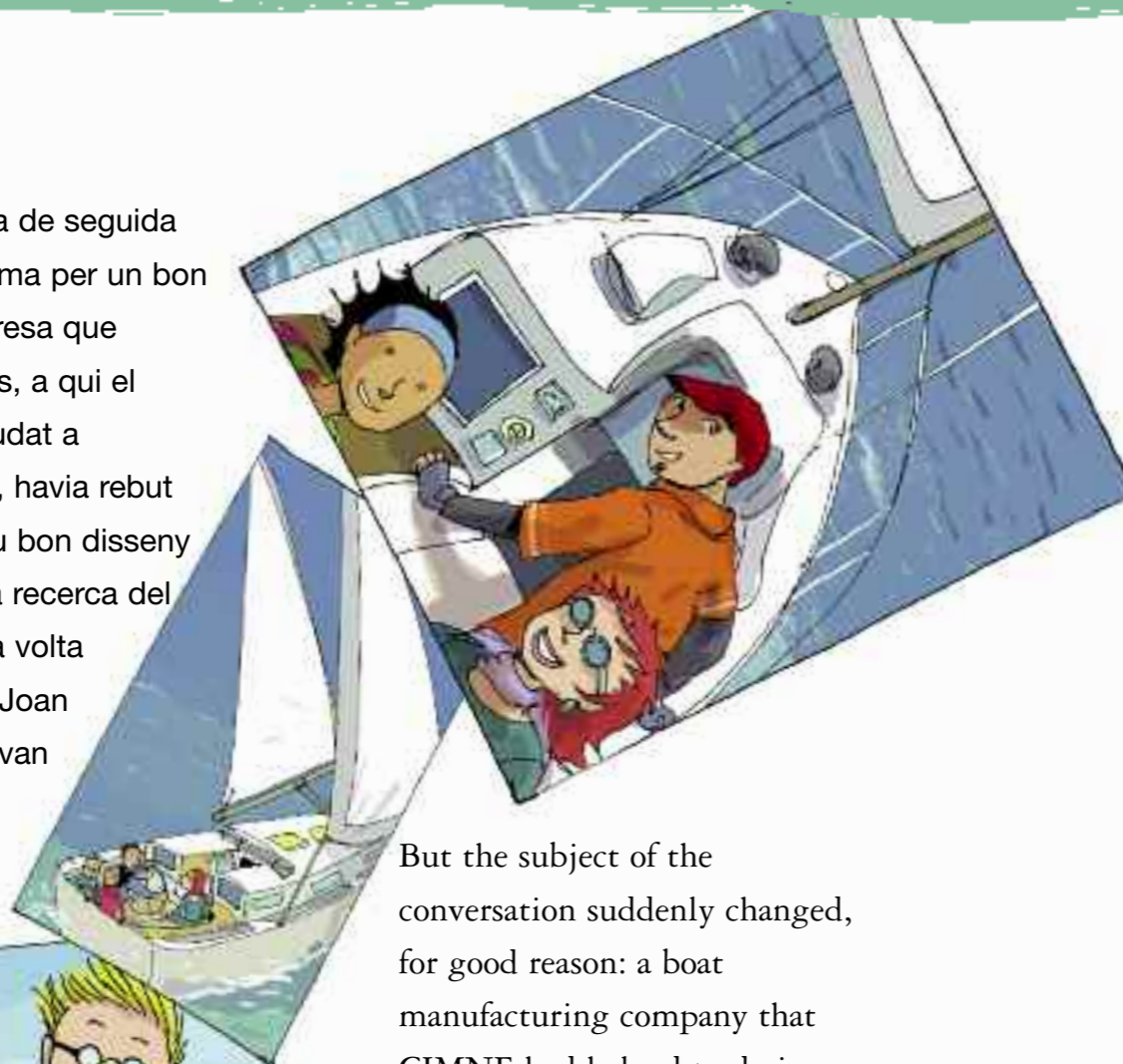
'Oh, when we explain the research to our class, I bet Emma, Lluç and Arnau will want to study to become researchers at CIMNE when they grow up,' said Laura.

'Well, then they can choose between computer science, civil engineering or industrial engineering,' mentioned Samuel, who had overheard the conversation between Laura and Joan.

'Look, they could do one university degree each, that way I'm sure they'd make the perfect research team for CIMNE,' declared Joan.



Però la conversa de seguida va canviar de tema per un bon motiu: una empresa que fabricava vaixells, a qui el CIMNE havia ajudat a dissenyar-ne un, havia rebut un premi pel seu bon disseny i volien agrair la recerca del CIMNE amb una volta en veler que en Joan i la Laura no es van voler perdre.



But the subject of the conversation suddenly changed, for good reason: a boat manufacturing company that CIMNE had helped to design a vessel had won a prize for the design and wanted to thank the researchers at CIMNE for their help. They'd organized a trip in a sail boat that Joan and Laura didn't want to miss.

