

# Sabem interpretar els nombres quan són grans o petits?



Josep Lluís Doménech

Professor de Física i Química - IES Antoni Llidó

Els humans naixem amb un bagatge matemàtic incipient que ens ajuda a sobreviure. Karen Wynn, psicòloga de la Universitat de Yale (EUA), es va adonar que nadons de cinc mesos eren capaços de realitzar operacions aritmètiques senzilles<sup>1</sup>. En un cas, amagava dos ratolins Mickey darrere d'una pantalla. En retirar la pantalla, constatava que les criatures se sorprenien si sols en veien un. Si, per contra, després d'amagar els dos ratolins, veien com en retirava un, aleshores manifestaven sorpresa quan en retirar la pantalla en descobrien dos. En diferents variants, i per tal d'assegurar-se que els bebès comptaven objectes, l'experiment ha estat repetit per la mateixa Wynn i per altres investigadors en diverses ocasions. En tots els casos, els xiquets miraven durant més temps els ratolins, o ninotets, si els resultats numèrics eren incorrectes. Algunes espècies animals també semblen disposar d'un coneixement matemàtic intuïtiu.

A partir d'aquestes intuïcions, els xiquets elaboren un coneixement matemàtic informal. En totes les cultures, els infants desenvolupen estratègies, com ara, utilitzar els dits o altres parts del cos, o fer senyals, per aprendre a comptar i a realitzar les operacions més senzilles (sumar i restar). Tanmateix, el salt d'un coneixement informal al domini de les matemàtiques formals, que suposen la capacitat d'abstracció, exigeix la intervenció de l'escola.

L'evolució i el medi en què vivim ens dota d'un coneixement que ens ajuda a tirar endavant en un món complex. Sabem què representen els números naturals més petits. Tenim una idea de quantes porcions de formatge hi ha en una caps, si a l'etiqueta posa 24; ens fem una idea de la separació entre dues ciutats, si ens diuen que la distància entre elles és de 10 km; i també sabem què representa disposar d'un volum de 2 l d'aigua. La familiaritat dels nombres desapareix, però, quan ens encarem a valors grans o petits. Quants diners són 250 000 M€ (milions d'euros), el pressupost aproximat de l'estat espanyol? La majoria de les

persones es limitari a dir que són molts diners, sobretot, si els traduïm a les antigues pessetes, uns 42 bilions. Les mateixes dificultats apareixen en el cas dels nombres ben petits, quant gran és un àtom, si resulta que el diàmetre és de l'ordre de la cent milionèsima de cm, 0,00000001 cm?

## Transformem les xifres a valors quotidians

Contínuament, els mitjans de comunicació posen de relleu la poca comprensió que els humans tenim dels números grans i dels petits.

Recentment, un articulista es feia ressò de la proposta de la UE de destinar "la gens menyspreable xifra" de **400 000 M€ als fons d'investigació i desenvolupament** en el període 2014-2020. Realment, ¿és una xifra tan enorme com ho sembla? Una manera de fer-nos una idea de les magnituds de les xifres consisteix a transformar-les en valors pròxims a les nostres vivències. En el cas del pressupost d'I+D, com que és una despesa a fer en set anys, resulta que a l'any suposa, aproximadament, 46 000 M€. Si tenim en compte que el nombre d'habitants de la UE és d'uns 500 milions, resulta que la inversió és d'uns 90 € per persona i any. 90 ja és un valor familiar i, ara, ja podem fer-nos una idea de la magnitud del pressupost destinat a I+D. Particularment, pense que 90 € persona/any és una xifra ben modesta, especialment, si tenim en compte que des de la Unió Europea es defensa una economia basada en el coneixement i on la inversió en I+D és decisiva. L'autor de l'afirmació inicial o bé exagerava o bé desconeixia el que representen 400 000 M€.

La notícia sobre la proposta de despesa en I+D de la UE coincidia amb l'alarma causada per la presència de **restes d'herbicida a l'aigua potable d'Alzira**: "Contaminació de l'aigua potable d'Alzira: crònica d'una contaminació anunciada", "Un mes bevent aigua contaminada" eren alguns dels titulars de premsa. L'Ajuntament d'Alzira declarà no apta per al consum l'aigua potable en haver-se detectat la presència de restes de l'herbicida terbutometon a la

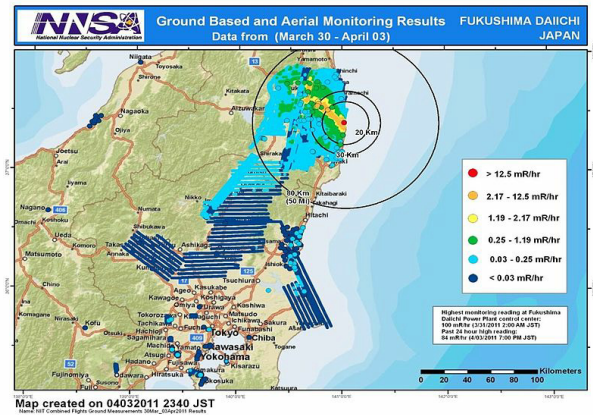
xarxa. Si inicialment les concentracions mesurades de terbumeton variaven, segons els pous analitzats, entre 0,15 µg/l i 0,19 µg/l (micrograms per litre); uns dies després, s’anunciava un augment de la contaminació fins a 0,24 µg/l. La concentració màxima de terbumeton en l’aigua de consum ha de ser, segons la UE, inferior a 0,1 µg/l.

La premsa ressaltava que la concentració ponderada era el doble de la màxima permesa per la UE. Tot i això, com que es tracta d’unes concentracions tan petites, necessitem, de nou, transformar-les en valors familiars. Per a això, determinem el volum d’herbicida que hauríem d’afegir a l’aigua d’una piscina (un recipient familiar) per tal que la concentració fóra de 0,24 µg/l. En una piscina de dimensions 5x10 m<sup>2</sup> (5 m d’amplària per 10 m de llargària), un dels formats més habituals de les piscines privades, caben 75 000 l d’aigua. Hauríem d’afegir a l’aigua de la piscina per aconseguir una concentració de 0,24 µg/l, 18 000 µg, és a dir, 18 mg. Si suposem que la densitat del terbumeton és la mateixa que la de l’aigua, 1 g/ml, el volum dels 18 mg de terbumeton és de 0,018 ml. Com que aproximadament en 1 ml hi ha 20 gotes, els 0,018 ml equivalen a 0,36 gotes. Resumidament, la concentració de terbumeton a la xarxa potable d’Alzira és la mateixa que la de l’aigua d’una piscina de 5x10 m<sup>2</sup>, si afegirem un poc menys de mitja gota d’herbicida. Una persona que beguera 2 l d’aigua al dia hauria de viure més de 100 anys per a consumir l’aigua de la piscina, i aleshores hauria ingerit una mitja gota d’herbicida.

Si el terbumeton es tan tòxic com fan pensar aquestes dades, s’hauria de prohibir el seu ús. Això és el que va fer la UE amb la directiva 91/414. Tanmateix, no tots els organismes coincideixen amb una valoració tan alarmant. En relació a la toxicitat humana, l’OMS qualifica el terbumeton com un plaguicida moderadament perillós (ocupa el tercer lloc sobre en una classificació de quatre).

En relació a l’anunci d’un augment en la concentració d’herbicida detectat unes setmanes després de les primeres anàlisis, direm que això no té per què ser així. El procés de mesura suposa l’obtenció d’una diversitat de valors. En contra d’allò que se sol pensar, la repetició de la mesura d’una magnitud no porta necessàriament a la repetició del valor obtingut. Més freqüentment s’obté un conjunt de valors que apunten a un valor central. Les mesures van sempre acompanyades d’una imprecisió i el fet de realitzar una única mesura i obtenir valors de 0,15 µg/l, 0,19 µg/l o 0,24 µg/l no ho hem d’interpretar necessàriament com indicatiu que el tercer pou està més contaminat. La confirmació d’açò requereix repetir les mesures realitzades.

Un últim exemple, el proppassat 28 de febrer els principals diaris de difusió estatal coincidien en els titulars: “La OMS alerta de que habrá más casos de cáncer cerca de Fukushima” (El País), “El accidente de Fukushima sí aumentó el riesgo de cáncer” (El



Mapa de la contaminació al voltant de la planta nuclear de Fukushima. <http://energy.gov/prod/files/ansdatamarch25updated1-110325170504-phpapp02.pptx>

Mundo), “Aumenta el riesgo de padecer cáncer en la zona de Fukushima” (El Periódico).

La premsa es feia ressò dels resultats d’un estudi encarregat per l’OMS a un grup internacional d’experts sobre els efectes per a la salut de l’accident nuclear ocorregut el 2011 a la costa est del Japó, com a conseqüència del terratrèmol i posterior tsunami ([http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/78218/1/9789241505130\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/78218/1/9789241505130_eng.pdf)).

Les dades que es presentaven a l’informe eren coincidents: el nombre de càncers sòlids (tumors en algun òrgan) que al llarg de la vida desenvoluparan les xiquetes de Fukushima que resultaren exposades a les dosis de radiació més elevades augmentarà un 4%; en el cas del càncer de mama, l’augment del risc serà del 6%; en el de tiroides, el 70%. En relació als xiquets, el risc més destacable és l’augment del 7% del nombre de leucèmies. Es tracta, es deia en els mitjans de comunicació, d’uns augments del risc “considerables”, i en el cas de la tiroides, d’un increment “enorme”. L’accident nuclear de Fukushima ha estat tan greu com donen a entendre aquestes xifres?

Per a fer-nos una idea adequada de l’efecte de la radiació en la població, no podem limitar-nos a contemplar els increments del risc de càncer, hem de parar atenció també al punt de partida. Si en un sorteig per compte de comprar un bitllet en compromís, el risc que ens toque la grossa és duplica, augmenta el 200%. Tanmateix, les probabilitats d’encertar la grossa són bastant menors, si el sorteig és el de Nadal (uns 100 000 números), que si és una rifa local (uns 1 000 números).

En el cas que ens ocupa, hem de considerar els habitants de Fukushima que haurien desenrotllat càncer, encara que no hagués tingut lloc l’accident. En el document de l’OMS trobem les dades per a valorar l’augment del risc absolut, i no només del relatiu de què informa la premsa. En l’informe es diu que, fins als 89 anys, les dones tenen una probabilitat acumulada de desenvolupar un càncer sòlid (LBR, en les sigles en anglés) del 29,04%. La valoració feta pels investigadors és que, com a conseqüència de la radioactivitat alliberada, les

	LBR (%)	LAR (%)	IRC (%)	RA (%)
Càncer sòlids (xiquetes)	29,04	1,113	4	30,153
Càncer mama	5,53	0,357	6	5,887
Càncer tiroides (xiquetes)	0,77	0,524	70	1,294
Leucèmia (xiquets)	0,60	0,040	7	0,640

LBR: Probabilitat acumulada de desenvolupar càncer fins els 89 anys.

LAR: Probabilitat d'incidència prematura de càncer degut a la radiació.


IRC: Increment del risc relatiu.

RA: Risc absolut.

xiquetes que vivien a la zona que ha sofert la major dosi radioactiva, han augmentat la probabilitat (LAR, en les sigles en anglés) en un 1,113% (aproximadament, l'augment relatiu del 4% de què parlen els periòdics). Per a aquestes xiquetes, el risc ha passat del 29,04% al 30,153%. En la taula presentem els valors obtinguts per a la totalitat de patologies presentades en la premsa. El valor LAR suposa un increment en la probabilitat d'incidència prematura de càncer produïda per la radiació i és un risc extra de per vida. Tot i això, els augments dels riscos no són tan alarmants com ho semblen els augments relatius. Per descomptat, el risc de desenvolupar qualsevol tipus de càncer sòlid ha passat de 29,04% a 30,153%, i això suposa un augment de la incidència dels càncers, però no sembla que es tracte, ni de lluny, d'una catàstrofe.

Aquesta possible interpretació alarmista no passà desapercibuda a la comissió encarregada de fer l'informe. Així, en el *Resum per a executius* és diu "Per al càncer de tiroides en xiquetes, el risc augmenta el 70%. A causa de la baixa incidència

del càncer de tiroides, fins i tot, un augment relatiu tan alt representa un augment petit en el risc absolut. Per exemple, en les dones, el risc inicial de desenvolupar càncer al llarg de tota la vida és 0,75% i el risc addicional és de 0,50, per al cas de xiquetes en la zona de major risc". Alguns mitjans de comunicació advertien d'aquesta matisació en la notícia però allò que ressaltaven eren els increments del risc relatiu, cosa que podem interpretar com a senyal d'una comprensió deficient dels valors proporcionats.

Els exemples anteriors palesen que la ciutadania disposa d'un domini escàs dels nombres. Nombres que inunden les nostres vides. I això no només la gent amb pocs estudis, sinó també persones amb formació universitària i que influeixen en la societat (periodistes, dirigents polítics i sindicals, etc.). Com que és un coneixement elaborat, no el podem adquirir en la nostra vida diària, sinó en les escoles i instituts, cal que els plans d'estudis augmenten el temps destinat a les matemàtiques, i a les matèries que les treballen. 



**amjasa**  
aigües municipals de xàbia, S.A.

Camí Cabanes, 88  
Tel. 96 579 01 62  
Fax 96 579 38 81  
Apart Postal, 56  
03730 **Xàbia** (Alacant)  
amjasa@amjasa.com  
[www.amjasa.com](http://www.amjasa.com)