

# Jorge Wagensberg

Director del Museu de la Ciència

---

Entrevista realitzada per Albert Violant

*El paper del Dr. Wagensberg com a divulgador de la ciència és de tots conegut. En aquests moments el Museu de la Ciència presenta una exposició que amb el títol de “Formes” ens explica que en el fons les formes més probables de la natura són unes poques, i totes elles coincideixen amb objectes que els matemàtics han estudiat profundament. Això mostra que les matemàtiques no es troben tan allunyades del món real com alguns pensen.*

## **Quins trets de matemàtiques veu en l'activitat quotidiana?**

Bé, gairebé tots. Primer està el concepte de número: el número natural, el número sencer, el racional, el transcendent, el complex. El número natural és el natural, és comptar objectes. El sencer apareix quan tens un nivell zero, com en un termòmetre; per tant també és fàcil d'introduir. Quan necessites repartir apareix el nombre racional. Introduir els transcendents ja és una mica més difícil, però també es pot fer; per exemple si escrius un número racional amb un milió de decimals hi haurà un moment en que s'aniran repetint, i en canvi amb els transcendents no. I aleshores, com a exemple, pots escriure el número  $\pi$  amb un milió de dígitos, amb els ordinadors avui dia no hi ha cap problema, i fins i tot pots utilitzar els seus decimals com un generador de números a l'atzar i fer-los servir per a un sorteig. Introduir el número complex és encara més difícil, perquè aquest no és en la vida quotidiana; i aquí hi entraria el concepte de rotació com a intuïció per introduir-lo. És clar, si vas cap a l'arrel quadrada de  $-1$  és impossible, però amb la versió geomètrica, sí.

I naturalment geometria. I això també està en la intuïció de la gent en general. En realitat la mateixa paraula geometria, etimològicament,

ens dona una pista dels seus orígens. Després de les pujades del Nil quan es retirava l'aigua, els pagesos havien de saber on era el seu hort, i per resoldre aquesta qüestió havien de mesurar la terra, i per tant ja hi era, la necessitat de triangular. I el mateix amb l'astronomia, a on es triangulava el cel.

Un altre concepte important és el de probabilitat, que també ens el trobem contínuament en la vida de cada dia. De fet, crec que el 95% de les preses de pèl, com ara l'astrologia, la numerologia, la quiromància, la premonició,... estan basades en un concepte mal entès de probabilitat. Una cosa molt divertida que ens explica Paulos en un dels seus llibres és que les premonicions que tenim d'una manera casual natural són més altes que les que presumeixen tenir les persones que endevinen. I un acudit que pot il·lustrar aquesta qüestió és el d'aquell senyor que va amb una bomba a la maleta per agafar un avió, i quan passa per la duana la hi troben i li diuen: «On vas, tu, amb una bomba?» I ell diu: «No, és clar, és que he calculat la probabilitat que en a un avió hi hagi dues bombes, i és molt més petita que la que n'hi hagi només una». Aquí s'està barrejant l'abans i el després de l'esdeveniment, que és en el fons la trampa típica en què es basen totes aquestes estafes de què hem parlat. Per tant, només tenir el

concepte de probabilitat clar seria ja una cosa important.

I més recentment, amb els últims avenços de la tecnologia que arriben a la vida quotidiana, és que ho tenim tot; fins i tot la teoria de la comunicació, els codis secrets, els codis de barres, els models, les funcions, les equacions,...

Per això penso que l'home del carrer està preparat, per la seva experiència diària, per rebre les matemàtiques. I les necessita. I jo parteixo de la hipòtesi central que no hi ha ni tan sols una idea científica, ni una idea matemàtica, que no es pugui transmetre. Fins i tot el concepte de catàstrofe de Thom, que és una cosa aparentment molt complicada, va ser proposat per un autor per explicar la idea de que el *clac* que es produeix al cervell que ens fa riure és perquè anem en una direcció i de sobte ens trobem amb un absurd, o amb una cosa diferent de la que esperàvem.

És a dir, que la matemàtica, que no és una ciència perquè no ha de fer concessions a la realitat, sinó que és una construcció mental, és un tema que, primer, necessitem, i segon, l'home del carrer està preparat per rebre.

I hauríem d'acabar ja amb un gran malentès, que és el de la gent que es considera genèticament impossibilitada per les matemàtiques. Això no és cert. No hi ha cap predisposició genètica al "¡ui, això no és per a mi!" I això ho sents dir a molta gent referint-se a la ciència, i especialment a les matemàtiques. La frase típica de "és que jo sóc de lletres, i les matemàtiques... és que no estic fet per a això". Penso que és una barbaritat, és com tancar una porta i no voler-ne sentir parlar més.

### **Quins coneixements matemàtics que ha après a l'escola, ha fet servir normalment a la seva vida quotidiana?**

Doncs em penso que tots. Perquè, és curiós, però les matemàtiques són molt més difícils d'oblidar que altres coses, fins i tot que les ciències de la naturalesa. Justament com que són una construcció pura, mental, penso que

quan has après el càlcul, no t'oblides, quan has après què és un hexàgon o com construir un hexàgon, tampoc t'oblides, quan has après què és una sèrie o una successió de números, tampoc te n'oblides... És com anar en bicicleta. Et pot costar molt d'aprendre, però quan en saps ja no te n'oblides, encara que estiguis molts anys sense anar-hi.

Suposo que és una qüestió d'estructura cerebral, que té a veure amb algun esquema mental típic de l'Homo Sapiens. L'Homo Neanderthalis no tenia la capacitat d'abstracció; feia eines, tenia foc, enterrava els morts,... però mai va fer un dibuix a la paret ni va portar un adorn. Per tant hi havia alguna cosa, la representació simbòlica, que no tenia. Ara bé, si tens representació simbòlica ja tens matemàtiques. I tot el què aprens de matemàtiques, queda. Una ment matemàtica ho segueix sent sempre.

I també penso que els conceptes matemàtics s'utilitzen en la vida de cada dia fins i tot tàcitament, sense adonar-te'n. És clar que en el meu cas, jo a més a més continuo fent ús de les matemàtiques professionalment.

En canvi, hi ha mecanismes que pots oblidar, com per exemple com es fa l'arrel quadrada d'un número. Es poden oblidar els mecanismes, però no els conceptes.

### **Creu que les persones que saben matemàtiques, tenen una altra manera d'anar per la vida?**

Una altra forma de comportament, no ho sé, però una altra manera d'observar i de comprendre el món, segur que sí. Perquè, per exemple, si s'ha de pintar una paret, un que sap matemàtiques sap calcular de seguida quants pots de pintura necessita; i si s'ha d'omplir un volum ja sap que és una dimensió més, que ja no és un quadrat. En canvi una persona que no té clar el concepte de dimensió pot arribar a fer unes barbaritats increïbles. Pot arribar a comprar fins i tot deu vegades més de pintura, perquè no té clar el concepte de com calcular-ho. És per tant una manera realment diferent

d'observar el mateix fet, i per tant també una manera diferent d'anar pel món.

**Ens dirigim cap a un món en que la gent disposarà cada vegada de més hores de lleure. En què podrà aplicar les matemàtiques?**

Bé, jo penso que qualsevol tipus de coneixement és molt interessant a l'hora de convertir el lleure en una activitat creativa. La persona que té l'hàbit de llegir, de viatjar, d'observar la natura, o d'entendre matemàticament el que està veient, en el moment que s'allibera d'una activitat prioritària pot utilitzar aquest hàbit com una font d'enriquiment molt important.

Penso que un dels problemes de la gent gran és la soledat, sobre tot a les ciutats. Però, a part de la soledat està la idea de fer treballar el cervell. Perquè jo estic convençut que així com Freud deia que el sexe o la libido era la força més important de l'ésser humà i que explicava qualsevol patologia, jo penso que és l'avorriment, el no processar el cervell, l'absència de canvi. I aquest és un dels grans problemes de les presons; si no hi ha canvi, t'entra una depressió molt forta. Ara bé, la millor manera de provocar un canvi és viatjar; tu ets el mateix però el que fas és canviar d'entorn, sortir de la quotidianitat. I si et quedes en un mateix lloc, el que has de tenir és la riquesa suficient per provocar-te canvis. I les matemàtiques, en aquest sentit, no és que siguin especials, sinó que són una possibilitat més.

I quan tens curiositat, qualsevol planta que agafis et pot plantejar un repte matemàtic. Per exemple, si et passeges pel bosc, per un hort, pel mercat,... et pots adonar que més del 75% de les formes que veus són esfèriques: totes les fruites, les llavors,... I per què? Si ara observes el Sol, també és esfèric, igual que la bombolla d'una copa de cava. I per què? La ment científica es demana per què. La ment no científica diu: "Bé, i què?" Però una persona que té un talent científic pensa: "No, aquí hi ha

*una cosa en comú*". I naturalment la resposta seria que si hi ha isotropia a tot l'espai, si totes les direccions són iguals, la forma més probable és l'esfera. Després la selecció natural pot afavorir unes formes o unes altres pels motius que siguin, però no pot triar el que no existeix. I a partir d'aquí pots continuar pensant, i observant espirals,... i veure que hi ha vuit o nou formes que són molt més probables que les altres. I aquest és precisament el sentit que té la exposició que amb el títol de "Formes" es presenta al Museu de la Ciència de Barcelona. Bé, si tens una ment matemàtica, gaudeixes amb tot això.

Una altre exemple seria llegir el diari, i observar la informació gràfica, estadística, numèrica,... Fa un any, per exemple, va haver un judici molt anomenat d'un jugador de rugbi que va assassinar la seva dona, i com que ell era negre la defensa es basava en que el fiscal era antiracista. Doncs bé, la defensa va fer un argument matemàtic que va fer passar en el judici, i que era totalment fraudulent, perquè va dir: "Home, en absència d'altra informació, les baralles familiars que acaben en assassinat és d'un ú per un milió. Per tant suposar que l'inculpat va matar la seva dona era un error". I el jutge ho va acceptar. Però és que la seva dona estava morta! I resulta que el 70% de les dones assassinades han estat assassinades pel seu marit. Per tant, aplicant el teorema de Bayes, que diu que hi ha un lligam que relaciona el percentatge de dones mortes amb el de dones assassinades pel seu marit, la probabilitat passa de ser d'un 0.0001% a un 70%! I és clar, si el jutge hagués sabut això, segur que no hagués acceptat l'argument de la defensa. Així, sabent matemàtiques podem gaudir molt analitzant les notícies que ens arriben pels mitjans de comunicació.

**I quins coneixements de matemàtiques que ha après a l'escola li han semblat inútils?**

De conceptes matemàtics penso que no es pot dir que n'hi hagi cap que sigui inútil. Una altra cosa naturalment és quins utilitzes més a la

vida quotidiana.

Jo estic agraït de tots els conceptes que he après, i els he utilitzat. És clar que potser jo no sóc un bon exemple. Però, tot i això, per a algú que vol estudiar filosofia i vol entendre la paradoxa d'Aquil·les i la tortuga, per posar un cas, si sap càlcul diferencial la veu d'una altra manera. És a dir, que els conceptes penso que no fan mai nosa.

Però en canvi els mecanismes... Per exemple, jo vaig perdre el temps aprenent com funcionava un regle de càlcul. Però d'això tampoc me'n penedeixo, no? Cadascú és de la seva època, i en aquella època ens van fer comprar uns regles de càlcul que aproximaven fins al centèsim, que era ridícul.

I quan era molt petit, que anava a l'escola suïssa, hi havia una assignatura on només sumàvem. O sigui que ens entrenàvem a sumar mentalment. Això és ridícul, no? Però penso que aquí no es tractava d'un concepte de més, sinó d'un ensenyament equivocat. Perquè és clar, tot ha canviat molt. Fins fa només quinze anys al CERN, que és un institut de Física teòrica, hi havia un indi que tenia una facilitat de càlcul tremenda, i el tenien a una taula amb quatre o cinc telèfons. I quan algun físic havia de fer algun càlcul el trucaven, i ell sense deixar el telèfon et deia el resultat. I aquesta persona es va suïcidar quan va sortir la primera calculadora de butxaca, perquè es va quedar sense feina. Era una persona considerada com d'una intel·ligència extraordinària; perquè hi ha gent amb un esquema mental que fa uns trucs mnemotècnics que els possibilita calcular molt ràpid. És clar, aquest home va passar de ser un heroi a ser un indigent, i al cap d'un temps es va fer alcohòlic. I aquest ensenyament de què parlava estava basat en crear aquests mecanismes, que és perdre el temps. Perquè, de què serveix aprendre a multiplicar dos números de sis xifres? Però fa un temps es considerava important.

**I quins coneixements no has après a l'escola però t'han fet falta en la vida quotidiana i te'ls has hagut de cercar més tard d'una altra manera?**

Crec que hauria estat bé aprendre a l'escola unes nocions de dret. Però en qualsevol cas jo no he tingut la sensació de que m'hagin estafat perquè no m'han ensenyat una disciplina en particular, i crec que és absurd culpar l'escola del fet que no et van ensenyar una matèria concreta. En el cas de les matemàtiques crec que la tasca de l'escola no és donar una informació exhaustiva, sinó donar una actitud matemàtica; és a dir una actitud de crítica, d'estímul, de saber que falta alguna cosa, d'adonar-te que tens un forat,... Si tens l'actitud matemàtica, ja trobes després la manera d'omplir els forats que et falten. Naturalment hi ha moltes coses que no m'han ensenyat i que he après després. Per exemple els espais vectorials. I també l'àlgebra de conjunts, que la vam veure molt tímidament i després vaig necessitar molt, quan vaig fer físiques. Però l'actitud hi era.

**A quina edat creus que convindria començar a aprendre matemàtiques?**

Penso que el moment de les matemàtiques és el moment de l'abstracció. I aquest pas es dona des de ben petits. Fins i tot abans d'escriure, hi ha conceptes que pots treballar: la pertinença a un conjunt, classificar, ordenar del més gran al més petit,... L'aprenentatge de les matemàtiques és simultani a l'ús de la raó.

**I quin hauria de ser el paper de l'educació matemàtica en aquests primers moments?**

Doncs sobre tot conceptual. Abans d'escriure s'hauria de triar alguns conceptes que s'entenen bé ja a aquesta edat i que després, més tard, resulten ser molt importants.

Per exemple classificar. Penso que a un nen de tres o quatre anys li costa poc de classificar: per colors, per formes, per materials,... I ordenar: per mides, per gruixos, per alçades,... Classes d'ordre i classes d'equivalència. La

idea nuclear d'això es pot transmetre.

També calcular. A un nen petit no li costa d'entendre la situació de tenir a la mà dos caramels i que un amic seu li'n prengui un, i veure què passa. I també hi ha coses que ja saben, que porten amb ells, com ara que un cotxe té quatre rodes, que tenim dues mans, dos peus, dos ulls,...

I una altra cosa que estaria molt bé de subratllar és que s'adonin del seu propi cos. De les coses que tenim a parelles, i de les coses que només tenim en unitat, i per què. I de la simetria del nostre cos. I això no ho fem normalment a la classe de matemàtiques, i en realitat aquest és el moment apropiat. Parlar de la simetria bilateral, i adonar-se'n que en un gos és el mateix, que també té dos ulls i només té un cor i un nas, però un nas amb dos forats, i quatre potes, i que les nostres extremitats anteriors són les potes. I després observar un cuc, i veure que també té simetria bilateral, encara que no tingui potes. I en canvi un eriçó de mar té simetria esfèrica i no bilateral. Aquí tindrem, a més, una sèrie d'exemples molt macos, perquè hi ha eriçons que tenen un forat a baix i un a sobre: l'entrada i la sortida de l'aliment,... i això quan estaven quiets, però quan comencen a desplaçar-se, quan hi ha moviment, ja apareix la simetria bilateral, i aquest forat emigra i acaba baixant. I, bé, de fet un cuc també té la boca i el anus en la mateixa disposició.

És a dir agafar qualsevol objecte real i parlar matemàticament d'ell. Parlar de la verticalitat d'un edifici, de l'angle recte,... Qualsevol objecte té una matemàtica a dintre, una coherència matemàtica a dintre. I això es pot fer a qualsevol edat.

### **Les matemàtiques sovint són utilitzades com a filtre, per accedir per exemple a una professió. Què opina d'això?**

Bé, penso que les matemàtiques s'utilitzen fins i tot com a filtre als primers cursos de carreres tècniques. A algunes carreres es carreguen a la gent en matemàtiques posant un problema que

a la millor no es pot fer, o un problema d'idea feliç. I això és absurd perquè el que el resol no és ni el que ha treballat més ni el que sap matemàtiques, sinó el que té en aquell moment aquella idea, que no té per què ser tampoc el més creatiu. I tot això forma part del rebuig que moltes persones senten per les matemàtiques, perquè s'han utilitzat com una destrat. Han creat la idea de què són difícils, perquè són més fàcils de suspendre. Jo no sé si encara es fa, però ho trobo realment absurd.

En canvi, en una entrevista per accedir a una feina, si vols saber com té estructurada la ment una persona li pots fer alguna pregunta de matemàtiques. I aquí les matemàtiques no s'utilitzen especialment com a filtre, sinó que és una dada més a tenir en compte per veure quina és la teva lògica, si ets capaç de raonar a partir d'uns axiomes,... En aquest cas la prova de matemàtiques no és necessària per accedir a la feina. Quan tu vols contractar una persona no t'enganyes, vols contractar una persona capaç, i si vols saber quins coneixements matemàtics té, em sembla bé. Però en algunes facultats, el que vols de vegades és que no passin més de trenta, i aleshores els poses un càlcul difícil a veure si s'equivoquen. És allà a on les matemàtiques són un filtre fraudulent.

### **Però és que fins i tot per entrar a escombrar et demanen que resolguis l'arrel quadrada d'un número...**

Bé, en aquest cas, si et demanen resoldre una arrel quadrada per escombrar, està clar que el que cerquen no és un bon escombriaire. Perquè una persona que no faci l'arrel quadrada pot fer perfectament bé la feina.