

EL Correu

DE LA UNESCO

gener-març 2023

Les MATEs cotitzen a l'alça

- El monsó **indi** examinat amb lupa pels científics
- Pandèmia: el model **noruec**
- **Metavers**: entrevista amb Liu Jianya i Guo Liang
- **República de Suf-àfrica**: l'equació difícil de l'ensenyament de les matemàtiques

LA NOSTRA CONVIDADA

Vinciane Despret,
filòsofa: «La lluita
contra el retrocés de
les espècies ha de
mobilitzar passions
alegres»

9 47727081097002 12023 >



Rep cada trimestre
un exemplar paper
de l'últim número
o
subscriu-te
a la versió digital
100% gratuïta.

Descobreix les nostres ofertes



<https://courier.unesco.org/fr/subscribe>



Segueix les últimes
notícies del *Correu*
@unescocourier



Facebook



Twitter



Instagram



Descobreix i comparteix

Contribueix a l'èxit del *Correu*
de la UNESCO fomentant-ne la
difusió i l'ús d'acord amb la política
de lliure accés de l'Organització.

2023 • n° 1 • Publicat des de 1948

El Correu de la UNESCO és publicat trimestralment per l'Organització de les Nacions Unides per a l'Educació, la Ciència i la Cultura. Promou els ideals de l'Organització, mitjançant la difusió d'intercanvis d'idees sobre temes d'importància internacional relacionats amb el seu mandat.

Director: Matthieu Guével

Redactora en cap: Agnès Bardon

Secretària de redacció: Katerina Markelova

Redactora: Chen Xiaorong

EDICIONS

Anglès: Anuliina Savolainen

Àrab: Fathi Ben Haj Yahia

Xinès: Chen Xiaorong i China Translation & Publishing House

Espanyol: Laura Berdejo

Francès: Christine Herme, correctrice

Rus: Marina Yartseva

Edició digital:

Mila Ibrahimova

Iconografia: Danica Bijeljic

Coordinació traduccions i maquetació:

Marie-Thérèse Vidiani

Assistència administrativa i editorial:

Carolina Rollán Ortega

Producció i promoció:

Ian Denison, cap de la unitat de les publicacions

Eric Frogé, assistent principal de producció

Relacions amb els mitjans:

Laetitia Kaci

Traducció:

Christophe Beaufumé

Maquetació:

Jacqueline Gensollen-Bloch

Il·lustració de la portada:

© Agnieszka Ziemiszewska

Impressió:

CNAU

COEDICIONS

Català: Jean-Michel Armengol

Esperanto: Chen Ji

El Correu de la UNESCO es publica gràcies al suport de la República Popular Xina que va renovar el seu suport a la revista el 2022 pels quatre anys vinents.

Informació i Drets de reproducció:

courier@unesco.org

7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France

© UNESCO 2023

ISSN 2708-0978 • e-ISSN 2708-0986



Periòdic publicat amb accés lliure sota la llicència Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>).

Els usuaris del contingut d'aquesta publicació accepten els termes d'ús de l'Arxiu obert d'accés lliure de la UNESCO (<https://fr.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-fr>).

Aquesta llicència s'aplica exclusivament als textos. L'ús d'imatges serà subjecte a una sol·licitud d'autorització prèvia.

Les designacions utilitzades en aquesta publicació i la presentació de les dades que s'hi contenen no impliquen per part de la UNESCO cap posicionament quant a l'estatut jurídic dels països, territoris, ciutats o àrees, o de les seves autoritats, ni quant al traçat de les seves fronteres o límits. Les idees i opinions expressades en aquesta publicació són les dels autors; no reflecteixen necessàriament les opinions de la UNESCO i no comprometen de cap manera l'Organització.

Índex

4

GRAN ANGULAR

Les mates cotitzen a l'alça

Una eina essencial per entendre el món 4

Christiane Rousseau

El monsó indi examinat amb lupa pels científics .. 8

Gayathri Vaidyanathan

El big data al servei de la lluita contra la pobresa al Senegal 10

Clémence Cluzel

Pandèmia: el model noruec 12

Lisbet Jære

« És possible reduir la petjada de carboni dels metaversos » 14

Entrevista amb Liu Jianya et Guo Liang

« Les matemàtiques pateixen un dèficit d'imatge entre els alumnes » 17

Entrevista amb Dan Meyer

A Singapur, les carreres científiques encara espanten les dones 19

Rachel Genevieve Chia

Sud-àfrica: l'equació difícil de l'ensenyament de les matemàtiques 22

Nick Dall

24

ZOOM

Oasis marroquins: A l'altra banda del miratge 24

34

IDEES

L'activitat a l'aire lliure, un joc de nens 34

Hayley Christian

38

LA NOSTRA CONVIDADA

« La lluita contra el retrocés de les espècies ha de mobilitzar passions alegres » 38

Entrevista amb Vinciane Despret

42

DESXIFRAMENT

Les glaceres al capdavant del canvi climàtic 42

Editorial

Considerades com a abstractes, intimidants, fins i tot traumatitzants, no sempre tenen gaire bona premsa amb els alumnes i el públic en general, que les redueixen a una disciplina purament teòrica, desconnectada de la realitat. Omnipresents a la nostra vida quotidiana, les matemàtiques són tot el contrari.

Els algoritmes, al cor de la intel·ligència artificial, han fet possibles els motors de cerca o la imatge mèdica. Els models matemàtics tenen un paper clau en nombrosos sectors, ja sigui per optimitzar xarxes de transport, preveure la trajectòria d'un cicló o controlar la propagació d'una epidèmia o l'impacte d'una campanya de vacunació.

Les matemàtiques també expliquen una part de la història del món, que s'ha anat enriquint al llarg dels segles gràcies a les tauletes sumèries, als càlculs astronòmics de l'antic Egipte i la Grècia clàssica, als erudits de l'Imperi Maia o de la Xina, a l'aritmètica índia o l'àlgebra àrab.

Potser més que cap altra, aquesta ciència abstracta es presta al diàleg entre les cultures i a la cooperació científica internacional. La UNESCO va reconèixer la seva importància molt aviat en establir el Centre per les matemàtiques d'Amèrica Llatina el 1962 a Buenos Aires, a l'Argentina. L'Organització, que acaba de proclamar el 14 de març com el Dia Internacional de les Matemàtiques, ara reflexiona sobre els reptes relacionats amb la intel·ligència artificial i desenvolupa programes d'accés a les ciències fonamentals, de les quals les matemàtiques són un pilar.

Perquè si les matemàtiques són a tot arreu, molts en queden exclosos. En efecte, els frens respecte a aquesta disciplina continuen sent nombrosos. Començant per les disparitats de gènere. Vam haver d'esperar fins al 2014 perquè una dona – la iraniana Maryam Mirzakhani – rebés la prestigiosa medalla Fields. Tot i que ara les noies aconsegueixin recuperar el retard en matemàtiques a partir de finals de primària, els nois encara continuen sobrerrepresentats entre els millors alumnes de l'educació primària i secundària en aquesta matèria, a tots els països, segons una publicació de l'Informe mundial de seguiment de l'educació per a tots d'abril de 2022. Fins i tot amb diplomes, les dones no sempre s'autoritzen a seguir carreres científiques.

Per una altra banda, la professió no troba prou fàcilment personal. Mentre les necessitats mai han estat tan grans, la penúria de professors de matemàtiques qualificats al món és una amenaça per al futur. I el camp d'aplicació d'aquesta disciplina encara queda limitat. Els models matemàtics, tan útils per entendre el clima, la biodiversitat o la investigació mèdica, romanen en gran part confinats als sectors de les finances o l'economia. Quan el món s'enfronta a reptes socials, climàtics o tecnològics, és crucial que s'explori més el poder de les matemàtiques i, sobretot, que es comparteixi més àmpliament.

Agnès Bardón
Cap de redacció



© Boris Semeniako per a El Correu de la UNESCO

“

Les matemàtiques són omnipresents en la comprensió del nostre planeta i l'organització de la nostra civilització

Les matemàtiques cotitzen a l'alça

Les matemàtiques són omnipresents a les nostres vides, ja sigui en els nostres telèfons, les nostres targetes de crèdit o els nostres cotxes. Models matemàtics i algorismes tenen avui en dia un paper clau en camps tan variats com la previsió meteorològica, la gestió dels horaris de trens o la circulació dels virus. Un estudi recent de la UNESCO, *Mates per actuar*, dona una idea de l'abast de la seva aplicació i subratlla que són crucials per afrontar certs reptes com la lluita contra la pobresa, la pèrdua de biodiversitat o el canvi climàtic. Sempre que es reclutin prou matemàtics i professors qualificats.

Sovint se sent dir que les matemàtiques són a tot arreu. I és veritat. Un receptor GPS calcula la seva posició utilitzant el temps que triguen els senyals dels satèl·lits per arribar-hi. Les comunicacions segures es xifren perquè es tornin opaques per a qualsevol persona que no sigui el receptor. El format JPEG de les fotografies fetes per un telèfon és una compressió matemàtica de la informació que conté la fotografia: sense aquesta compressió enginyosa, els fitxers de les fotos serien enormes.

I com que qualsevol transmissió d'informació introdueix errors, els codis correctors són omnipresents a totes les xarxes de telecomunicacions, telèfons mòbils i televisió inclosos. Sense elles, els robots teledirigits presents a Mart no podrien executar les ordres rebudes de la Terra. Aquesta omnipresència de les matemàtiques explica que el primer Dia Internacional de les Matemàtiques del 2020 tingués precisament com a lema «Les matemàtiques són a tot arreu».

Efectivament, les matemàtiques són omnipresents en la comprensió del nostre planeta i en l'organització de la nostra civilització. Ja l'any 1623 Galileu escrivia: «El llibre de l'univers està escrit en llenguatge matemàtic». Quatre segles més tard, els reptes ambientals s'imposen com una de les prioritats de la humanitat. Segons les projeccions de les Nacions Unides, la població del planeta, que va arribar als vuit mil milions el novembre de 2022, s'hauria d'estabilitzar al voltant dels 11.000 milions, mentre que al mateix temps els canvis climàtics estan afectant els rendiments agrícoles.

El Dia de l'Excés de la Terra, que marca el moment en què la humanitat ha consumit tots els recursos que pot generar el planeta en un any, es produeix cada cop més aviat. Si es produïa a finals de desembre el 1970, es va manifestar el 29 de juliol l'any 2021. Els objectius de desenvolupament sostenible de l'agenda 2030 de les Nacions Unides són la resposta de la comunitat

internacional a aquests reptes, i les ciències matemàtiques hi tenen un rol primordial.

Algorismes eficients

La modelització del clima consisteix a posar en equació les interaccions entre els diferents agents climàtics: sol, atmosfera, incloent-hi els gasos d'efecte hivernacle, oceans, sòls, glaceres, sistemes vegetals, etc. La recollida de dades és essencial per esperar predir l'evolució dels sistemes climàtics, i aquesta previsió depèn de les matemàtiques. Simular aquests sistemes i establir les grans tendències és una proesa que requereix una potència de càlcul enorme, uns algorismes cada cop més eficients i un ús òptim de les dades. El treball s'està fent en diversos fronts: identificar les grans tendències a llarg termini, però també posar en relleu les tendències regionals.

És important quantificar amb precisió la part d'incertesa.



Existeixen tècniques per millorar les prediccions meteorològiques i preveure les tendències estacionals. La qual cosa és molt útil perquè els canvis climàtics augmenten la freqüència i l'amplitud dels esdeveniments extrems.

La predicció de les trajectòries dels huracans és un àmbit on s'ha fet un progrés espectacular: ara podem preveure el seu recorregut amb gairebé set dies d'antelació. Un millor coneixement dels riscos permet preparar-se i protegir-se de les seves conseqüències en les pròximes dècades. A quina alçada hem de construir un dic? Hem de reconstruir o traslladar un barri després d'una riuada? Amb quina freqüència es produiran les sequeres que amenacen la disponibilitat de l'aigua? Com es poden modificar les ciutats per reduir els impactes de les onades de calor?

Modelització de la realitat

Aquestes previsions es basen en la modelització matemàtica, és a dir, una simplificació dràstica de la realitat. Un bon model permet veure la imatge global que pot amagar un excés de detalls. Prenem el cas d'una epidèmia. El model més senzill, anomenat model SIR, classifica els individus en tres compartiments: susceptibles, infectats i recuperats (curats o morts).

En aquest model, la regla base explica els moviments entre compartiments d'un dia a l'altre. Aleshores es pot calcular com evolucionen les

poblacions dels compartiments en un llarg període.

Aquest model, per simplista que sigui, revela les grans lleis d'una epidèmia: *el creixement exponencial, el pic de l'epidèmia, el fenomen d'immunitat grupal* pel qual s'extingeix l'epidèmia abans que s'hagi infectat tota la població, l'aplanament de la corba dels casos acumulats (corba taronja), el nombre de reproducció base que mesura el nom-

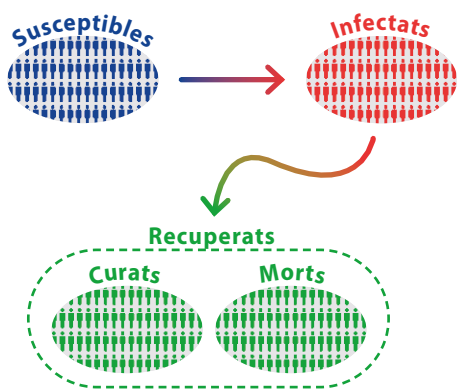
bre mitjà d'infeccions generades per una infecció primària i caracteritza la contagiositat d'una malaltia.

Aquestes grans lleis informen els responsables polítics sobre l'evolució de l'epidèmia. A posteriori, es pot millorar el model per a prediccions més precises. Per exemple, la regla base que regeix els moviments d'un dia a l'altre, es pot ajustar, per tenir en compte les mesures sanitàries o l'aparició de noves variants més contagioses.

A la UNESCO, les matemàtiques compten

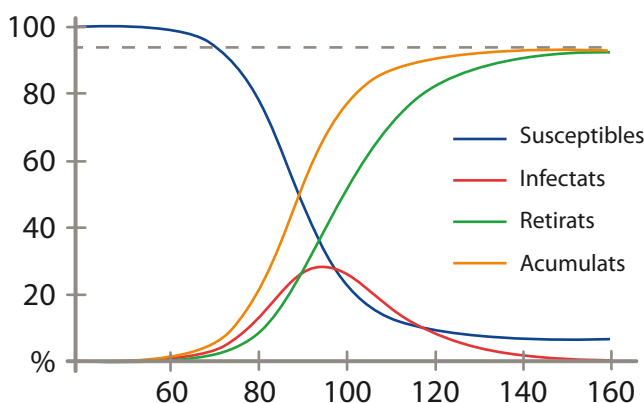
Si bé la UNESCO ha proclamat el 14 de març el Dia Internacional de les Matemàtiques l'any 2019 – en referència a la constant π , que es pot arrodonir a 3,14 –, l'interès de l'Organització per aquesta disciplina és molt més antic. Per promoure el coneixement matemàtic als països en desenvolupament, va fundar el 1962 el Centre per a les Matemàtiques d'Amèrica Llatina (CLAM) a Buenos Aires (Argentina).

Des de la seva creació, l'Organització, que va tenir un paper decisiu en la proclamació de l'Any Mundial de les Matemàtiques l'any 2000, s'ha fixat com a objectiu potenciar l'ensenyament d'aquesta assignatura i afavorir l'accés de tothom a aquesta disciplina i a les seves sortides professionals. Ho fa gràcies als seus programes educatius i dels seus centres regionals dedicats a les matemàtiques a Hanoi (Vietnam) i Santoe (Ghana), les seves càtedres benineses, xilenes, nigerianes, palestines i zambianes, així com els programes del Centre Internacional de Matemàtica Pura i Aplicada de Niça (França) a Àsia, Àfrica i Amèrica.



El model matemàtic SIR

(susceptibles, infectats i recuperats) s'utilitza en la previsió de l'evolució d'una epidèmia en una població determinada.



Evolució dels diferents compartiments del model SIR en el transcurso dels dies.

Els compartiments també es poden dividir en subcompartiments (grups d'edat, classes socials, gènere, recuperats i difunts), etc.

Planificar els horaris dels trens

Un altre camp d'actuació de les matemàtiques és el de l'optimització. Com organitzar el transport i la distribució del correu o de les mercaderies? Com planificar els horaris dels trens per facilitar les connexions, minimitzar el nombre de combois i optimitzar les hores de treball del personal? La qüestió també es planteja per a les empreses de transport públic urbà i les aerolínies. Aquests problemes, que formen part del que s'anomena la investigació operativa, són fàcils d'enunciar, però el nombre de possibilitats és massa gran per trobar una solució òptima per assaig i error.

Trobar les millors solucions requereix el desenvolupament d'algorismes molt enginyosos i eficients. Aquestes mateixes tècniques són útils per a la transició ecològica, que requereix passar d'un consum excessiu dels recur-

“ La intel·ligència artificial és el nou camp d'investigació de les matemàtiques

sos a una optimització del seu ús. Com estalviar l'energia o l'aigua, reduir el malbaratament dels aliments, aprofitar al màxim uns recursos limitats utilitzant-los de manera equitativa? Són àrees on les matemàtiques tenen un paper important.

La intel·ligència artificial és el nou camp d'investigació de les matemàtiques i l'estadística. El seu avenç prové del fet que ara sabem programar ordinadors o robots per ensenyar-los a aprendre. Així, un humà pot reconèixer un gat. Ensenyem a un ordinador a fer el mateix. Per arribar-hi, l'entrenem amb centenars de milers d'imatges i el corregim quan comet errors. L'ordinador

millora contínuament el seu programa i aprèn a reconèixer un gat, fins i tot en una posició que no ha vist mai. En el reconeixement d'imatges o de sons, els èxits de la intel·ligència artificial són espectaculars i no tenen res a envejar als humans.

Les aplicacions es multipliquen. Podem utilitzar la intel·ligència artificial per crear mapes de pobresa a baix cost, per exemple utilitzant imatges de satèl·lit de domini públic. Les imatges diürnes revelen les infraestructures construïdes per l'home. Combinat amb imatges nocturnes, identifiquem els espais habitats que no s'il·luminen de nit, senyal lligat a la pobresa. La intel·ligència artificial també s'utilitza a les regions semiàrides del nord de Kenya per assegurar l'accés a l'aigua: l'ús de les dades permet preveure les regions on es podria produir escassetat d'aigua i desenvolupar estratègies d'atenuació.

Per tant, les matemàtiques constitueixen una caixa d'eines excepcional, les aplicacions de la qual són innumbrables i molt diverses. Per tant, no és casualitat que siguin a tot arreu al nostre voltant. ■

Buscant matemàtics desesperadament

Ara és possible preveure la trajectòria d'un cicló tropical fins a una setmana d'antelació gràcies a nous mètodes matemàtics, i així dona temps per evacuar la població. Els models matemàtics també van demostrar la seva utilitat en la gestió de la pandèmia de la covid-19. Es poden cartografiar les dades sobre la pobresa mitjançant algorismes d'aprenentatge automàtic, i llavors permeten identificar les àrees on es necessita una inversió pública.

Fent servir exemples, Mates per actuar – Acompanyar la presa de decisió amb la ciència, un estudi publicat el març de 2022 per la UNESCO, mostra com les matemàtiques poden contribuir al desenvolupament sostenible en molts àmbits, especialment la seguretat alimentària, la privadesa de les dades, la biodiversitat, els sistemes digitals resilents i la gestió de l'aigua.

Dissenyada per als responsables polítics, aquesta publicació exposa relats i investigacions que mostren com s'utilitzen les matemàtiques per encarar els complexos reptes als quals ens enfrontem, des del canvi climàtic fins a la pobresa, passant per les pandèmies. A més, aquesta publicació descriu com els models matemàtics permeten l'exploració de múltiples guions per conduir el procés de presa de decisions. Els científics utilitzen uns models climàtics associats a diverses situacions per generar guions predictius alternatius i plausibles.

L'únic problema: si bé les aplicacions dels models matemàtics mai han estat tan variades i nombroses, hi falten matemàtics. Podrien no ser prou nombrosos per resoldre els complexos reptes als quals ens enfrontem. De fet, la publicació destaca el dèficit de professors de matemàtiques competents a tot el món.

El monso indi examinat amb lupa pels científics

Crucial per als agricultors indis, les previsions del monso determinen en part els rendiments de les collites. Per refinar al màxim les seves previsions, els científics utilitzen uns models informàtics que simulen els sistemes atmosfèrics.

Pocs esdeveniments meteorològics s'esperen amb tanta il·lusió com el monso d'estiu.

Els núvols foscos fan baixar les temperatures tòrrides que predominen a gran part del subcontinent indi. Per als agricultors, que representen gairebé la meitat de la població i no practiquen gaire la irrigació, cada aspecte del monso té la seva importància – quins estats rebran pluja, quan i amb quina quantitat. És per això que les previsions anuals surten cada any a primera plana.

Això també explica per què els científics s'han embarcat en una carrera per entendre millor el fenomen i millorar els seus models de previsió. «El desenvolupament de models matemàtics és l'única manera que tenim de poder entendre el sistema», afirma Amit Apte, especialista en matemàtiques aplicades a l'Indian Institute of Science Education and Research.

Mínimes variacions, grans impactes

El monso és un canvi estacional de la circulació atmosfèrica i de les precipitacions després que el sol hagi escalfat la terra. Generalment es produeix a l'estiu. Aquest fenomen també existeix a Amèrica del Nord i del Sud, Àfrica occidental, Àsia oriental i Austràlia, però el monso de l'Àsia meridional, sovint anomenat monso d'estiu indi, és el més conegut. La seva excepcio-

nalitat és deguda al fet que és delimitat per importants sistemes terrestres, com l'Himàlaia, els Ghats occidentals a l'Índia i la serralada Arakan Yoma a Myanmar i l'oceà Índic.

El monso indi comença després del període més calorós de l'any, quan les terres estan calentes i l'oceà encara és fresc. La diferència de temperatura provoca la inversió dels vents al nord de l'oceà Índic, i aquests empenyen els núvols oceànics cap al subcontinent, provocant pluges a l'estat de Kerala, al sud-oest del país. Talment un rellotge, el monso comença al voltant de l'1 de juny i acaba el 15 d'octubre, després de vessar uns 850 mil·límetres de pluja a tot el país. Això representa més del 75% de les precipitacions anuals a l'Índia.

Pot passar que el monso arribi una setmana tard o les pluges siguin un

10% inferiors a la mitjana. Variacions així poden semblar ínfimes, però tenen un impacte considerable sobre l'economia índia. El 2020, el servei meteorològic indi (IMD) va predir amb exactitud l'inici de les pluges, però no va preveure l'augment del nivell de les precipitacions. Segons Crisil Research, és veritat que els beneficis dels agricultors han augmentat entre un 3 i un 5% per hectàrea, però si haguessin previst aquestes fortes pluges, haurien semblat més terres.

Uns coneixements lacunars

Queda molt per descobrir sobre el fenomen dels monsons indis. Per a Amit Apte, és degut al fet que es produeixen als tròpics. En efecte, la investigació s'ha centrat més en les zones temperades, perquè la majoria dels científics especialistes de l'atmosfera es trobaven a Europa i als Estats Units a mitjans del segle XX. A més, la comprensió dels sistemes meteorològics tropicals és més delicada que la de les regions temperades, on es regeixen essencialment per la rotació de la Terra. De fet, la modelització del fenomen monsonic requereix tenir en compte moltes variables.

I els científics no dominen bé algunes d'aquestes variables, com la formació dels núvols. «En realitat, a hores d'ara, és probablement una de les incògnites més grans dels models



Els científics experimenten amb xarxes neuronals que poden detectar models a partir de dades

climàtics, quan aquests tenen un gran impacte a les zones tropicals». Les masses oceàniques que voregen el subcontinent – el golf de Bengala, el mar d'Àràbia i l'oceà Índic – també són un tema difícil de resoldre per als predictors. Amit Apte explica que, actualment, s'està estudiant la barreja de l'aigua dolça del Ganges amb l'aigua salada del golf de Bengala, pels seus efectes sobre els corrents oceànics.

A més, les pluges del monsó no cauen contínuament durant quatre mesos. Al contrari, plou molt durant uns dies, i després a intervals irregulars. Per ser útils per als agricultors, les prediccions han de permetre preveure aquestes fases d'activitat i de pausa del monsó.

Durant molt de temps, les prediccions es van fer utilitzant models estadístics basats en equacions. Els meteoròlegs indis els van utilitzar amb un èxit relatiu; en 23 anys, les previsions del monsó només van ser correctes nou vegades.

Des del 2012, els serveis meteorològics utilitzen uns models informàtics en 3D que simulen els sistemes atmosfèrics que provoquen el monsó. S'introdueixen les dades històriques al model i, després d'algunes comprovacions, es realitzen simulacions. Aquest tipus de dispositiu l'utilitza la majoria dels serveis meteorològics d'arreu del món.

Sembla que aquests models funcionen bé en alguns punts, però menys en altres a causa dels coneixements lacunars sobre els mecanismes del monsó indi. De fet, les previsions acostumen a ser incertes o proposen múltiples possibilitats. Tanmateix, dades detallades com aquestes poden ser útils per als agricultors, però també per a les companyies d'assegurances o per a la planificació de l'ús de l'aigua.

Unes pluges més fortes

Aquests models també són els que utilitzen els climatòlegs per predir els impactes de l'escalfament global sobre el monsó d'aquí a 30 anys. Segons els models climàtics mundials del Grup Intergovernamental sobre el Canvi Climàtic (GICC) de les Nacions Unides, el monsó de l'Àsia meridional es va afe-

blir durant la segona meitat del segle XX. Però segons els models, les precipitacions monsoniques haurien d'augmentar a llarg termini.

Més recentment, alguns científics han experimentat amb xarxes neuronals, que són algorismes informàtics capaços de detectar patrons a partir de dades, com ho faria un ésser humà.

Models així poden triar immenses quantitats de dades d'observació per

satèl·lit per extreure'n tendències. Però aquestes encara no són tan precises com els models estadístics de la generació anterior, explica Amit Apte. I encara que un ordinador doni bones previsions, això no eximeix els científics de buscar determinar la natura dels fenòmens físics. « Encara que el codi sigui eficient, subratlla Amit Apte, necessitem entendre com es formen els núvols. » ■

“

Entenem menys bé els sistemes meteorològics tropicals que els de les regions temperades



© Prashant Rana

▼ Sortida després de dos dies de pluja ininterrompuda a Nova Delhi.

El big data al servei de la lluita contra la pobresa al Senegal

Per fer recular la pobresa, necessitem poder mesurar-la amb precisió. Al Senegal, es va poder establir una cartografia precisa del nivell socioeconòmic del país gràcies a un enfocament matemàtic innovador.

Es considera que al Senegal, més de set de cada deu persones són pobres. Aquesta estimació es basa en dades recollides per enquestes sobre els ingressos i el consum de les llars, juntament amb el cens de població. El problema és que un mètode així, costós, requereix recursos humans importants. De fet, molts països en desenvolupament realitzen aquests tipus d'enquestes només de tant en tant, la qual cosa limita el seguiment de la pobresa. Un altre problema és que el mètode clàssic també ofereix una imatge imprecisa de la situació.

«Al Senegal, el mètode utilitzat per mesurar la pobresa és el monetari, que es basa en la renda o el consum. No permet percebre les privacions que pateixen els individus en sectors com la sanitat, l'educació, etc. Ara bé, els instruments de mesura de la pobresa haurien de permetre als poders públics observar el fenomen en les seves diferents facetes », explica Mamadou Amouzou, demògraf de l'Agència Nacional d'Estadística i Demografia (ANSD).

L'enfocament matemàtic basat en el big data demostra ser una bona manera d'omplir aquests buits. Ho il·lustra l'enquesta « Combinar fonts de dades disperss per millorar la predicció i la cartografia de la pobresa »,

realitzada per Neeti Pokhriyal i Damien Christophe Jacques (2017). Combina les dades tradicionals com el cens, els ingressos o el consum amb dades no convencionals com les que ofereixen els telèfons mòbils.

Petjades digitals

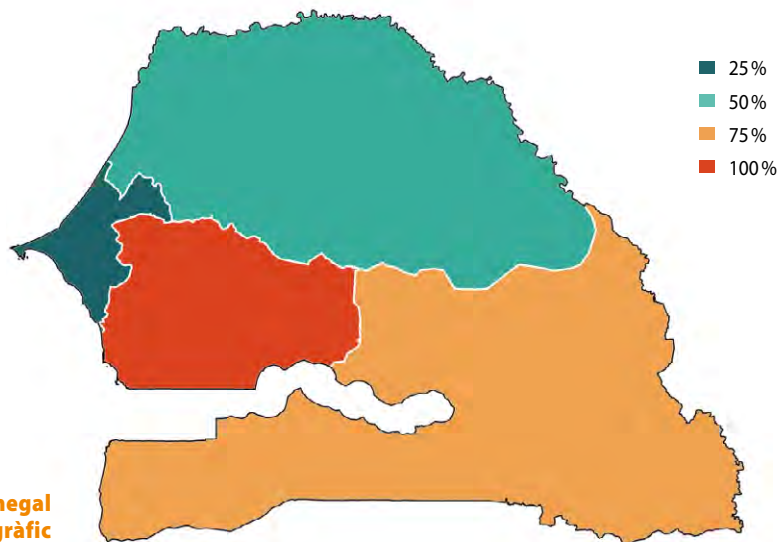
Efectivament, els registres de les dades de trucades proporcionen informació sobre els hàbits dels usuaris en bona part del territori. Generats amb cada trucada o missatge realitzat, poden dir quan, on i amb qui es comuniquen els usuaris. Aquestes petjades digitals donen indicacions sobre el nivell d'alfabetització, la mobilitat o fins i tot l'accés

a la xarxa elèctrica, en correlació amb la distribució regional de la riquesa.

En l'enquesta realitzada al Senegal, les dades transmises per l'operador telefònic Sonatel provenien d'11.000 milions de trucades i missatges de text realitzats per nou milions d'usuaris de telèfons mòbils. A aquesta informació, els investigadors van afegir imatges de satèl·lit que indiquen paràmetres com la il·luminació nocturna, les carreteres asfaltades, la densitat de les infraestructures o el tipus de coberta dels habitatges.

Combinats amb les dades censals, aquests elements, permeten elaborar una imatge més completa i precisa del nivell de vida dels habitants. « Molts

El mapa de pobresa del Senegal (2016) per sector geogràfic



CC 4.0 de Neeti Pokhriyal i Damien Christophe Jacques

dels nostres gestos assenyalen la pobresa. La intel·ligència artificial permet explotar dades d'enquestes tradicionals per entrenar uns algoritmes d'aprenentatge automàtic a reconèixer els patrons de pobresa. La finalitat és ensenyar a fer parlar de pobresa unes dades, l'objectiu inicial de les quals era un altre. És molt menys oneros, més precís i fàcil d'actualitzar», explica Christiane Rousseau, professora del departament de matemàtiques i estadística de la Universitat de Mont-real.

Aquestes dades enriquides han permès elaborar mapes de pobresa que en donen una visió més dinàmica. Realitzades a l'escala dels municipis, aquests mapes reflecteixen una distribució espacial i temporal de les privacions socioeconòmiques. Mostren, per exemple, que els municipis de l'interior del Senegal presenten uns nivells de pobresa més alts que la capital, Dakar, i els municipis litorals.

Una mina d'or per als projectes de desenvolupament

Aquests mapes són una eina per als responsables polítics que poden dirigir l'ajuda als més necessitats. « La cartografia té el seu paper en l'organització del territori. Fent servir dades telefòniques, és possible definir qui té dret a l'ajuda humanitària. Això és el que va fer l'organització Give Directly, que promou les transferències directes de diners, a Togo », indica Damien Christophe

Jacques, investigador de doctorat en geomàtica, coautor de l'enquesta sobre el Senegal. « Les matemàtiques permeten optimitzar els recursos limitats », especifica Christiane Rousseau per la seva part.

Les oportunitats prometedores que ofereix el big data no deixen de plantejar certes preguntes. En efecte, les dades telefòniques pertanyen a operadors de telefonia mòbil que, veritablement, no tenen gens d'interès a comunicar-les i no sempre són proclius a compartir-les. A més, aquestes dades, que sovint provenen d'un sol operador, no reflecteixen la situació del conjunt de la població. « A més, algunes persones tenen diverses targetes SIM, mentre que altres, com els ultrapobres, la gent gran o els nens no tenen telèfon », especifica Damien Christophe Jacques abans d'afegir que « encara que la informació facilitada és molt rica, aquests biaixos poden ser qüestionats en el marc d'estudis rigorosos ».

“

Les oportunitats que ofereix el big data no deixen de plantejar certes preguntes

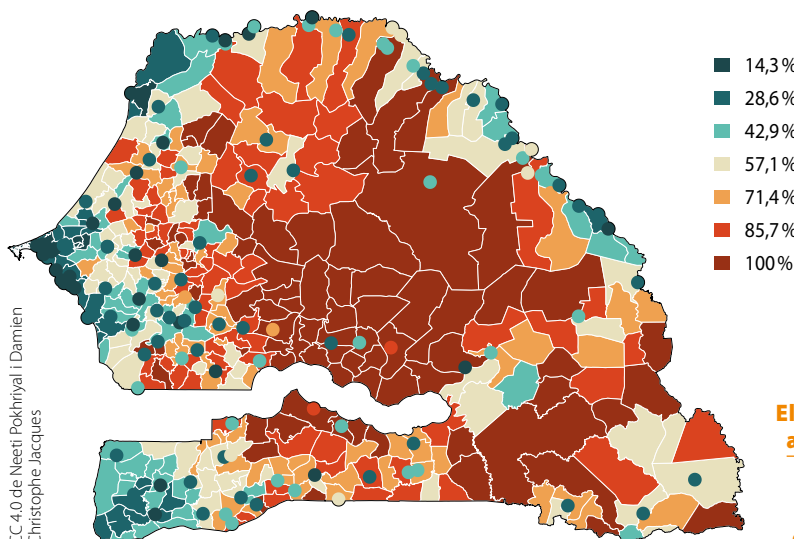
Un altre problema és que l'explotació d'aquestes dades personals, tot i ser agregades per àrea, és a dir, estudiades per grups i no individualment, planteja qüestions ètiques. « Aquesta informació crítica, que és una mina d'or per a projectes de desenvolupament, també presenta un perill per a la privadesa. Per tant, s'ha de trobar un equilibri entre protecció dels interessos de les persones i benefici per a l'interès públic », resumeix Damien Christophe Jacques.

« Les dades no tradicionals són un complement d'informació. És un model de substitució en cas d'absència de dades censals, o un model d'augment de la informació quan ja disposem de les dades. El mètode dona senyals veritables, però no és cap solució miraculosa », insisteix Damien Christophe Jacques. Una opinió que comparteix Emmanuel Letouzé, director de l'ONG Data-Pop Alliance i fundador d'OPAL (Open Algorithms), un programa que té com a objectiu facilitar l'accés i l'ús amb finalitats socials de les dades de telefonia mòbil als països de baixos ingressos.

« Globalment, les zones i els motius de la pobresa ja es coneixen. La veritable qüestió és què fem amb aquesta informació? » pregunta Letouzé. De moment, els resultats de l'estudi al Senegal encara no s'han traduït en una modificació de les polítiques sobre el terreny. « No obstant això, no és inútil perquè contribueix a sensibilitzar els responsables polítics, assegura. Es necessita temps per canviar els hàbits i les percepcions. » ■

“

El big data omple els buits dels mètodes de cens tradicionals



El mapa de pobresa del Senegal (2016) actualitzat per a 552 municipis fent servir el big data

Font: « Combinar fonts de dades disperses per millorar la predicció i la cartografia de la pobresa », 2017.

Pandèmia: el model noruec

Durant la crisi sanitària vinculada a la covid-19, les autoritats noruegues van ser de les primeres a establir models matemàtics basats en l'explotació de les dades de telefonia mòbil. En proporcionar una informació precisa sobre els moviments de la població, van permetre cartografiar amb precisió la propagació del virus.

De març de 2020 a juny de 2022, Arnaldo Frigessi no va tenir ni un minut de tranquil·litat. Professor d'estadística a la Universitat d'Oslo (UiO) i a l'hospital universitari de la ciutat, aquest científic va ser reclutat per l'Institut Noruec de Salut Pública (NIPH) per treballar amb l'equip de modelització de la pandèmia. Tant de dia com de nit.

Les autoritats sanitàries necessitaven conèixer les possibles conseqüències de la pandèmia com la seva progressió entre la població, el nombre previsible d'hospitalitzacions i el nombre de morts. I se'n va encarregar l'equip de modelització.

« Moltes vegades, vam haver de fer jornades de 17 hores. El meu sou el finança el contribuent, la qual cosa em dona una gran responsabilitat respecte al públic, confia el professor. Els models matemàtics permeten explicar o representar situacions complexes com una pandèmia. Llavors, vam buscar modelitzar la complexa relació entre el comportament dels individus, la difusió del virus i les mesures adoptades per les autoritats sanitàries noruegues. »

Interdependències complexes

« Noruega va ser un dels primers països a disposar d'un bon model, basant-se en les dades mòbils, pensa Arnaldo Frigessi. Disposàvem de dades demogràfiques anteriors sòlides respecte al

nombre d'ingressos hospitalaris i les taxes de positivitat ». Així i tot, subratlla, si bé un model matemàtic permet seguir un gran nombre d'individus i de factors que influeixen en el curs d'una malaltia, mai ofereix una fotografia exacta de la realitat.

Com molts altres països, Noruega es va basar en SEIR, un model epidemiològic utilitzat per preveure la dinàmica de les malalties infeccioses mitjançant la classificació dels individus en quatre estats possibles: susceptible [S], exposat [E], infectat [I] o recuperat [R]. L'equip el va adaptar a la covid-19 basant-se en les dades demogràfiques, les dades de mobilitat i les dades epidemiològiques.

Models més senzills, com els que s'utilitzen per al càncer, es basen en la hipòtesi que els factors de risc romanen constants en l'espai i el temps. Tractant-se d'una pandèmia, la dificul-

tat prové del fet que un individu en pot infectar un altre, la qual cosa crea unes interdependències complexes.

Arnaldo Frigessi té una llarga experiència en matèria de modelització de malalties infeccioses. Entre altres coses, va treballar sobre la propagació del VIH a principis de la dècada de 1990. « Una de les grans diferències és que el VIH es va difondre lentament, mentre que la covid-19 va córrer com una reguera de pólvora. Però les dues infeccions tenen una cosa en comú, que és que hom pot ser portador sense tenir símptomes, cosa que va complicar molt la creació del model. »

« Caçadora del corona »

Va ser l'ús de les dades dels telèfons mòbils el que va permetre que destacés el model noruec. En proporcionar informació sobre la mobilitat de les persones, permeten predir amb precisió la propagació del virus.

El 2020, Solveig Engebretsen va ser identificada com una de les estrelles ascendents de la joventut noruega pel diari *Norwegian Business*. La seva tesi se centrava en l'ús de les dades mòbils en la modelització matemàtica de la grip. Arnaldo Frigessi n'era el director. A principis del 2020, es va unir a l'equip modelitzador, que li va posar el sobrenom de « caçadora del Corona ».

L'equip va ser autoritzat a explotar les dades de telefonia mòbil de l'em-



Un model matemàtic permet seguir un gran nombre de factors que influeixen en el curs de la malaltia



presa de telecomunicacions Telenor, que ofereix el seu servei a gairebé la meitat de la població del país. « Cada sis hores, explica Solveig Engebretsen, rebíem les dades mòbils que indiquen els moviments dins del perímetre municipal. En cartografiar els seus desplaçaments, vam crear models de propagació de la infecció a dins dels municipis noruecs. »

Gestionar la incògnita

La velocitat de transmissió del virus es mesura pel nombre R, o taxa de reproducció del virus, que recopila tots els casos de covid-19 generats per una persona infectada. La progressió de la pandèmia es considera aturada quan R és inferior a 1. En el model considerat, R es basava en les dades hospitalàries i els resultats de les proves. Com que aquestes ja no són obligatòries, ara es basa únicament en les hospitalitzacions.

« Sempre temíem equivocar-nos », recorda Arnoldo Frigessi. En efecte, els projectes de recerca preveuen que

“
Les dades dels telèfons mòbils van permetre fer més precisos els models de propagació de la infecció

els resultats es comprovin dues o fins i tot tres vegades, cosa que era impossible en el context d'emergència de la pandèmia. La manca de temps no era l'únic repte a afrontar. Constantment, l'equip havia de controlar els canvis en les estratègies, els comportaments, les modalitats de detecció i les variants del virus. Amb cada mutació, el model s'havia d'adaptar.

« No ens és fàcil, als humans, gestionar l'inconegut i els grans nombres. Els

models matemàtics i les estadístiques són una eina sistemàtica per recollir tota la informació que tenim sobre el virus », explica Solveig Engebretsen, i afegeix que el NIPH també va utilitzar altres models.

Comunicar aquesta complexitat al públic va ser un altre repte. « De vegades ens van retreure que érem massa pessimistes, especialment pel que fa a les hospitalitzacions. Resulta que en aquest àmbit s'havien pres mesures addicionals. Però les nostres previsions no tenien en compte l'impacte d'aquestes noves mesures », puntualitza.

« Els científics han d'aprendre a explicar coses complicades, però els polítics i els ciutadans també han d'entendre que és una informació complexa que requereix un cert esforç per part seva. No es pot simplificar tot », subratlla Arnoldo Frigessi mentre recorda que la gestió d'una pandèmia no és només una qüestió de xifres i estadístiques. « Les dimensions ètiques, socials i econòmiques també pesen en la balança a l'hora de prendre decisions. » ■

Liu Jianya i Guo Liang : « És possible reduir la petjada de carboni dels metaversos »

Els metaversos es basen en models d'intel·ligència artificial i serveis al núvol que consumeixen molta energia. Els treballs dels investigadors Liu Jianya i Guo Liang mostren com es poden utilitzar les matemàtiques per reduir el seu impacte mediambiental.

Quina relació hi ha entre el metavers i les matemàtiques?

Ja fa gairebé un any que Facebook va anunciar que canviava de marca per convertir-se en Meta i que centraria els seus esforços en els futurs « metaversos ». Des de llavors, el significat d'aquest terme no s'ha aclarit.

Matemàticament, definim el metavers com una funció representada per dos conjunts d'objectes la relació dels quals es materialitza mitjançant fletxes. Un primer conjunt representa objectes de la vida real, per exemple el Palau de Versalles. El segon conjunt fa referència a models informàtics d'objectes del món real – un palau de Versalles digital per exemple – que es poden visualitzar i manipular en una pantalla.

En resum, els metaversos es poden considerar com l'operació matemàtica

que associa cada element del món real amb un o més elements d'un món digital o virtual.

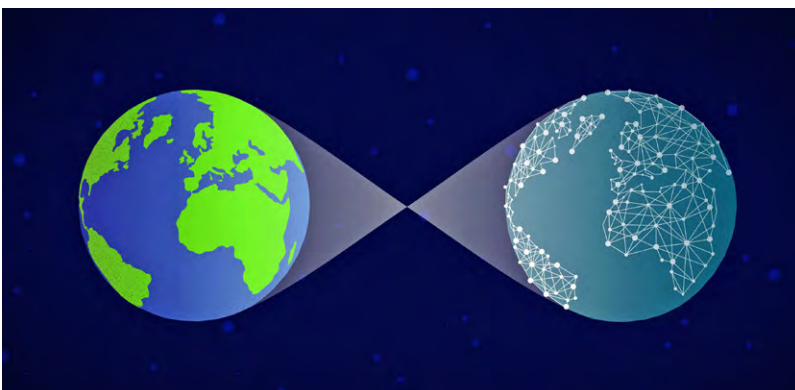
Llavors els metaversos poden crear un duplicat de la nostra realitat?

Potser, però amb quina finalitat i a quin preu? En general, dues tecnologies estan a la base de qualsevol metavers: les tecnologies d'adquisició de dades i les tecnologies de realitat virtual. L'adquisició de dades és la tècnica de capturar (amb càmera digital o escàner làser) la forma i l'aspecte de les coses naturals per donar-ne una visió generada per ordinador. La realitat virtual (o bessó digital) consisteix a generar objectes digitals per reproduir els mons físics. Ambdues tècniques requereixen molt temps de càlcul informàtic. Totes dues fan servir sobre manera uns

models d'intel·ligència artificial i uns serveis al núvol que consumeixen moltíssima energia.

Segons un estudi recent d'investigadors de la Universitat de Massachusetts, l'entrenament d'un sol model d'intel·ligència artificial podria generar unes 284 tones de diòxid de carboni, o sigui, més de cinc vegades la quantitat de gasos d'efecte hivernacle emesos per un cotxe al llarg de la seva vida útil. La informàtica al núvol, que és necessària per a la realitat virtual, els jocs en línia i el processament d'imatges d'alta resolució, també podria augmentar significativament les emissions de carboni.

Per tant, els promotors de metaversos haurien de tenir una responsabilitat mediambiental. Una modelització en 3D del Palau de Versalles és útil, ja que un lloc de visita virtual permet a persones de tot el món submergir-se



“
Entrenar un sol model d'intel·ligència artificial genera unes 284 tones de diòxid de carboni

Guo Liang

Professor de ciència de dades a la Universitat de Shandong, Xina, es va doctorar a la Universitat de Cambridge al Regne Unit. Abans d'incorporar-se a la Universitat de Shandong, era director adjunt de la Càtedra BNP-KPMG per a la Innovació a l'escola de negocis NEOMA a França.

Liu Jianya

Corector en cap de la publicació *Mathematical Culture*, és professor emèrit de matemàtiques a la Universitat de Shandong, Xina. Va ser nomenat titular de la càtedra de recerca del Ministeri d'Educació de la Xina el 2003 i va rebre el Premi Nacional de Ciència de la Xina el 2014.

L'univers paral·lel del metavers

Nascut d'una contracció del terme «meta», més enllà i univers, el metavers designa un món paral·lel al nostre. La paraula va ser encunyada per l'escriptor de ciència-ficció Neal Stephenson al seu llibre *Snow Crash*. En aquesta novel·la visionària publicada el 1992, els ciutadans utilitzen avatars digitals per explorar un món virtual.

Avui, el terme metavers designa els desenvolupaments en curs sobre universos virtuals immersius en 3D als quals accedeixen els usuaris presents en forma d'avatars que s'hi poden moure, interactuar socialment i de vegades econòmicament. Aquest ciberespai pot simular o no el món real. Pot reproduir les lleis físiques del món real com la gravetat, el temps, el clima o la geografia. O, al contrari, superar aquestes limitacions físiques.

Els modes d'immersió són múltiples (realitat augmentada o realitat virtual amb ulleres o sense, encarnació en un avatar). La simulació és compartida entre tots els usuaris connectats i continua en la seva absència. Cadascú és lliure d'entrar-hi o de deixar-la.

Hi ha diferents tipus de metaversos: hiperrealistes, projectats en una pantalla o tridimensionals (immersió mitjançant ulleres), amb possibilitats d'interaccions més o menys desenvolupades... Els metaversos es basen en diverses tecnologies, les més avançades de les quals són les ulleres i les cadenes de bloc (*blockchain*).

El concepte ha estat recuperat massivament pels jocs en línia i els gegants de les xarxes socials. Però les aplicacions no es limiten a l'àmbit de l'entreteniment; cobreixen àrees tan variades com el treball a distància, el turisme, l'educació, la salut o el sector immobiliari.

en frescos interactius i descobrir pintures, escultures i gravats d'una manera nova. Per contra, és inútil malgastar energia en el bessó digital d'un ajuntament sense interès arquitectònic, perquè no és necessari que un ciutadà faci servir un dispositiu de realitat virtual per «passejar» pel model digital d'un edifici de formigó qualsevol per tal d'accedir als serveis públics.

Quines són les repercussions ambientals dels metaversos?

Els metaversos constitueixen un dels temes tecnològics i socioeconòmics més de moda. Moltes empreses ja estan treballant en la creació de serveis per a aquest nou món digital. Però, les aplicacions de les tecnologies vinculades al metavers com la intel·ligència artificial, la realitat virtual, l'animació 3D, la cadena de blocs (*blockchain*) i moltes altres, sempre se centren en l'humà: les decisions que es prenen afavorei-

xen l'activitat humana en detriment del medi ambient.

Tanmateix, la intel·ligència artificial i els dispositius que li donen suport provoquen un augment dels costos ambientals. L'entrenament de models d'aprenentatge profund, que fan servir xarxes neuronals artificials per computar uns grans conjunts de dades, requereix cada cop més energia i més recursos per als càlculs. Per tant, creixen les preocupacions financeres i mediambientals.

La complexitat creixent dels metaversos va acompanyada d'una inflació de dades. Aquí hi ha el problema: els centres de dades consumeixen una quantitat d'energia considerable. Es desconeix la quantitat d'energia necessària per emmagatzemar les dades generades per als i pels metaversos, però probablement la xifra és desorbitada. A més a més, l'edifici i els sistemes de refrigeració d'un centre de dades produeixen molt CO₂.

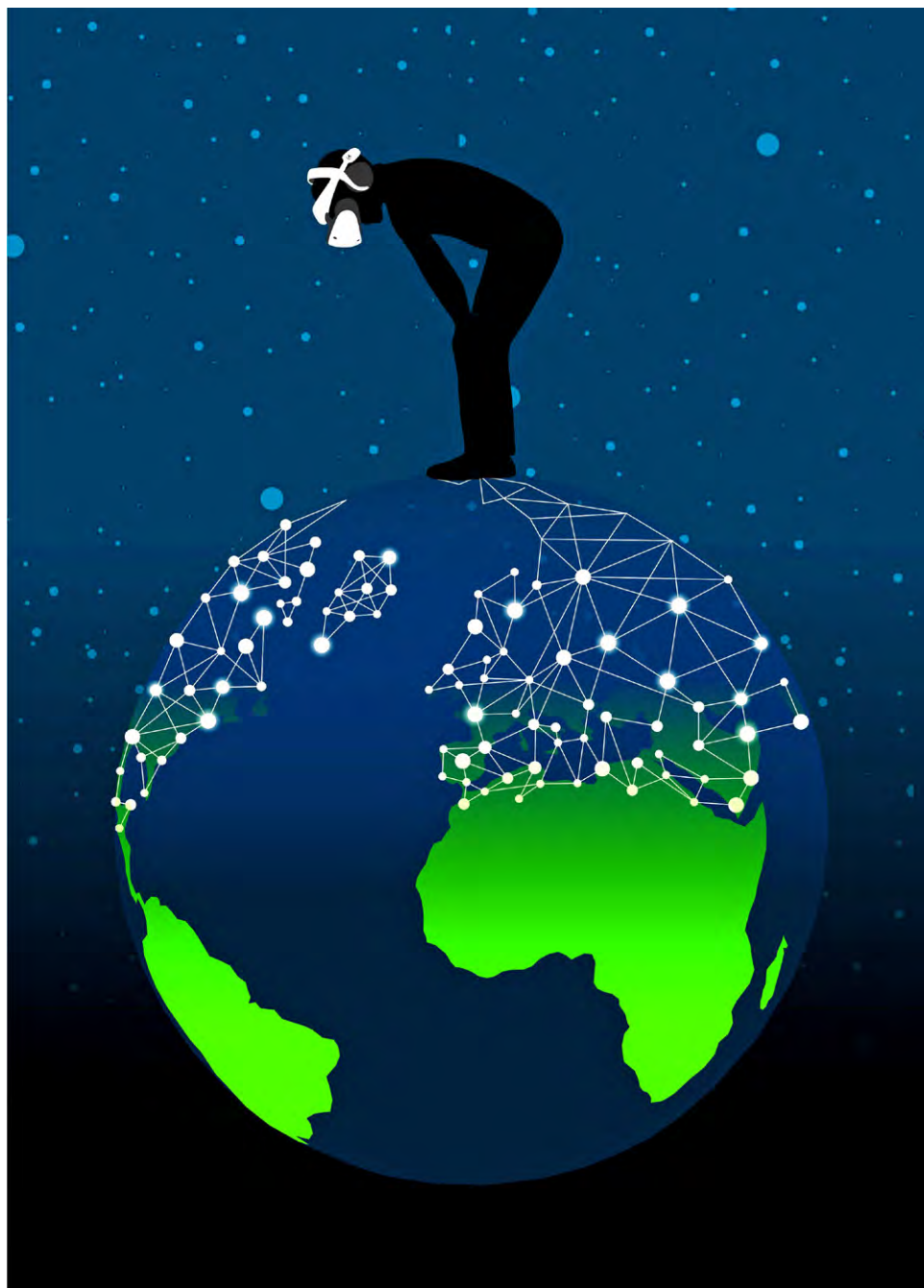
En resum, els metaversos gasten molta energia i com més s'utilitzen, així com les tecnologies associades, més energia consumim. És responsabilitat de la indústria tecnològica i dels investigadors aprendre del seu impacte ambiental. Qualsevol decisió tecnològica ha de tenir en compte la qüestió ambiental.

Com poden les matemàtiques contribuir a reduir la seva petjada ambiental?

Les matemàtiques poden contribuir de diverses maneres a la reducció del consum d'energia dels metaversos. Per exemple, el mètode dels investigadors de la Universitat Tecnològica de Nanyang, Singapur, es basa en l'escaneig selectiu per crear entorns virtuals. En lloc de transmetre la totalitat de la imatge capturada, el dispositiu primer selecciona automàticament els objectes d'interès i transmet exclusivament aquests objectes als proveïdors de ser-



“
**Uns mètodes
 de càlcul
 innovadors
 redueixen
 el consum
 d'energia de
 les tecnologies
 metavers**



© Falcó per a El Correu de la UNESCO

veis dels metaversos. Per transmetre dades relatives a una escena de transport públic, per exemple, els vianants i els vehicles s'escanejaran mitjançant un càlcul innovador, mentre que altres objectes de l'escena requeriran menys càlculs i energia.

El nostre equip de la Universitat de Shandong ha treballat sobre un mètode de mostratge derivat de la teoria analítica dels nombres per reduir el consum d'energia de les tecnologies dels metaversos. Ens centrem en l'escaneig làser, que és la forma més eficient de crear representacions digitals i models digitals 3D per als metaversos.

Un escàner làser emet un feix de llum infraroja sobre un mirall giratori que dirigeix la seva llum sobre l'entorn. Els objectes que es troben en la trajectòria del làser reflecteixen el feix cap a l'escàner, proporcionant dades geomètriques interpretades com a dades 3D. Al mateix temps, el capçal de l'escàner gira i desplaça el làser sobre la superfície de l'objecte, creant així una multitud de punts. Enregistrar, mostrar i processar aquests grans núvols de punts requereix molt de temps de càlcul.

Normalment, per generar el metavers de l'obelisc de la plaça de la

Concòrdia de París, l'escàner làser hauria de produir un milió de punts de mesura per obtenir-ne els paràmetres precisos i crear el seu bessó digital. Gràcies al nostre mètode, l'escàner pot obtenir un bessó digital amb un 40% menys de punts de mesura. Aquest mètode ens permet reduir considerablement l'energia i el temps necessaris per a la creació d'un metavers. Així, la reducció del temps de càlcul informàtic es tradueix en una reducció de les emissions de carboni. ■

Dan Meyer

Dan Meyer va ensenyar primer matemàtiques a l'educació secundària, abans de doctorar-se en pedagogia de les matemàtiques a la Universitat de Stanford (Estats Units). Actualment, és director de recerca a Desmos, una empresa que desenvolupa eines i programes matemàtics gratuïts per als educadors de tot el món.

Dan Meyer :

« Les matemàtiques pateixen un dèficit d'imatge entre els alumnes »

Són abstractes, massa difícils, reservades a uns quants escollits les matemàtiques? Expert en pedagogia, Dan Meyer contesta aquest prejudici. Acusa els mètodes tradicionals d'ensenyament d'aquesta disciplina i proposa adoptar programes que portin els alumnes a compartir llurs idees i coneixements en comptes d'exigir-los uns coneixements purament acadèmics.

D'on ve el seu interès per les matemàtiques?

Sempre m'han agradat les matemàtiques i l'escola, encara que jo també tingué la meua part de decepcions i desànim. De fet, és gràcies a aquestes experiències negatives que puc entendre aquells que topen amb dificultats. Però també vaig tenir la sort de tenir professors excepcionals que mostraven interès pels alumnes i van saber valorar les meves idees, tot i que no aportessin res nou.

També vaig viure moments molt forts en fer servir les matemàtiques per trobar respostes a preguntes que em feia. I no ho vaig fer només per tenir bons resultats a l'escola o per obtenir un títol. Per exemple, al supermercat, tenia curiositat per saber quina era la caixa més ràpida: la línia exprés amb molta gent que té pocs articles? O la que només té unes quantes persones que empenyen carros plens? És apassionant agafar una pregunta de la nostra vida quotidiana i utilitzar les matemàtiques per intentar respondre-la.

Per què hi ha tants alumnes «traumatitzats» per aquesta disciplina?

A Google, la pregunta «Per què soc dolent en matemàtiques?» mostra un nombre molt més elevat de cerques que la mateixa pregunta aplicada a assignatures com les llengües, les ciències o la història. Les matemàtiques pateixen clarament un dèficit d'imatge entre els alumnes. És un problema de cultura i d'entorn familiar, però els professors també hi tenen molt a veure.

En les altres assignatures, generalment s'esforcen per determinar què és el que ja saben els estudiants. Però en matemàtiques, generalment se suposa que arriben amb molt pocs coneixements. Reeixir en matemàtiques sovint requereix que s'oblidin de tot el que saben sobre números, formes, models, en favor d'una sèrie de coneixements acadèmics. No els hauríem de presentar problemes que impliquin córrer deu quilòmetres a ritme constant, quan saben perfectament que això no existeix a la vida real. Però això és el que sempre fem! De fet, els estudiants acaben veient les matemàtiques com

una disciplina abstracta que els obliga a renunciar a la visió que tenen d'ells mateixos i del món.

A més, tendim a considerar que el món està dividit entre els matemàtics i els que són nuls en matemàtiques. No passa el mateix amb les ciències humanes, on la veritat generalment deriva d'un consens. Això permet als no especialistes expressar-se tant com els experts. A la classe de matemàtiques, heu de caure bé a uns historiadors morts de fa temps que van crear el cànon matemàtic. Això pot ser traumàtic! No estic segur de voler, cada dia durant dotze anys de la meua existència, assistir a una classe on m'hagi d'esforçar a caure bé a uns morts.

Com s'han d'ensenyar les matemàtiques per fer-les atractives per als alumnes?

Ens hem d'esforçar per oferir als alumnes experiències que despertin els seus sentits i treguin a la superfície els coneixements que posseeixen. És important que els alumnes s'interessin per les activitats que se'ls ofereixen i que en percebin la utilitat. Massa sovint





© Boris Semeniako per a El Correu de la UNESCO

surten de classe sentint-se menys bé amb ells mateixos, menys capaços i menys útils que abans de començar els estudis de matemàtiques. És una vergonya! Hauriem de dedicar tota la nostra energia a la manera d'ensenyar les matemàtiques.

Ara mateix dedico molt del meu temps a intentar esbrinar com apreciem el valor increïble de les vides humanes a les quals, nosaltres, els professors, estem participant durant un breu moment. Si els alumnes no se senten estimats pel seu entorn, això ens hauria d'incitar a imaginar canvis.

Com es pot animar els professors a canviar la seva pràctica?

Els professors són absolutament imprescindibles. Tot i ser molt crític amb el seu enfocament pedagògic, també tinc un immens respecte per la seva feina. El que els professors poden fer millor que la tecnologia és oferir als

estudiants oportunitats per compartir el contingut del seu cervell, per compartir els seus coneixements sobre les matemàtiques. Per exemple, dibuixeu diverses formes similars però diferents a la pissarra i pregunteu-los: «Què hi ha de semblant o de diferent en aquestes formes? I quin és l'intrús?» El professor crea un clima de confiança i permet als alumnes expressar les seves idees. A partir d'aquí, poden aprendre alguna cosa i fins i tot gaudir aprenent-la.

Quan era professor, dedicava molt de temps a modificar i desenvolupar classes. En aquest àmbit, els professors necessiten estar especialment acompanyats. El que la majoria de programes del mercat diuen als estudiants és: «No ens importa el que sabeu. Això és el que nosaltres sabem i el que us imposarem!» Hem de proposar als professors altres maneres d'ensenyar. Se'ls ha d'ajudar a saber escoltar de manera eficaç, a saber relacionar entre elles idees diferents. La tasca és enorme.

Qui hagi ensenyat coneix la complexitat d'aquest treball, que requereix ser alhora sociòleg, psicòleg i plenament format en la seva disciplina. És extraordinàriament difícil. I això requereix molt de suport.

Com hauria de ser el manual de matemàtiques del futur?

El manual del futur ha de donar tant espai al desenvolupament de les idees dels alumnes com a les teories del passat, que són igualment importants. S'ha de preguntar a cada pàgina: «Per què es van inventar aquestes matemàtiques noves? Quin problema se suposa que han de resoldre? Per què les teories anteriors van resultar inoperants?» El manual del futur ens ha d'explicar per què necessitem aquestes matemàtiques i ajudar els alumnes a examinar aquesta necessitat. Ens hem de preocupar de les necessitats reals dels éssers humans durant el seu procés d'aprenentatge. ■

A Singapur, les carreres científiques encara espanten a les dones

Tot i que les estudiants de Singapur tenen uns resultats tan bons, o fins i tot millors, que els nois en matemàtiques, les joves són minoritàries en les feines de ciència i tecnologia. El motiu: la falta de confiança que sovint les allunya de les carreres pretesament masculines.

De vegades, quan es troba amb una dificultat a la feina, Joelle Lim, de 27 anys, criptògrafa, comença a dubtar d'ella mateixa. Aleshores sent el pes dels comentaris despectius de certs homes segons els quals l'èxit de les dones es deuria més a una discriminació positiva que al seu mèrit. Investigadora per als serveis de defensa d'aquest estat insular de prop de 5,9 milions d'habitants, forma part del nombre creixent de dones de Singapur que treballen en el sector de la ciència, la tecnologia, l'enginyeria i les matemàtiques (STEM).

Per atraure talents femenins en aquests àmbits, la ciutat-estat intensifica els seus esforços a fi de mantenir les

dones en la seva carrera fent front a les causes d'aquesta desafecció, com el sostre de vidre o la cura de la mainada. Però, un altre obstacle menys visible, més insidiós, desvia les dones de les carreres científiques: la falta de confiança.

Xifres eloqüents

Segons un estudi recent de la Universitat de Tecnologia de Nanyang (NTU), les dones de Singapur creuen en les seves habilitats matemàtiques significativament menys que els seus homòlegs masculins. Realment, sorprèn aquesta conclusió perquè els resultats escolars de les noies en matemàtiques són iguals als dels nois.

Els estudiants de Singapur, independentment del sexe, es troben entre els millors classificats en avaluacions mundials com l'estudi PISA (el Programa Internacional per a l'avaluació d'estudiants). Segons un portaveu del Ministeri d'Educació, els llibres de text i els materials d'aprenentatge de matemàtiques es revisen acuradament per evitar qualsevol estereotip sexista.

A Singapur, les noies tendeixen a tenir millor resultats que els nois. Segons dades governamentals, entre el 2005 i el 2020, les estudiants que es graduaven en ciències naturals, física i

matemàtiques eren més nombroses que els homes: ocupaven una mitjana del 62% dels llocs a les cerimònies d'entrega dels diplomes.

Però en entrar al mercat laboral, perden aquest avantatge. Segons Sierin Lim, professora agregada de bioenginyeria i autora de l'estudi de la NTU, el percentatge de dones en carreres de ciència i tecnologia és sorprenentment baix. L'estudi revela que gairebé la meitat de les graduades treballen en professions no relacionades amb els seus estudis. Segons dades del Ministeri de Treball, l'any 2020 les dones només representaven un terç de les persones empleades en les STEM.

Un dèficit de confiança

Cheng Chi-Ying, professora de psicologia a la Universitat de Direcció Empresarial a Singapur (SMU), estudia els nivells de confiança de les estudiants de grau en informàtica i sistemes d'informació. Els primers resultats de la seva investigació són alarmants: des del primer semestre, les estudiants mostren un dèficit de confiança en comparació amb els homes. I aquest dèficit augmenta a mesura que avança l'any.

Cheng Chi-Ying assenyala els estereotips de gènere. «La indústria conserva



La meitat de les dones formades en STEM exerceixen professions alienes als seus estudis

una imatge masculina del professional STEM ideal, apunta, per la qual cosa les dones han de treballar més per integrar-se.»

Aquestes pressions es manifesten de diverses maneres, que van des de l'excés d'autoafirmació fins a ocultar qualsevol emotivitat. Segons la profesora Cheng, «a les estudiants els costa conciliar la seva identitat professional i la seva identitat de gènere, i un cert nombre no ho aconsegueix».

Per a Georgette Tan, presidenta de United Women Singapore, una organització sense ànim de lucre que defensa la igualtat de gènere, tot comença amb l'adolescència. «Les noies ens expliquen que a casa els seus pares les animen menys que els seus germans a maldar per treballar en les STEM. Hi ha qui encara creu que aquestes feines no són aptes per a les dones, afegeix. Els estereotips no desapareixen fàcilment.»



© Sylvie Serprix per a El Correu de la UNESCO

Per posar-hi remei, United Women dirigeix des del 2014 un programa que ja ha acollit unes 26.000 adolescents d'entre 10 i 16 anys. «La nostra espe-

rança és que els pares entenguin que la seva filla pot excel·lir en STEM, aconseguir una bona feina i guanyar-se bé la vida», apunta Tan.

A l'escola, les noies són tan fortes com els nois segons un informe de la UNESCO

A l'inici de l'escolarització, els nois ho fan millor que les noies en matemàtiques, però després, la diferència es redueix, també als països més pobres. És el que demostra una publicació de l'Informe Mundial de Seguiment de l'Educació per a Tots de la UNESCO, presentat l'abril de 2022, que repassa totes les dades provinents d'escoles primàries i secundàries de 120 països.

La tendència és la mateixa a tot arreu: les noies recuperen el terreny perdut després d'uns anys passats a l'escola. En alguns països, la tendència fins i tot s'ha invertit. En el vuitè any d'escolarització, les noies van per davant dels nois en matemàtiques a Cambodja, el Congo, Malàisia o les Filipines.

No obstant això, els estereotips no desapareixen i, malgrat aquests bons resultats, no s'han aixecat tots els obstacles per permetre a les noies un accés igualitari a les oportunitats científiques. En efecte, encara que elles recuperin el seu retard a final de primària i a secundària, els nois continuen sobrerrepresentats entre els millors alumnes d'aquesta assignatura, en tots els països. D'altra banda, als països d'ingressos mitjans i alts, les noies tenen molt millors resultats a l'escola secundària, i, això i tot, tenen menys oportunitats per optar per carreres científiques.

Models inspiradors

Lluitar contra els prejudicis és un primer pas. Però també cal proposar models perquè les estudiants puguin projectar-se en carreres científiques o tècniques. «Les dones joves necessiten persones que les inspirin», confirma Tan.

Per això, l'any passat, la seva organització va afegir un component de mentoria al seu programa. El seu equip també organitza pràctiques en les empreses i prepara les dones per al món empresarial, formant-les en habilitats com la preparació de reunions. «Quan aquestes dones entren al mercat laboral, han de ser immediatament operatives, explica. Per tant, és fonamental preparar-les bé per a la seva primera feina.»

Per «reforçar la resiliència», la Universitat de Tecnologia de Nanyang també té previst posar les estudiants STEM en contacte amb mentors de la indústria i organitzar tallers per ensenyar habilitats no tècniques com la comunicació o l'autogestió.

Per la seva banda, el Ministeri d'Educació de Singapur es prepara per posar en marxa un programa de beques d'enginyeria i tecnologia, que ofereix als alumnes de final de secundària, que tenen una base sòlida en ciències i

Maryam Mirzakhani, primera guanyadora de la medalla Fields

Un sostre de vidre es va trencar el 2014 quan la matemàtica iraniana Maryam Mirzakhani va guanyar la medalla Fields, convertint-se en la primera dona i la primera iraniana a guanyar aquest prestigiós premi de matemàtiques.

Aquesta recompensa reconeixia les «contribucions excepcionals de Maryam Mirzakhani als camps de la geometria i els sistemes dinàmics, especialment en la comprensió de la simetria de les superfícies corbes, com ara les esferes, els tors i els objectes hiperbòlics».

Nascuda a Teheran (Iran) l'any 1977, Maryam Mirzakhani és temptada en un primer moment per l'escriptura, però finalment cedeix a una altra de les seves passions: les matemàtiques. A l'institut, és de les primeres iranians a classificar-se per a l'Olimpíada Internacional de Matemàtiques, on guanya dues medalles d'or. Després d'un màster a la Universitat de Tecnologia Sharif de Teheran, s'incorpora a

la Universitat Harvard als Estats Units el 2004, on es va doctorar, i el 2009 accedeix al lloc de professora de matemàtiques a la Universitat de Stanford (Califòrnia).

Avui, Maryam Mirzakhani és una icona per a les investigadores de tot el món. «Estic segura que moltes altres dones rebran aquest tipus de premis en els pròxims anys», va declarar el 2014. No obstant això, no veurà la segona entrega de la Medalla Fields a una dona, la ucraïnesa Maryna Viazovska, el 2022. En efecte, Maryam Mirzakhani va morir de càncer de mama el 2017, a 40 anys.

Descrita com una de les matemàtiques més grans de la seva generació, ha donat el seu nom a diversos premis, com ara el Maryam Mirzakhani New Frontiers Prize i el Premi Maryam Mirzakhani de Matemàtiques. La data del seu aniversari, el 12 de maig, també va ser escollida el 2019 per llançar una iniciativa mundial anual a favor de les dones matemàtiques.

matemàtiques, un accés precoç a una experiència en una empresa.

Un ventall de possibilitats

La manca de perspectives professionals per a aquelles a qui els agraden les matemàtiques pures – no aplicades – és un altre repte a afrontar per a les dones. «Et deien: "primer aconseguir el títol de grau, després ja ho veurem"», recorda Charmaine Sia, professora de matemàtiques a la Universitat de Nova York.

L'any 2006, aquesta singapuresa de 35 anys va descobrir que cap beca permetia preparar un doctorat en matemàtiques pures a l'estranger i després seguir una carrera localment. Tanmateix, afegeix la guanyadora del premi Alice T. Schafer de matemàtiques: «Qui s'hauria imaginat que les empreses de Wall Street lluitarien entre elles per contractar la totalitat dels graduats en matemàtiques i informàtica?»

Tot i això, els estudis de matemàtiques obren moltes portes als graduats, especialment en l'àmbit de les finances. Jaya Dass, directora general de Ranstad

Singapur, explica que la seva agència de contractació ha col·locat la meitat de les seves 15 candidates matemàtiques en els últims sis mesos. «Quan es graduen en matemàtiques, apunta, les dones comencen a adonar-se que hi ha maneres més sexys d'utilitzar-les.»

Aquests canvis de rumb s'estan produint des de fa dècades. Angeline Tan, directora dels serveis financers d'una

empresa de consultoria de Singapur de 54 anys, n'és un bon exemple. Titular d'una doble titulació de matemàtiques i física, va deixar la docència l'any 1995 per la càrrega horària. No era un problema de confiança, puntua, «perquè, al contrari, la meva facilitat amb els números em dona seguretat». Avui dia, és el sector tecnològic, amb els seus llocs de treball de moda en dades, programari i intel·ligència artificial, el que té el vent en popa.

Quant a Jamie Lim, té la intenció d'abraçar la carrera d'informàtica d'aquí a dos anys quan entri a la universitat. «Les oportunitats professionals són més evidents i podré seguir fent mates», comenta l'adolescent de 17 anys, estudiant de la NUS High School of Mathematics and Science, que va representar el seu país a les olimpíades regionals de matemàtiques i informàtica. Segura de les seves pròpies capacitats, lamenta que les dones qualificades deixin les professions relacionades amb les matemàtiques. «Si faig alguna cosa que realment m'agrada, no em rendiré tan fàcilment. Però, admet, és difícil de dir, ja que encara no hi soc.» ■



En els darrers anys s'han multiplicat les iniciatives per facilitar la transició de les dones cap a les STEM

República de Sud-àfrica: l'equació difícil de l'ensenyament de les matemàtiques

Els alumnes sud-africans tenen dificultats amb les matemàtiques. Tot i que el país té universitats de primer nivell, els seus mals resultats s'expliquen sobretot per la penúria de professors qualificats i pels efectes nocius de les antigues polítiques discriminatòries. Per invertir la tendència, els experts insisteixen a dir que cal reforçar l'ensenyament d'aquesta disciplina des dels primers cursos.

Les estadístiques confirmen el que la gent en el terreny ja sap des de fa dècades: els alumnes sud-africans són dolents en matemàtiques. Això és el que es desprèn de l'estudi *Tendències internacionals relatives als estudis de matemàtiques i ciències (Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS))* que data del 2019. A primària, Sud-àfrica arriba a les últimes posicions de la classificació que recull els resultats de 64 països. La situació no millora a l'escola secundària, on els alumnes de novè van obtenir la penúltima puntuació de 39 països. Més preocupant encara és que menys d'un terç dels estudiants d'últim any de secundària segueixen classes de matemàtiques i només la meitat d'ells aprova els exàmens, segons l'Institut Sud-africà dels Comptables Professionals de Midrand.

Aquests mals resultats són, abans que res, fruit de la història, explica el professor emèrit Jonathan Jansen, de la Universitat de Stellenbosch, situada a uns cinquanta quilòmetres de Ciutat del Cap. En efecte, durant l'apartheid, la llei sobre l'educació dels Bantus (Bantu Education Act) de 1953 es va traduir en una infraeducació de les persones de color. Hendrik Verwoerd, primer ministre del 1958 al 1966, no dubtava a

afirmar aleshores: «Quin sentit té ensenyar matemàtiques als nens bantús si no les poden utilitzar a la pràctica? És absolutament absurd. L'educació ha de formar els individus segons les possibilitats que la vida els ofereix i l'àmbit en què evolucionen.»

Gairebé 70 anys després, aquesta política, malgrat haver sigut abandonada amb la fi del règim d'apartheid, continua afectant de manera nociva el sistema educatiu. Els nens de les antigues escoles reservades als negres continuen obtenint mal resultats en matemàtiques, mentre que els alumnes de les antigues escoles reservades als blancs tenen uns resultats iguals als de les escoles americanes o europees. Però la política discriminatòria que es va dur

a terme durant anys no ho explica tot. «La història de tots els altres països de l'Àfrica austral és semblant, analitza el professor Jansen. Però quan es tracta de les capacitats en matemàtiques, ens quedem molt enrere.»

Falta de professorat qualificat

Sud-àfrica també pateix una penúria de professors qualificats. La feble atractivitat de les condicions laborals fa que la professió sigui l'últim recurs per a molts estudiants. Per fer front a la penúria, s'han posat en marxa cursos de formació d'un any per preparar els graduats per a la docència. Però, aquestes formacions tendeixen a ser víctimes del seu èxit. El doctor Jacques Verster va realitzar un estudi qualitatiu sobre un curs de postgrau seguit pels futurs professors d'una universitat de tecnologia del país. Va constatar que la universitat s'enfrontava a una afluència de demandes per aquest curs (el nombre d'estudiants es va doblar entre el 2014 i el 2015) i que s'esperava d'ella que «fes més amb menys».

L'altre problema és que degut a la poca motivació dels alumnes i dels professors (el curs l'imparteixen principalment al vespre professors a temps parcial), molts profes-



Els mals resultats dels alumnes sud-africans en matemàtiques són, abans que res, fruit de la història



▼ Una escola de la província de Cap Oriental, Sud-àfrica (2013), feta en el marc d'una campanya del moviment ciutadà Equal Education a favor d'una millora de les infraestructures escolars.

sors en pràctiques estan molt mal preparats després d'un any de formació. El Dr. Verster també assenyala la manca de formació permanent. «Atorguem diplomes als estudiants. I després deixem que s'espavilinsols», deplora.

Les conseqüències són que el nivell general dels professors de matemàtiques és molt insuficient. Faith Ngwenya, responsable de les normes a l'Institut Sud-africà dels experts comptables, parla sense embut per assenyalar llurs deficiències: «Els professors d'aquesta disciplina no estan ben formats. Ensenyen uns raonaments que ells mateixos són incapaços de demostrar.»

Desenvolupar l'aprenentatge precoc

Per al professor Jansen, la formació dels professors no és l'únic problema. Juntament amb altres companys experimentats, deplora que els darrers anys els esforços s'hagin centrat més en la secundària, especialment amb la implantació d'una assignatura optativa anomenada «cultura matemàtica», que no pas en l'ensenyament bàsic. Perquè els primers anys d'ensenyament són cru-

cial per a l'èxit posterior dels alumnes. «En matemàtiques ens basem en els coneixements adquirits prèviament», explica.

En efecte, els mals resultats obtinguts durant els cursos de primària tendeixen a penalitzar els alumnes al llarg de la carrera. «No cal dir que els infants que han anat al parvulari reïxen millor en matemàtiques que els que no hi han anat. I els mainatges de famílies amb capital cultural reïxen encara millor, diu. Si formeu part de la classe obrera pobra i la vostra llar, la vostra escola maternal i primària no funcionen a favor vostre, quedareu marginat.»

El llegat de l'apartheid no serà fàcil de superar, però no per això es rendeixen els experts. Hi ha molt en joc: les matemàtiques són unes capacitats cognitives essencials per a l'aprenentatge al segle XXI, explica la Sra. Ngwenya. Més enllà de manejar els números, es tracta d'aprendre a pensar de manera crítica, a comunicar-se, a col·laborar i a ser creatius. «Això no té res a veure amb l'aritmètica bàsica. Es tracta de ser capaç d'interpretar, analitzar i resoldre problemes.» Per al professor Jansen, també convé trencar l'espiral del fracàs. «No es

tracta només de capacitats, sinó també d'actitud. Els estudiants s'acostumen al fracàs permanent i acaben capitulant.»

Invertir des de la primària

Encara som a temps per actuar i evitar que la situació es perpetui i afecti la pròxima generació. «Si invertim en les capacitats bàsiques i els coneixements matemàtics des de la primària, els resultats seran molt millors a secundària», assegura el professor Jansen.

Algunes universitats ja estan contribuint en treballar amb les escoles més pobres per millorar els seus programes de matemàtiques. Però només una implicació a escala nacional permetrà arribar als 26.000 escoles públiques. «És possible, subratlla. Namíbia ho va fer als anys 90 quan disposava de menys recursos que nosaltres. La República de Sud-àfrica compta amb 26 universitats molt bones, set de les quals són de classe mundial. I no ho podríem aconseguir?»

Quan se li pregunta quina política cal posar en marxa, la seva resposta és sorprenentment senzilla: «Primer, necessitem un pla. I segon, els professors han de ser al centre d'aquest pla.» ■

Com s'aprenen les matemàtiques?

Autors: *Ivan González, Míriam Fernández, Maria Gilabert, Maria Josep Pascual, Anna Pla i Fàtima Rosiñol.*

Les matemàtiques són una ciència molt antiga que va sorgir de la necessitat de poder comptar tot allò que teníem a l'entorn i poder fer tractes. Actualment, és una matèria que s'introdueix als infants des de ben petits, i té una continuïtat al llarg de tota l'escolaritat i els estudis posteriors.

Aquesta ciència no només ensenya a manipular els nombres, sinó que el seu paper clau i fonamental és desenvolupar capacitats i competències que seran imprescindibles per a la vida quotidiana.

Les matemàtiques ens ajuden a desenvolupar la lògica, l'ordenació de processos, el raonament, la relació de diferents magnituds, així com la capacitat d'abstracció i el desenvolupament d'eines per resoldre problemes del dia a dia.

El fet de poder utilitzar situacions reals que són verificables, permet enfrontar l'alumnat a un món real i li facilita buscar respostes basades en les evidències o bé qüestionar-se el perquè de molts fenòmens.

És una ciència viva, aplicable al nostre entorn: des de fer la compra al supermercat, contractar una hipoteca o bé realitzar receptes de cuina. És important

transmetre a l'alumnat aquesta utilitat i aplicar els problemes a aquestes situacions, per tal de poder conscienciar-los de la seva importància. Tot plegat, sense oblidar que des de ben petits, no és necessari introduir fórmules i formalismes, sinó que aquestes s'han d'anar introduint mesura que el nivell maduratiu de l'alumne evoluciona.

Les matemàtiques es poden treballar des de moltes vessants i de manera molt transversal, ja que formen part de molts processos científics, tecnològics i socioeconòmics.

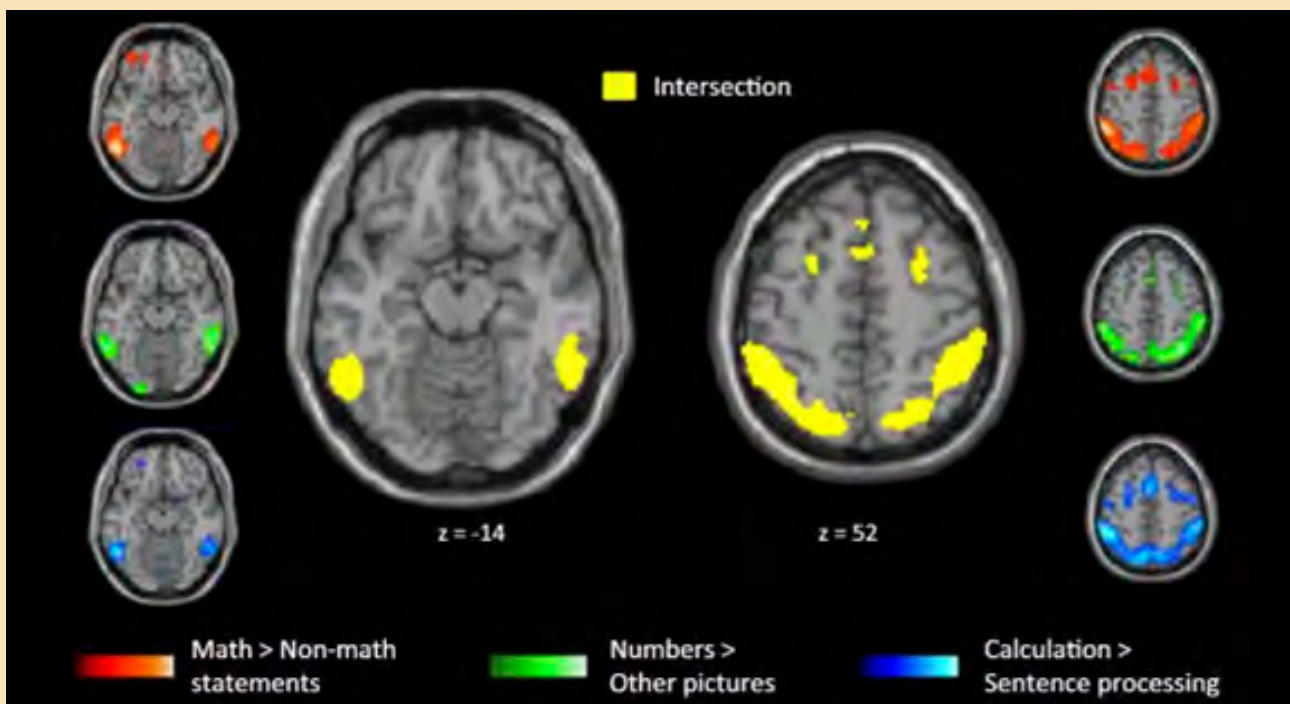
En aquest sentit, segons Bravo, L. (2016), per donar resposta als processos descrits, sorgeix la psicologia com a ciència autònoma, la qual va donar una orientació especial a l'ensenyament del càlcul matemàtic en investigar l'origen i evolució dels processos mentals infantils. Actualment, el seu coneixement s'ha enriquit amb les aportacions de la psicologia cognitiva i de les neurociències de l'educació.

Han estat clau les investigacions de Piaget i Inhelder (1941), autors que van poder demostrar fa més de 70 anys, com els infants desenvolupaven processos psi-

cològics de l'aprenentatge en les matemàtiques. Van associar l'aprenentatge operacional dels conceptes de quantitat, de número i de càlcul amb el desenvolupament mental dels processos metapsicològics i del llenguatge. D'altra banda, des del punt de vista cognitiu i pedagògic, van indicar que els conceptes de més transcendència per a l'aprenentatge inicial de les matemàtiques són la comprensió de les xifres o dels números, els conceptes d'unitat i pluralitat, addició i sostracció de l'ordenament quantitatiu i espacial, les proporcions i la seriació/seqüenciació.

Amb el desenvolupament de la neuropsicologia, especialment la neuropsicologia de l'educació (Goswami, 2004; Bravo, 2014), s'han descrit amb detall els processos neuropsicològics en el desenvolupament infantil del càlcul matemàtic, entenent com sorgeixen aquestes funcions cognitives complexes en edats precoces en la complexa arquitectura del sistema nerviós central.

Arstein (2014), des de la perspectiva de l'evolució humana i considerant la plasticitat cerebral, va considerar que els conceptes matemàtics són innats i que



Imatge 1. Els estudis sobre l'activació cerebral durant la realització de tasques numèriques en infants, han assenyalat la participació del lòbul parietal bilateral, el lòbul frontal, l'escorça prefrontal i la memòria de treball.

depenen de determinades àrees cerebrals associades amb el desenvolupament del llenguatge. També afegeix que, en el processament cerebral de la informació matemàtica, durant l'etapa inicial, es produeixen diferents nivells de complexitat. Aquests afecten en el reconeixement de les diferències quantitatives en les mesures, xifres i la seva associació mental. Això implica que hi ha una interacció de diferents àrees cerebrals.

A partir d'aquesta base innata, Fletcher (2009) considera que el procés d'aprendre, reescriu l'organització del cervell i les neurones que reben la informació visual i auditiva del medi ambient i que, a la vegada, modifiquen les seves connexions sinàptiques per processar i assimilar els aprenentatges. Així doncs, l'activitat educativa, determina la forma de com el cervell es desenvolupa i estableix noves connexions.

Finalment, els coneixements derivats de les neurociències, mostren que l'aprenentatge de les matemàtiques s'origina en un procés mental intuïtiu preverbal, al qual, l'experiència i l'educació, aporten una configuració lògica per verbalitzar-se en números, càlculs, axiomes o teoremes.

LES MATEMÀTIQUES I LA ROBÒTICA

És un fet habitual, dins de qualsevol aula, que gran part de l'alumnat tingui la percepció que les matemàtiques són complexes. L'origen d'aquesta visió tan equivocada sovint recau en un aprenentatge poc significatiu de la matèria i molt orientat a la mecanització dels processos matemàtics.

Buscar maneres atractives d'ensenyar les matemàtiques ha estat des de sempre un repte per als docents i, en aquest sentit, un dels grans avenços ha estat la incorporació de la metodologia STEAM a les aules.

Aquesta metodologia (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics) permet als alumnes aplicar els conceptes matemàtics treballats a classe d'una manera més atractiva i motivadora.

És sabut que els nens i les nenes tenen una gran creativitat i que és molt important treballar amb ella per tal de potenciar-la. A més a més, vivim en un món molt canviant i de futur incert que els exigirà estar preparats per abordar qualsevol tipus de repte. En aquest sentit, la inclusió de la robòtica als centres educatius, com a eix vertebrador de la metodologia STEAM, és una porta oberta a nous tipus d'aprenentatges que permetran a tots ells desenvolupar-se amb comoditat als desafiaments del demà.

El fet d'ensenyar als alumnes a posar en pràctica els coneixements matemàtics a través de la programació i la seva interacció amb el món fomenta el pensament estructurat, la resolució de problemes, la creativitat i l'autoaprenentatge. Serà molt important que aprenguin per ells mateixos que les matemàtiques es troben a quasi tot arreu, no només en la tecnologia o la ciència sinó també en la música i l'art.

Cal tenir en compte també que, amb la robòtica educativa s'acostuma a plan-tejar un treball basat en projectes, cosa que enriqueix de manera significativa l'ensenyament de qualsevol matèria i contribueix a fer que els estudiants es converteixin en els protagonistes del seu aprenentatge.

No hi ha cap dubte que l'element motivacional dels robots afavoreix que els alumnes s'impliquin enormement en els reptes proposats a l'aula i que aprenguin sense adonar-se'n. Quan el robot necessita interactuar amb el seu entorn, l'alumnat es veu obligat a mesurar, fer càlculs i resoldre problemes, tot desenvolupant així la seva competència en matemàtiques i en pensament computacional. A més a més, els infants i joves aprenen els uns dels altres, escoltant les opinions de tothom i debatent les idees

Bibliografia

- Bravo, L. (2016) *Rev. Investig. (Arequipa) ISSN versió electrònica 2309-6691 (2016), Vol. 7, 11-29.*
- Goswami, U. (2004). *Neuroscience and education. British Journal of Educational Psychology, 4, 1-14.*
- Ischebeck, A.; Zamarian, L.; Siedentopf, C. et al. (2006). *How specifically do we learn? Imaging the learning of multiplication and subtraction. NeuroImage, 30, 1365- 1375.*
- Piaget, J. e Inhelder, B. (1941). *Le développement des quantités physique chez l'enfant. De- lachaux et Niestlé. Neuchâtel: s/e.*

dels companys. Es poden veure millores notables en les aptituds i la implicació de tots els alumnes quan hi ha un robot com a eix motivador d'un projecte, involucrant de la mateixa manera a l'alumne més tímid i al més disruptiu.

L'objectiu estarà aconseguit si es pot veure als estudiants desenvolupar afinitat i entusiasme per les matemàtiques: a mesura que els seus robots es moguin per l'aula, començaran a veure aplicacions reals d'angles, distància i mesurament i comprendran el perquè estan aprenent aquests conceptes.

La idea principal de la robòtica educativa és treballar de manera interdisciplinària (no només en el camp científic-tecnològic sinó també en els de la lingüística i la creativitat) i exposar als estudiants a diferents tipus de coneixements, preparant-los així per afrontar de manera conscient els desenvolupaments tecnològics d'avui en dia i els que estan per arribar.

En definitiva, doncs, no es pot dir que hi hagi una única manera d'aprendre matemàtiques, però està clar que l'aplicació pràctica del coneixement matemàtic és imprescindible per a l'adquisició i l'assimilació de la competència matemàtica. En aquest sentit, per tant, la metodologia STEAM i la robòtica educativa ajudaran de ben segur a assolir aquest objectiu de manera divertida i efectiva a les noves generacions.

Des del Col·legi Sant Ermengol (Principat d'Andorra) es fomenta la metodologia STEAM en totes les etapes educatives amb l'objectiu d'assolir el perfil de sortida de l'alumne: investigador/a, coherent, emprenedor/a, creatiu/a, autònom/a, competent en l'ús de les tecnologies i amb sentit crític, amb garanties per afrontar el seu projecte de vida.

Bastir l'essència de la cultura: un sector resilient

Escrit per **Cristina Yáñez de Aldecoa**, professora de la Universitat d'Andorra.

La Conferència Mundial sobre Polítiques Culturals i Desenvolupament Sostenible és un Compromís de la UNESCO per **fomentar un diàleg inclusiu i de la pau sobre la cultura**, en tots els àmbits de la societat. La cultura i la sostenibilitat funcionen com a eines de cohesió i **la cultura i els seus valors intangibles han de ser motor i palanca de canvi per a la construcció de l'Agenda 2030**.

Des de fa dècades, la UNESCO dona suport a la cultura i a la defensa de la diversitat cultural com a dret inalienable dels pobles. Convida als seus estats membres a fer una reflexió sobre com han de ser les polítiques culturals, en un món en què a causa de les circumstàncies globals, la cultura ha quedat relegada a un segon pla.

Esdevé imprescindible pensar quines són les polítiques governamentals que caldria tirar endavant; unes polítiques valentes i estratègiques, que recullin les necessitats de la societat i que responguin a les inquietuds del sector cultural, per afavorir-ne els processos de creació dels seus professionals i que estimulin el consum cultural. En definitiva, generar un ecosistema favorable que empenyi i doni les garanties als diferents creadors i agents culturals per desenvolupar la seva activitat.

En aquesta visió estratègica de polítiques culturals renovades, sorgeix el concepte de "ciudadania cultural". El concepte de ciudadania moderna al món occidental és un producte de les revolucions de finals del segle XVIII i principis del XIX, derivats de l'il·luminisme i elaborats per J. Rousseau, que justifiquen els drets econòmics, socials i culturals, concebuts com a la base dels drets constitucionals universals. La primera referència a aquests drets la trobem en la "Declaració dels Drets de l'home i del ciutadà" del 1793, en què es fa referència no tan sols a l'obligació de l'estat de garantir els mitjans de subsistència a través del treball, sinó també el dret a l'educació universal. Aquests drets albiren el que serà, en segles posteriors, concretament al segle XX, l'anomenat estat del benestar que ha de venir a garantir aquests principis i drets. No serà, però fins a la "**Declaració**

Universal dels Drets Humans"¹, adoptada i proclamada per l'Assemblea General de les Nacions Unides, el 10 de desembre de 1948, que **sorgeix la cultura com a dret**. Aquesta Declaració incorpora els drets culturals, fins al punt que a finals del 1980 els termes "cultura i política" queden imbricats donant peu al naixement del terme: "ciudadania cultural". Conseqüentment, la concepció centreeuropea de la política cultural és un llegat del despotisme il·lustrat i la seva gestió directa de les principals institucions culturals.

Article 22: « Tota persona, com a membre de la societat, té dret a la seguretat social i a obtenir, mitjançant l'esforç nacional i la cooperació internacional, segons l'organització i els recursos de cada país, la satisfacció dels drets econòmics, socials i culturals indispensables per a la seva dignitat i el lliure desenvolupament de la seva personalitat. » Declaració Universal dels Drets Humans

Per entendre l'esfera de l'acció política, amb la globalització i tenint en compte els contextos canvians, esdevé necessari no tan sols considerar els contextos culturals diferenciats, sinó que també cal incloure l'evolució de la societat dins les polítiques culturals. **L'emergència dels nous conceptes de cultura i desenvolupament sostenen la idea que la globalització tendeix a culturitzar l'economia i la política.** Per tant, cal analitzar l'impacte de la cultura sobre l'economia i el desenvolupament, per entendre la cultura, no només com a un dret, sinó com un bé públic (Bonet i González-Piñero, 2022; Yudice, 2019).

La covid-19 va comportar un canvi de prioritats en què **les inversions en cultura van quedar relegades**; ràpidament, tots els beneficis que la cultura havia aportat a la societat durant el confinament van passar a ser secundaris. **La tendència a la baixa en inversió pública en cultura hauria de poder revertir-se**, el que suposaria un canvi de prioritats i una **reformulació de les polítiques per posar en valor la cultura com a un bé públic cabdal**.

Aquest descens en la inversió pública va agreujar la vulnerabilitat econòmica i social dels artistes i professionals de la cultura. Segons dades de la UNESCO, s'estima que el 2020 es van perdre 10 milions de llocs de

treball a les indústries culturals i creatives. **La crisi va evidenciar encara més les carencies i la precarietat del sector i va engrandir l'escletxa en l'accés digital i en un accés desigual als continguts culturals.** Tot i que la globalització ha aportat una multiplicitat de canals de creació, de consum i espais per compartir per als ciutadans, l'absència d'un marc regulador ha deixat desprotegits als artistes i les seves obres. Esdevé necessari la regulació dels drets d'autor, garantir la llibertat d'expressió, la seguretat en línia i els nous models de monetització, no sempre justos per als creadors.

En un moment postpandèmia **esdevé imprescindible la reconstrucció del teixit cultural i social, pel seu creixent pes econòmic.** Les activitats i les indústries culturals no tan sols impulsen el creixement, sinó que a més contribueixen a diversificar les economies nacionals, creen llocs de treball i generen ingressos. L'informe mundial de la UNESCO del 2022 "Repensar les polítiques en favor de la creativitat"², expressa la urgència de mitigar aquestes vulnerabilitats del sector cultural, agreujades per la crisi de la pandèmia, però també la necessitat d'aprofitar la fortalesa del sector per contribuir als Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS), fixats per a l'any 2030. Aquest informe examina les dades a escala mundial, regional i nacional i espe-

cifica que el 6,2% de tots els treballadors en l'àmbit mundial, operen en els sectors cultural i creatiu, la qual cosa representa una contribució de la cultura del 3,1% al PIB mundial.³

Els productes i serveis generats per a **les activitats i indústries culturals són un potent vector del desenvolupament econòmic, social i cultural**, fet que suposa una font de valor afegit que va més enllà de la seva capacitat per generar llocs de treball i ingressos. S'afavoreix així un ecosistema creatiu que propicia l'expressió cultural i creativa, així com l'emprenedoria en un sector propens a invertir en talent, un intangible que suposa assumir riscos financers. L'aposta dels creadors i artistes facilita una diversificació de l'oferta cultural, on té cabuda qualsevol expressió cultural. La interacció dels diferents agents afavoreix unes sinergies que contribueixen a diversificar les creacions i, així doncs, les opcions de consum cultural. La riquesa cultural, àmplia i diversa, i la solidesa del sector, **són un baròmetre per mostrar el grau en què les infraestructures i les polítiques culturals existents faciliten la creativitat, la innovació i l'emprenedoria empresarial cultural**.

Finalment, podem veure com la dimensió econòmica dels Indicadors UNESCO de cultura per al desenvolupament (IUCD) estan vinculats concretament amb l'ODM 1 (Objectius per al Desenvolupament del Mil·lenni⁴), que persegueix la meta d'aconseguir ocupació plena i productiva i treball decent per a tots, dones i joves inclosos. Els IUCD intenten demostrar i posar en relleu el potencial de la cultura com a motor del desenvolupament econòmic susceptible de generar ingressos i crear llocs de treball.

L'actual Societat de la Informació i la Comunicació (SIC) viu un procés accelerat fruit de la interacció de tres factors claus, tecnològics, socials i polítics (Bonet i Negrier, 2018; Bonet i González-Piñeiro, 2022). En conseqüència, **cal reinventar-se, innovar i establir nous reptes per a la gestió cultural**. Cada cop és més necessari formar-se en l'obtenció i el desenvolupament de les competències digitals, per tal d'assolir una ciutadania responsable i capaç en ple segle XXI. Aquest és un procés gradual que suposa grans reptes per a les institucions educatives, però ara per a les organitzacions culturals, que han d'impulsar escenaris diversos i acollir propostes més interdisciplinàries, capaces de connectar amb unes audiències cada vegada més segmentades

i amb uns mercats més internacionalitzats i competitius. En aquest escenari, incert i canviant, cal identificar les necessitats del sector, així com analitzar de manera quirúrgica els hàbits de consum i els interessos dels diferents públics.

La digitalització i les noves tendències del mercat, juntament amb els gustos canvians del públic, provoquen un canvi en els models de negoci i d'organització. Per adaptar-se a aquest nou paradigma caldrà transformar les indústries creatives i crear nous productes. Malauradament, la innovació no implica necessàriament una equitat més gran en l'accés a la cultura, o un major respecte per la diversitat cultural. Per tant, **l'aposta implica fomentar unes polítiques que afavoreixin escenaris diversos i inclusius que generin una cultura que aporti valors a la comunitat on s'insereix**.

Internet i les xarxes socials amplien els canals i les maneres en com connectar amb els diferents públics, una moneda de doble cara, ja que sorgeix el dubte de si aquest espai creat pels nous mitjans digitals i les xarxes socials pot funcionar com una veritable esfera de pensament i acció col·lectiva i, alhora, ser capaç de generar un impacte real en la política en un moment de desconfiança cap als mitjans tradicionals, que per a un sector de la població han deixat de ser un referent.

La cultura posseeix el poder del canvi transformador necessari per assolir els ODS, ja que per definició, la cultura forma

part d'ésser humà, de les seves creences, conviccions i dels seus valors, base sobre la qual es construeix la resta. Tot i això, **l'Agenda 2030 no incorpora directament un objectiu dedicat a la cultura**, encara que sí que hi és present en altres ODS de manera transversal, i concretament a l'ODS 17, que fomenta les aliances inclusives de sectors, com el cultural. Per tal que els ODS i l'Agenda 2030 siguin una realitat, esdevé imprescindible incorporar l'àmbit de la cultura i les humanitats amb el compromís d'un ampli nombre d'actors. Com esmenta l'informe REDES (Martinell i González-Haro, 2021, p. 15): "malgrat la cultura no ser un ODS per ella mateixa, el marc de treball dels ODS suposa una gran oportunitat, atès que li permet repensar la seva relació amb les audiències, analitzar el consum i identificar-ne nous públics potencials, i finalment, desenvolupar polítiques inclusives i transformadores, alhora que gràcies a la innovació, la recerca i el coneixement, generar una nova oferta i uns serveis".

En conclusió, **és clau que la cultura esdevingui un bé d'accés universal**, per la qual cosa, és cabdal que els governs i les organitzacions mundials garanteixin espais per a la llibertat de creació i expressió, on la censura, les interferències o les pressions polítiques no hi tinguin cabuda. Conseqüentment, cal desplegar les eines i posar els recursos a l'abast per garantir un accés global, no discriminatori per a tota la població, que alhora afavoreixi un ecosistema legal i econòmic que beneficiï i incentivi la creació i la gestió cultural.

¹ Declaració Universal dels Drets Humans, https://www.ohchr.org/sites/default/files/UDHR/Documents/UDHR_Translations/cln.pdf

² Repensar les polítiques en favor de la creativitat. La culture, un bien public mondial <https://www.unesco.org/reports/reshaping-creativity/2022/fr>

³ Dades extretes de: Indicadores UNESCO de cultura para el desenvolupament https://es.unesco.org/creativity/sites/creativity/files/iucd_manual_metodologico_1.pdf

⁴ Objectius de desenvolupament del mil·lenni (ODM), basats en l'edició 2015 dels Indicadors del desenvolupament mundial a <https://blogs.worldbank.org/es/pendata/odm-avance-desigual-en-la-reduccion-de-la-pobreza-extrema-el-hambre-y-la-malnutricion>

Bibliografia

Bonet, L. i Négrier, E. (2018). *The participative turn in cultural policy: Paradigms, models, contexts*. *Poetics*, 66(1): 64-73.

Bonet, L. i González-Piñeiro, M. (2022). *La innovación en la gestión de la cultura. Reflexiones y experiencias*. *UBe Economía y empresa*. <https://evemuseografia.com/wp-content/uploads/2022/08/9788491687504-Creative-Commons-1.pdf>

Martinell, A. (coord.) (2022). *Cultura y Desarrollo Sostenible. Aportaciones al debate sobre la dimensión cultural de la Agenda 2030, Red Española para el Desarrollo Sostenible (REDS /SDSN-Spain)*, Madrid. https://reds-sdsn.es/wp-content/uploads/2020/04/REDS_Cultura-y-desarrollo-sostenible-2020.pdf

Yudice, G. A. (2019). *Políticas culturales y ciudadanía. Sección temática: Estudios Culturais*. *Educ. Real*. 44 (4) <https://doi.org/10.1590/2175-623689221>

Oasis marroquins :



En Mustapha és responsable de la distribució d'aigua a l'oasi de Tighmert, gener de 2021.

a l'altra banda

del miratge



Figura en ascens de la fotografia marroquina, Seif Kousmate documenta en el seu projecte Waha (oasi en àrab) la vida als oasis del sud del Marroc, tal com és avui, lluny dels tòpics i de les representacions fantasioses vehiculades des de fa temps per la ficció i les històries de viatges.

Per fer veure la degradació d'aquests fràgils ecosistemes, aquest antic enginyer no s'acontenta amb ensenyar-ho. Utilitza les possibilitats plàstiques de la fotografia per materialitzar els mals que estan gangrenant aquests illots de vida. Algunes de les seves fotos estan cremades, corroïdes amb àcid, establint un vincle sorprenent entre el suport de la imatge i el seu tema: els oasis, víctimes de l'agricultura intensiva i del canvi climàtic, són pastura de la sequera i de l'ensorrament.

En efecte, en el termini d'una generació, els territoris dels oasis han canviat de fesomia: els palmerars han deixat pas a una vegetació pelada, els sòls s'han esquerdat sota l'efecte de la manca d'aigua, posant en perill l'extraordinària biodiversitat d'aquestes terres on encara viuen més de dos milions d'habitants i la majoria de les espècies animals del Marroc. L'obra de Seif Kousmate mostra la bellesa d'aquest món fràgil que encara podem salvar. «Mentre quedi vida en aquests llocs encara, assegura, hi ha esperança de preservar-los.» ■

1. Des de l'any 2000, els oasis del sud del Marroc formen part de la xarxa mundial de les reserves de la biosfera de la UNESCO.

A la dreta, a dalt: Ahmed recull algues per facilitar l'arribada de l'aigua al sistema de reg de l'oasi de Tighmert, setembre de 2020.

A sota : Oasis d'Akka, febrer de 2021.



A la dreta, a baix: Hassan (a l'esquerra) i Abderrahman són dos germans que viuen a l'oasi de Tighmert. Després de la mort del seu pare el 2013, Hassan va deixar l'escola per tenir cura de la seva família. Abderrahman, el més jove, no pot imaginar el seu futur a l'oasi, setembre del 2020.





A sobre: Poema compost per Ibrahim Rajaea, habitant de l'oasi de Tighmert. Diu el patiment dels habitants i la deterioració del lloc, setembre del 2020.



A l'esquerra: Oasi d'Akka, febrer de 2021.

A la dreta: Detall de les mans de Zayna, oasi d'Akka, febrer de 2021.



La tècnica del regadiu als oasis preveu compartir el recurs entre els regants. Aquí és el torn de la Saïdia amb el seu nebot Nourdine per regar els seus cultius, Tata, setembre de 2020.





Ali és un dels últims artesans de l'oasi d'Akka que practica la construcció tradicional amb fang, febrer de 2021.



Alifal neteja un canal de reg a l'oasi de Tighmert, setembre de 2020.



Retrat d'Ilyas, oasi d'Aguinane, febrer de 2021.







© Museum of London / Henry Grant Collection

▼ Versió londinenca d'El quatre-cents cops, 1967.

Professora associada de l'Institut Telethon Kids i de l'Escola de la Població i de la Salut Mundial de la Universitat d'Austràlia Occidental, dirigeix el programa de recerca PLAYCE que té com a objectiu millorar l'activitat física, la salut i el benestar dels nens.

L'activitat a l'aire lliure, un joc de nens

Ja se sap, les activitats físiques a l'exterior contribueixen a la salut física i mental dels nens. Tot i això, els joves dediquen cada cop menys temps al joc a l'aire lliure. El creixement de les ciutats i del trànsit, l'omnipresència de les pantalles i la sobreprotecció dels pares en part expliquen aquest fenomen.

N'hi ha prou amb donar una ullada a les fotografies fetes a la ciutat durant la primera meitat del segle XX per adonar-se que els nens hi ocupen un lloc important. Els veiem portant càrregues, anant a l'escola amb la motxilla a l'esquena, fent navegar vaixells de paper per les canaletes de París, o jugant amb l'aigua de les boques d'incendis a Nova York, sense l'ombra d'un adult. Seria difícil trobar fotos així avui dia. I per una bona raó: la presència de nens petits jugant, caminant o anant amb bicicleta sols pels carrers s'ha fet més escassa.

Durant les últimes generacions, en efecte, hem vist com s'han reduït significativament el joc a l'aire lliure i la mobilitat autònoma dels nens. Aquesta disminució és el primer indicatiu de la baixada del nivell de l'activitat física – aquests dos aspectes estan inextricablement relacionats perquè l'activitat física està determinada en gran manera pel temps que un nen passa a l'exterior.

Segons l'Organització Mundial de la Salut, els nens d'entre un i cinc anys haurien de dedicar almenys tres hores diàries a activitats físiques. Quan

tenen entre 5 i 17 anys, haurien de fer almenys una hora d'activitat física cada dia. Però, segons un estudi recent que cobreix 29 països, els nens de 3 a 12 anys dediquen una mitjana de 60 a 165 minuts al dia al joc a l'aire lliure.

L'estudi Global Matrix publicat l'octubre de 2022 fa la mateixa constatació. L'Aliança mundial sobre l'activitat dels nens (Active Healthy Kids Global Alliance) va passar pel sedàs el nivell d'activitat física dels nens a 57 països d'arreu del món. Resultat: a tot arreu, és clarament insuficient.

Unes activitats imprescindibles per créixer

Coneixent la importància d'aquestes activitats a l'aire lliure per a la salut i el desenvolupament dels infants, tenim motius per preocupar-nos. La noció de joc és tan essencial per a un nen que el dret a jugar està inscrit a la Convenció sobre els drets de l'infant de les Nacions Unides. El joc a l'aire lliure té la particularitat que implica una activitat lliurement escollida, espontània, autònoma i lúdica. Afavoreix el desenvolupament socioemocional, cognitiu i físic dels infants.

També és bo per a la salut. Els nens que practiquen una activitat física tenen un risc reduït de desenvolupar malalties cròniques com l'obesitat, les malalties cardiovasculars i la diabetis. També mostren una millor salut mental, unes funcions cognitives i executives millorades i un benestar general més important. Si s'aprenen d'hora, els bons hàbits tenen moltes possibilitats d'instal·lar-se durablement. A la inversa, les conductes sedentàries adoptades durant la infància, així com el sobrepès i l'obesitat, tendeixen a persistir fins a l'edat adulta. Jugar diàriament a l'aire lliure també ajuda a desenvolupar habilitats motrius fonamentals com córrer, saltar a peu coix, saltar a corda i saltar, que són imprescindibles perquè els nens puguin desplaçar-se amb confiança durant tota la vida.

També són una oportunitat perquè el nen interactuï amb la família, els companys i altres membres de la comunitat. Ajuden l'infant a desenvolupar aptituds socials com la sociabilitat, la gestió del risc i la creativitat, així com la independència i la capacitat d'autodeterminació – competències essencials en la vida quotidiana – i a orientar-se i descobrir el seu entorn.



Algunes investigacions també mostren que l'atenció i la concentració dels nens a l'aula són millors després de períodes de joc a l'aire lliure. Els jocs a l'aire lliure actius augmenten la irrigació sanguínia del cervell, la qual cosa afavoreix la reflexió.

Els jocs pràctics «a la natura» presenten virtuts addicionals. Estimulen l'exploració, la imaginació i la interacció amb les persones, les plantes i els animals, i ajuden a desenvolupar comportaments respectuosos amb la natura.

Fins i tot els jocs anomenats «de risc», que impliquen velocitat, ús d'eines o que tenen lloc a prop de l'aigua o el foc, tenen el seu paper en el desenvolupament de l'infant perquè permeten aprendre a conviure amb el risc i a controlar-lo. Però cada cop estan més restringits per les normes socials que exigeixen que es vigilin els fills, perquè si no ho fan, els pares poden ser considerats negligents. Els mateixos pares han integrat aquesta norma social, i perceben l'exterior com un entorn potencialment perillós.

Dins de la llar, els pares actuen com a guardians que decideixen o obstaculitzen el joc a l'aire lliure pels nens. Molts creuen que no és segur que els seus fills juguin a l'exterior, ja sigui pels riscos relacionats amb el trànsit, o per por que el seu fill sigui segrestat, tot i que segons l'Oficina de les Nacions Unides contra la droga i el crim, les estadístiques en aquest àmbit són estables. Les xarxes socials sovint alimenten aquestes pors, creant societats contràries al risc. La investigació ha confirmat un augment gradual de la supervisió parental i dels comportaments de sobreprotecció dels nens.

Una urbanització galopant

La societat moderna és un dels majors obstacles per al joc a l'aire lliure. Els nostres dies són cada cop més restringits i deixen poc temps per a unes activitats improvisades a l'aire lliure amb els nens, en un context marcat, a més, per l'omnipresència de les pantalles que magnetitzen els adolescents.

La urbanització galopant és un altre factor limitant. Al món, més de mil milions de nens viuen en un entorn urbà, i el 70% de la població mundial viurà a

“ Unes investigacions mostren que l'atenció i la concentració dels nens a l'aula són millors després de períodes de joc a l'aire lliure

les ciutats d'aquí al 2050. Aquest fenomen provoca un augment del trànsit, de la contaminació atmosfèrica i dels efectes d'illa de calor a les ciutats, alhora que redueix els espais verds naturals i la biodiversitat. Tot això té unes conseqüències negatives per a les possibilitats de joc a l'aire lliure dels nens.

Garantir el dret dels infants a jugar a l'aire lliure

Els nens jugaran més a l'exterior si els seus pares i responsables es mostren favorables a l'activitat física, especialment a l'aire lliure, a la natura. Per tant, una de les accions concretes que les famílies es poden plantejar és assegurar-se que es preveu un temps per jugar en família, sobretot els caps de setmana.

És més fàcil oferir als nens oportunitats de jugar a l'aire lliure quan l'entorn social, físic i polític ho permet. Hem de promoure un entorn favorable als nens i a les famílies perquè el joc a l'aire lliure sigui una experiència accessible, segura i agradable. L'enfortiment del paper social del veïnatge i del sentiment de pertinença a la comunitat pot ajudar a atenuar algunes de les preocupacions dels pares quant a la seguretat del seu barri. També podem resistir la hiperparentalitat ensenyant com pot perjudicar els nens, privant-los d'una activitat essencial per al seu desenvolupament.

Els nens han de tenir accés a espais verds i parcs propers segurs, equipats amb instal·lacions adaptades a la seva edat i les seves necessitats. Limitar el volum i la velocitat del trànsit de cotxes, crear camins i carrils bici interconnectats són altres iniciatives per acostumar els més joves a fer sortides actives. Per als nens, el pati de casa i els espais propers segurs i accessibles – com ara la part davantera de la casa, els camins de vianant adjacents i els vorals – també són uns espais de joc exteriors essencials.

No hi ha una solució única per frenar el declivi del joc a l'aire lliure. És un problema que hem de tractar a tots els nivells – pares i fills, barri, entorn material i polític, fins a l'àmbit de la societat.

Les veus dels nens són les que més comptem, especialment les dels nens desfavorits. És la nostra responsabilitat protegir el dret de tots els nens a jugar a l'aire lliure cada dia. Hem d'escoltar els seus desitjos en matèria de joc a l'aire lliure per eliminar els obstacles que els impedeixen sortir i fer el que millor saben, que és jugar! ■

“ És més fàcil oferir als nens oportunitats de jugar a l'aire lliure quan l'entorn social, físic i polític ho permet

▼ Tres gàbies, mural, creat per l'artista francès Seth a Amman (Jordània) l'any 2021.



Vinciane Despret :

« La lluita contra el retrocés de les espècies ha de mobilitzar passions alegres »



© Valentin Bianchi / Hans Lucas

Filòsofa i psicòloga, professora a la Universitat de Lieja i a la Universitat Lliure de Brussel·les (Bèlgica), Vinciane Despret qüestiona amb impertinència la nostra relació amb els animals en obres com *Quand le loup habitera avec l'agneau* (Quan el llop visqui amb el xai), *Penser comme un rat* (Pensar com una rata) o *Habiter en oiseau* (Viure com un ocell). Mitjançant una observació fina dels comportaments animals, busca canviar la nostra visió de les espècies, fins i tot a través de la ficció com en el seu darrer llibre, *Autobiographie d'un poulpe* (Autobiografia d'un pop).

Durant segles, la tradició filosòfica occidental va defensar la superioritat de l'home en relació amb els animals. Quan va començar a evolucionar aquesta concepció?

La filosofia francesa està dominada per una concepció segons la qual els animals no tenen ànima i per la idea que l'humà és excepcional. Aquesta concepció ha determinat sobre mesura el nostre comportament envers els animals, ja sigui la manera com els mengem, els empresonem o els constrenyem. Es reflecteix en l'estructura mateixa de la llengua. Quan parlem dels animals, tendim a utilitzar fórmules sintàctiques que en fan uns éssers passius. Diem que estan determinats, que són dominats per les seves hormones, els seus impulsos, per factors biològics o ecològics. De fet, en el seu llibre *Melodia - Crònica d'una passió*, l'autor d'origen japonès Akira Mizubayashi reflexiona sobre quines paraules ha d'utilitzar per parlar de la seva gossa, quan s'expressa en una llengua, la de Descartes, que es va forjar contra els animals.

Pel que fa a la tradició conductista anglosaxona, va tenir com a efecte mecanitzar els animals. Això és especialment evident en els experiments realitzats amb rates. Quan s'estudia l'aprenentatge amb aquest animal, no es busca determinar les seves habilitats específiques sinó produir un tipus d'aprenentatge típicament humà. Una rata solta en un laberint actua com un alumne que aprèn una lliçó de memòria, perquè té prohibit fer servir els seus propis mètodes, que consisteixen a deixar olors en determinats llocs, per orientar-se. La mecanització dels animals produïda pel conductisme va tenir conseqüències importants



© J.F. Sprigo, cortesia de Camera Obscura Paris Gallery

▼ *Cel d'Oostende* (Bèlgica), per l'artista belga Jean-François Sprigo.

“

La visió de l'animal màquina no es va començar a qüestionar fins a principis dels anys noranta

perquè els seus mètodes poden convertir un animal intel·ligent en una joguina mecànica si només fem que mogui palanques.

Aquesta visió de l'animal màquina no es va començar a qüestionar fins a principis dels anys noranta, sobretot gràcies al filòsof Jacques Derrida. En el seu llibre *L'Animal que donc je suis*, (*L'animal que, per tant, soc*), estigmatitza la manca de curiositat que demostra la filosofia respecte als animals.

Denuncia el que ell anomena un «desconeixement interressat», que va portar els filòsofs a produir discursos sobre



els animals sense intentar realment conèixer-los. Sense aquest desconeixement, les relacions que mantenim amb ells haurien estat ben diferents.

El seu treball sobre els animals, que avui gaudeix d'un ampli reconeixement, va ser rebut al principi amb un cert escepticisme. Com s'explica aquesta desconfiança per part de la comunitat científica?

Els animals són uns objectes problemàtics per a les ciències humanes. L'antropòleg Albert Piette va demostrar que l'estudi del fet religiós i l'estudi dels animals, per allunyats que estiguin aquests temes, presenten les mateixes dificultats per als qui ho escullen com a tema d'investigació. De fet, si us preneu seriosament el fet que Déu existeix, esteu fent teologia. Si no us interessa Déu, sinó la seva representació, esteu fent sociologia. L'estudi dels animals planteja un problema similar: o bé parleu dels animals com a tals i els vostres treballs pertanyen a la ciència – a la zoologia o a la ciència veterinària, per exemple –, o bé considereu la seva dimensió simbòlica en un àmbit social o cultural. Alguns dels meus treballs van ser rebuts amb recel perquè jo volia treballar en l'àmbit filosòfic, però sobre animals reals i no sobre la seva representació. Cal subratllar que, la majoria de les vegades, són les dones les que han explorat els temes problemàtics perquè no les atreïen els objectes nobles com ara les qüestions de l'animalitat o del fet religiós. Sent elles mateixes en una forma de marginalitat, disposaven d'un marge de maniobra més important.

Des de fa uns anys, estem descobrint que els animals tenen habilitats que mai no ens hauríem esperat. Quines conseqüències poden tenir aquests descobriments?

És més interessant considerar els animals com a actors perquè ens permet entrar en un marc conceptual diferent, que deixa espai a la intencionalitat. Els fenòmens observats poden donar lloc a noves interpretacions. Si considereu els animals com a uns éssers impulsats només per la necessitat de sobreviure i reproduir-se, esteu deixant de banda tota una panòpia d'habilitats socials i cognitives que fan servir.

Això sobretot passa perquè molts comportaments animals són extremadament discrets. Per exemple, vaig tenir l'oportunitat d'observar el tordenc d'Aràbia, un ocell que viu al desert. Si un d'ells –mascle o femella– decideix tenir una relació d'aparellament amb un altre, el grup no ho pot saber perquè en principi només es reproduïen el mascle i la femella alfa. Per tant, per aconseguir els seus objectius, el tordenc ha de desplegar una estratègia molt elaborada que consisteix a agafar un bri de palla i apuntar-lo molt lleugerament en direcció a la parella potencial perquè s'iniciï una conversa entre ells. Però no descobrireu mai aquesta relació

si no us imagineu que els ocells puguin ser capaços d'aquest comportament.

La gran primatòloga Thelma Rowell, que va renovar els nostres coneixements sobre els babuïns, va qüestionar el nostre interès pels micos i les seves capacitats cognitives. Es va plantejar el següent: és perquè són els nostres cosins més propers que hem fet preguntes interessants als micos i hem volgut destacar la seva intel·ligència? A la inversa, generalment pensem que les ovelles són estúpides, però això potser és simplement perquè no hem intentat qüestionar la seva intel·ligència. Els bons científics avancen formulant diverses hipòtesis.

En el seu darrer llibre, Autobiografia d'un pop, pren el camí de la ficció imaginant-se que els uombats, les aranyes i els pops ens envien missatges codificats. Per a vostè, la ficció és una manera d'anar més enllà amb la seva reflexió?

Associo la ficció amb el joc. I el joc és el que emancipa les coses del seu ésser. El meu bolígraf es pot convertir en una espasa, la meua gossa en un cavall, un tros de paper en un avió. Amb la ficció, s'esdevé possible alliberar-se de determinades limitacions de la realitat i fer-les actuar d'una altra manera, emancipar unes possibilitats que formiguejaven sota la superfície i que no veïem.

La ficció també permet anar més enllà i explorar situacions que encara no han passat. Fa uns vint anys, els científics rebutjaven totalment la idea d'una cultura animal amb l'argument que només podia ser una realitat humana. Avui, amb perspectiva, ens preguntem com hem pogut ser tan ximplers. De la mateixa manera, ningú creia en la possibilitat

d'un ús semàntic i sintàctic del llenguatge per part dels ocells. Ens pensàvem que feien servir onomatopeies emocionals i descartàvem que hi pogués haver paraules per designar un depredador o un altre. El llenguatge només podia ser humà. Amb això també podríem riure del nostre desconeixement.

La ficció és una manera, per a mi, d'imaginar de què ens riurem d'aquí a cinquanta anys. A través d'aquests relats d'anticipació relacionats amb el uombat o el pop, he intentat donar una mica més d'intencionalitat a aquests animals. Potser la ciència no anirà en aquesta la direcció, però en tot cas és una manera d'obrir possibilitats. També és una manera d'anticipar-nos a les rialles que provocarà el nostre desconeixement actual, no per escapar-nos-en sinó per dir que som conscients que algun dia algú es riurà dels nostres errors actuals.

Any rere any, els informes científics relaten la trista crònica de la disminució de les espècies. Per què ens mantenim insensibles a la seva desaparició?

Aquestes desaparicions no ens afecten corporalment perquè estem tan urbanitzats que ja no tenim massa contacte



Parlar de les extincions amb xifres és útil, però insuficient perquè les xifres no ens afecten



© J.F. Spricigo, cortesia de Camera Obscura Paris Gallery

▼ *Mico, Roma (Itàlia), de Jean-François Spricigo.*

amb el món viu. Per exemple, ens hem adonat que, des de fa uns anys, els parabrises dels nostres cotxes ja no estan coberts d'insectes, però no hem entès el que això implica. No ho hem relacionat amb altres fenòmens.

Com ho va demostrar molt bé el filòsof i sociòleg Bruno Latour, el que li manca a la nova classe ecològica són els afectes. Històricament, l'esquerra s'ha recolzat sobre uns afectes d'emancipació, de justícia i de progrés, que van ser, tots, vectors de mobilització. La dreta també ha sabut desenvolupar afectes vinculats a les idees de valors i grandesa. Però quins són els de la classe ecologista, la que ha de lluitar contra l'antropocè?

Un determinat nombre d'investigadors estan treballant, avui en dia, per respondre a aquesta pregunta. El filòsof del medi ambient australià Glenn Albrecht, per exemple, va crear el concepte de solastàlgia. Es tracta de descriure el patiment que provoca el fet de deixar de reconèixer el lloc on s'ha vis-

cut, perquè ha quedat massa malmès. És un efecte potent. Investigadors joves, com la historiadora de l'art Estelle Zhong o el filòsof Baptiste Morizot, estan buscant, en caixes d'eines afectives, elements que ens sintonitzin millor amb l'estat del món. La dificultat és que s'ha d'anar més enllà de les passions tristes, que ens paralitzen, i també poder identificar les passions alegres.

En el seu llibre *Esperança dins la foscor*, l'escriptora nord-americana Rebecca Solnit ens encoratja a reanimar la memòria de les lluites passades per evitar cedir al desànim. Tendim a oblidar que moltes victòries es van aconseguir gràcies a les lluites. ■

Les glaceres al capdavant del canvi climàtic

Presents a gairebé tots els continents, les glaceres proporcionen gran part de l'aigua dolça que consumim. Però avui en dia, aquest recurs imprescindible està amenaçat. Les glaceres dels llocs del patrimoni mundial de la UNESCO s'estan retirant a un ritme accelerat per culpa del canvi climàtic. Segons l'últim informe de la UNESCO publicat en col·laboració amb la UICN, *World heritage glaciers: sentinels of climate change (Les glaceres del patrimoni mundial: sentinel·les del canvi climàtic)*, van perdre una mitjana

de 58.000 milions de tones de gel cada any i contribueixen amb gairebé el 5% de l'augment mundial del nivell del mar.

Un terç de les glaceres del patrimoni mundial de la UNESCO desapareixerà d'aquí a l'any 2050 per culpa del canvi climàtic. Els altres dos terços, en canvi, es podrien salvar sempre que l'augment de les temperatures globals no superi els 1,5 °C respecte al període preindustrial. És urgent actuar per preservar aquests llocs emblemàtics per a les generacions futures. ■

LES GLACERES SÓN EL COR DE LA SEGURETAT DEL SUBMINISTRAMENT D'AIGUA

Més de la meitat de la humanitat depèn diàriament de les **glaceres de muntanya** per al seu subministrament d'aigua i per satisfer les necessitats següents:



Consum domèstic



Indústria



Agricultura



Energia hidroelèctrica



La principal causa del desgel de les glaceres és el canvi climàtic.



L'aigua provinent de les glaceres actua com a amortidor durant les sequeres.



Les glaceres i els casquets glacials **tenen una funció essencial en la regulació del clima i dels oceans.**

El

70%

de tota l'aigua dolça de la Terra s'emmagatzema a les glaceres.

TOP 10 – NOMBRE DE GLACERES PER LLOC DEL PATRIMONI MUNDIAL DE LA UNESCO

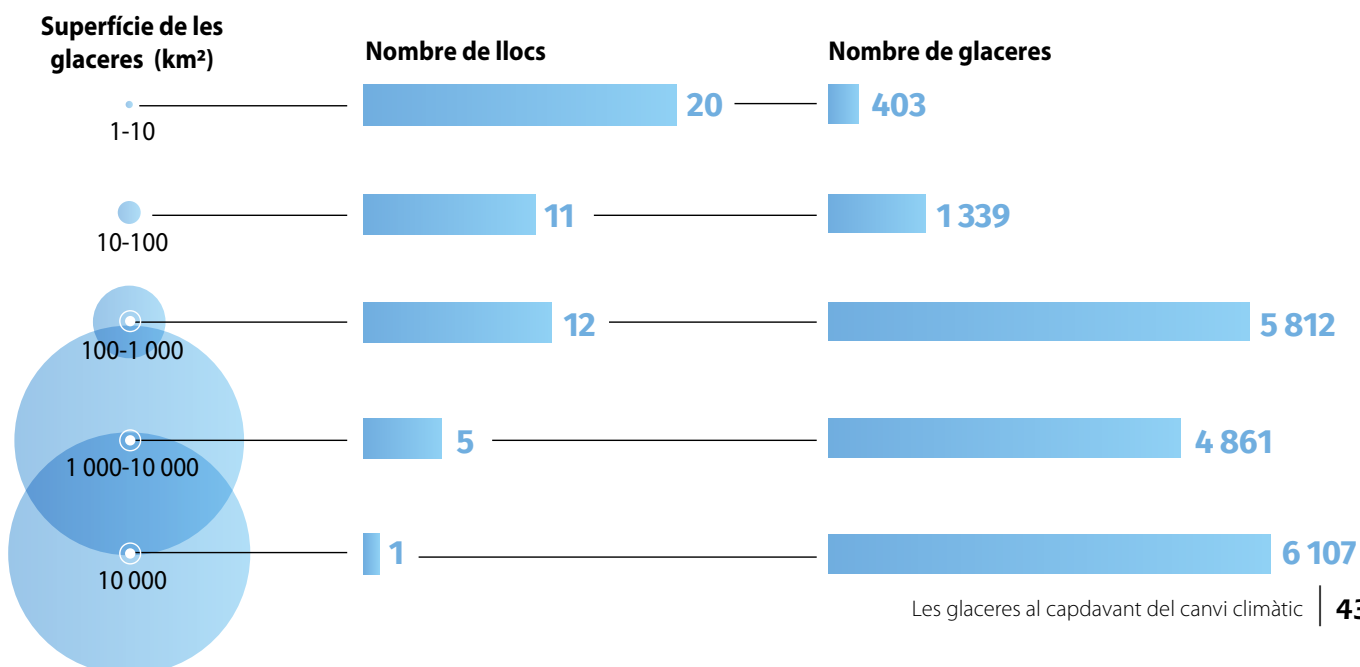
Les glaceres presents a 50 llocs representen gairebé el **10 % de totes les glaceres** registrades a la Terra.

NOMBRE TOTAL DE GLACERES INCLOENT TOTS ELS LLOCS :

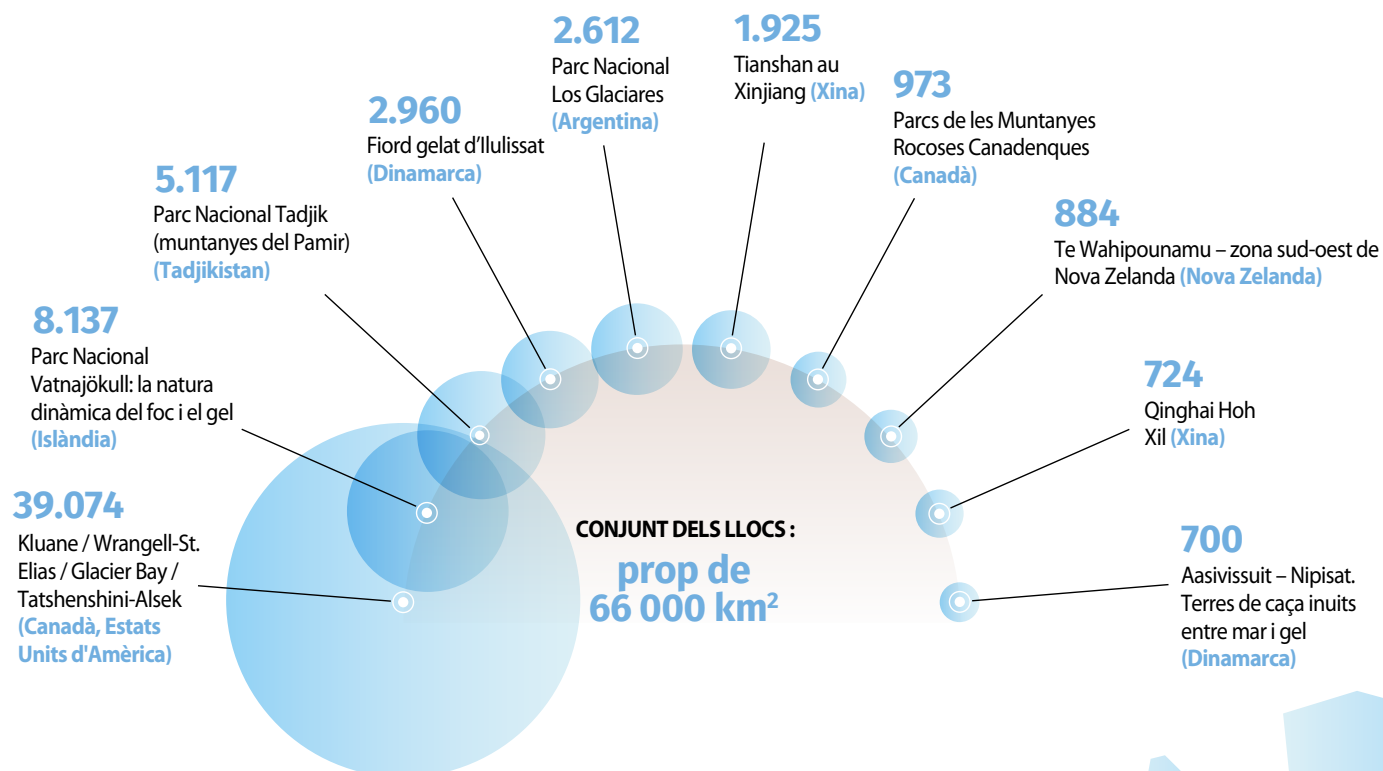
18.522

Llocs	País
6.107 } Kluane / Wrangell-St. Elias / Glacier Bay / Tatshenshini-Alsek	Canadà, Estats Units d'Amèrica
3.934 } Parc Nacional Tadjik (muntanyes del Pamir)	Tadjikistan
2.278 } Te Wahipounamu – zona sud-oest de Nova Zelanda	Nova Zelanda
878 } Parcs de les Muntanyes Rocoses Canadenques	Canadà
563 } Parc Nacional de Huascarán	Perú
467 } Tianshan au Xinjiang	Xine
432 } Muntanyes daurades de l'Altai	Federació Russa
407 } Parc internacional de la pau Waterton-Glacier	Canadà, Estats Units d'Amèrica
362 } Qinghai Hoh Xil	Xina
340 } Parc Nacional Los Glaciars	Argentina

LLOCS I GLACERES CLASSIFICATS PER SUPERFÍCIE



TOP 10 - SUPERFÍCIE DE LES GLACERES PER LLOC DEL PATRIMONI DE MUNDIAL DE LA UNESCO (km²)



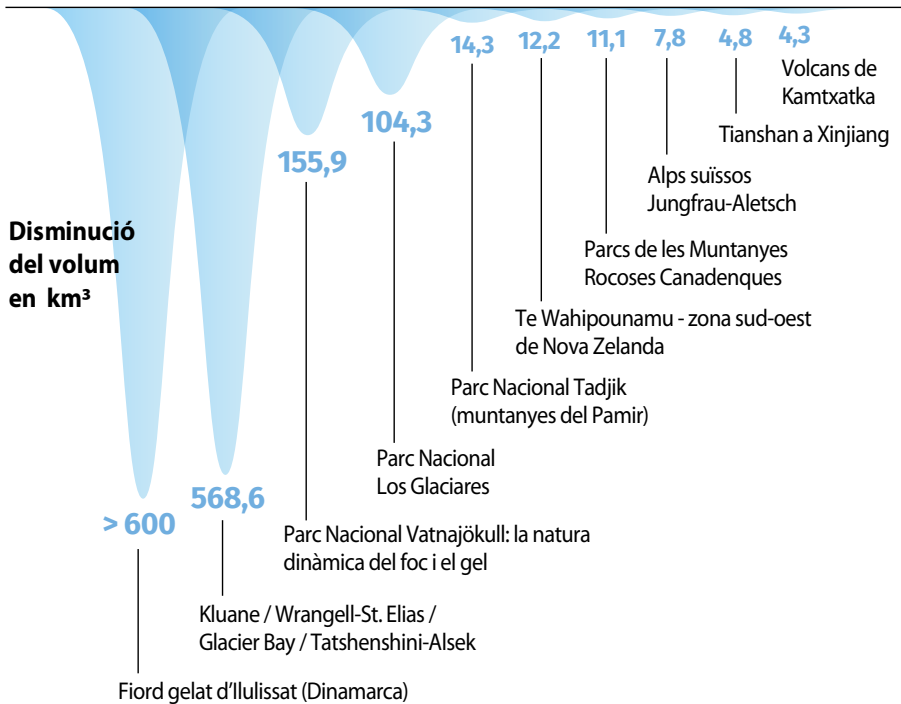
PÈRDUA DE VOLUM 2000-2020 TOTS ELS LLOCS JUNTS: 5,7 %

Almenys el 40% de totes les glaceres d'espais del Patrimoni mundial han perdut més del 15% del seu volum des de l'any 2000. Amb l'excepció d'alguns llocs (1000 -10.000 km² – 4 llocs), les glaceres del Patrimoni Mundial **estan retrocedint a un ritme accelerat.**

Llocs	Pèrdua de volum
Àrees protegides dels tres rius paral·lels, a Yunnan (Xina)	57,2 %
Parc Nacional Los Alerces (Argentina)	45,6 %
Conca d'Uvs Nuur (Mongòlia, Federació Russa)	37,0 %
Santuari del panda gegant de Sichuan – Wolong Mont Siguniang i Muntanyes de Jiayin (Xina)	35,9 %
Fiords de Noruega Occidental - Geirangerfjord i Nærøyfjord (Noruega)	33,2 %
Tien Shan occidental (Kazakhstan, Kirguizistan, Uzbekistan)	27,1 %
Parc Nacional Olímpic (Estats Units d'Amèrica)	26,5 %
Parc Internacional de la Pau Waterton-Glacier (Canadà, Estats Units d'Amèrica)	26,5 %
Alps suïssos Jungfrau-Aletsch (Suïssa)	25,9 %
Regió de Lapònia (Suècia)	25,7 %

TOP 10 - DISMINUCIÓ DEL VOLUM 2000-2020 (km³)

El volum de les glaceres dels llocs del Patrimoni mundial s'ha reduït en més de 1.500 km³ durant els darrers 20 anys (o sigui com 1,5 vegades el volum del llac Titicaca, el llac més gran d'Amèrica del Sud).



PROJECCIONS

2050

Les glaceres més petites (1-10 km²) hauran desaparegut totes el 2050.

2100

Les glaceres d'entre 10 i 100 km² desapareixeran d'aquí al 2100.

TOP 10 – CONTRIBUTIÓ A L'ELEVACIÓ MUNDIAL DEL NIVELL DEL MAR 2000-2020 (mm)

CONJUNT ELS LLOCS:
3,22 mm

Les glaceres del Patrimoni mundial contribueixen al voltant del **5% de l'elevació mundial observada del nivell del mar.**

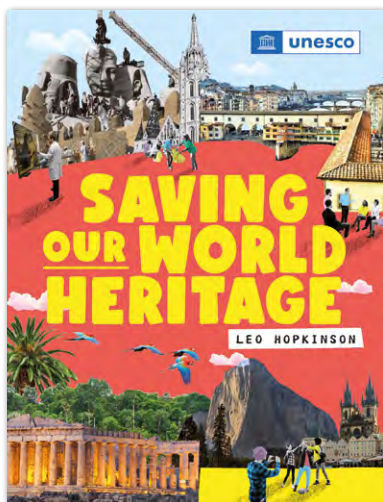


Més del

60%

dels llocs del Patrimoni mundial actualment amb glaceres ja no en tindran el 2100.

Últimes publicacions



Saving our World Heritage

ISBN 978-92-3-100498-8
64 pàgines, 265 x 216 mm, tapa dura, 17€
Edicions UNESCO/Hachette UK
Disponible a la venda (en anglès)
<https://en.dl-servi.com>

El nostre món està ple de meravelles. Des de les ciutats històriques, castells i catedrals fins a les magnífiques muntanyes, selves tropicals i oceans, els tresors més grans del món pertanyen a tota la humanitat. És el nostre patrimoni mundial.

Però el nostre patrimoni està constantment amenaçat pels desastres naturals, les guerres, el canvi climàtic, la construcció, la contaminació o el turisme de masses. Aquest llibre destinat al jovent presenta més de 70 llocs distribuïts en 52 països. Dissenyat com un viatge al cor del patrimoni mundial, també convida a descobrir la missió d'aquells que treballen diàriament per preservar aquests llocs d'un valor universal excepcional.

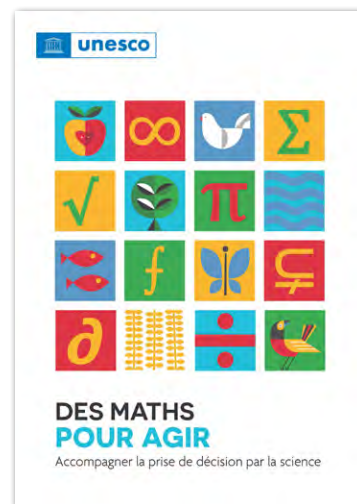


Patrimoni de la Humanitat núm. 103

50è aniversari de la Convenció del Patrimoni Mundial
ISSN 1020-4520
64 pàgines, 220 x 280 mm, agulla, 7,50 €
Edicions UNESCO / Publishing for Development Ltd.

El 16 de novembre de 2022, la Convenció del Patrimoni Mundial va celebrar el seu 50è aniversari. Aquest número repassa l'evolució de la Convenció durant aquest període, a través d'històries de preservació emblemàtiques i de les experiències d'experts i administradors de llocs.

Si un aniversari és una oportunitat per observar el passat, també és un període de reflexió davant dels reptes que plantegen el canvi climàtic, el turisme sostenible, la transformació digital i la recuperació després de la covid-19.



Matemàtiques per actuar

Acompanyar la presa de decisions mitjançant la ciència

ISBN 978-92-3-200276-1
72 pàgines, 215 x 287 mm, PDF
Edicions UNESCO
Disponible a <https://unesdoc.unesco.org>

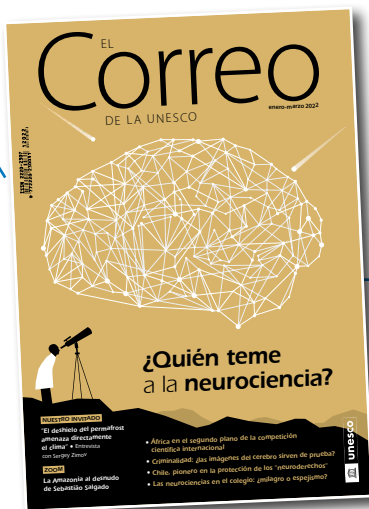
Totes les nostres accions tenen una base matemàtica, i encara que sovint les matemàtiques es consideren abstractes, són fonamentals per entendre la natura, l'univers, amb les seves dimensions espacials i temporals i una miriada d'incerteses.

Aquesta guia proposa històries captivadores de matemàtiques en acció. Escrit per matemàtics, presenta recerques fascinants sobre com les matemàtiques responen als reptes mundials més urgents.

Proporciona informació rellevant als qui prenen les decisions i a tots aquells que busquen proves per respondre a preguntes difícils, i presenta noves vies per a la investigació científica.

Diverses veus, un sol món

El *Correu de la UNESCO* es publica en les sis llengües oficials de l'Organització, així com en català i esperanto.



Rep cada trimestre un exemplar paper de l'últim número

o

subscriu-te a la versió digital 100% gratuïta.



Descobreix les nostres ofertes



<https://courier.unesco.org/fr/subscribe>

L'AVVENTURA DE LA UNESCO

El catàleg de l'exposició
L'avventura de la UNESCO,
presentada pel 75è aniversari
de l'Organització, repassa l'acció
de la UNESCO des dels seus inicis.

ISBN 978-92-3-000167-4 (edició multilingüe)

332 pàgines, 215x287mm, tapa dura, 45 €

Edicions UNESCO

Disponible a la venda: <https://en.dl-servi.com>



unesco