

DAUUALDEU

REVISTA DE DIVULGACIÓ científica i tecnològica

Núm. 20 · PRIMAVERA DE 2021



L'AIGUA

SUMARI

Editorial	3
Animal artificial	4
Sinestèsies	5
Crònica Ginecològica	10
A carcasseelles	13
Física, per favor!	15
A fons: L'aigua	17
Sismologia	43
Llibres	46
Efemèrides	47
El Racó de Fibonacci	47



CC creative commons



Edició digital
<http://meridia-zero.jimdo.com>

REVISTA DE DIVULGACIÓ CIENTÍFICA
 Primera època. **Número 20.**
 Solstici d'estiu de 2021. Marina Alta
 Edita: **MERIDIÀ ZERO**
 Consell de Redacció: Teresa Arabí, Vicent R. Chorro, Josep Lluís Domènech, Míriam Esparza, Esther Galbis, Catalina Luque, Herme Maria, Pep Martínez, Josep Palomares, Jaume Pastor, Pepe Pedro, Paco Savall, Loreto Signes.
 Disseny i maquetació: **Pep Marro.**
 Fotografia de la portada: **Aigua.**
 Fotografia: **Teresa Arabí.**

MERIDIÀ ZERO no es fa responsable de les opinions personals expressades pels col·laboradors de **DAUALDEU**.

Contacte: daualdeu@gmail.com

Patrocina: AMPA dels IES Chabàs de Dénia, Matemàtic V. Caselles Costa de Gata de Gorgos, Pedreguer, Antoni Llidó i Número 1 de Xàbia. Ajuntaments: Beniarbeig, Gata de Gorgos, Ondara, Pedreguer i Xàbia. Acadèmia Valenciana de la Llengua, Institut Alacantí de Cultura Juan Gil Albert.

Imprimeix: **Imprenta Botella, SL.**

Dipòsit legal: A-837-2011. ISSN 2174-9914.



Els nitrats de l'aigua de consum són perjudicials per a la salut?

Debats que fan avançar la ciència

Josep Lluís Doménech
 Doctor en Química



Els éssers vius necessitem nitrogen per a viure. En l'atmosfera hi ha quantitats enormes de nitrogen, però la forma en què s'hi presenta (molècular, N_2) no ens és útil. Les plantes l'assimilen a partir dels nitrats, amoníac o urea; la resta, excepció feta d'alguns bacteris, ho fem a partir de la ingesta de plantes, o d'altres animals.

El compost, el guano o un poc de nitrat que hi ha en el sòl permeten alimentar una certa població, però ni de bon tros la població mundial: no hi ha possibilitats de nodrir els quasi 8000 milions de persones que poblem el planeta sense fertilitzants inorgànics (nitrat i amoni), tant els extrets de dipòsits com, sobretot, els sintètics.

Han sigut els derivats nitrogenats inorgànics els que, a partir del segle XIX, han millorat en gran manera la situació alimentària del planeta. La producció industrial d'amoníac, i a partir d'ell de nitrat, aconseguida el 1909 per **Fritz Haber** i **Carl Bosch**, ha permès disminuir acceleradament la fam al món. Ara bé, si els nitrats s'usen a deshora, o en excés, les aigües de pluja els dissol·dran i s'infiltraran fins arribar als aqüífers. L'augment de la concentració de nitrats en l'aigua subterrània començà a detectar-se en la dècada de 1970.

Va ser a la segona meitat dels anys 80 quan les aigües dels pous que proporcionaven aigua potable als pobles del litoral de la nostra comarca van experimentar un augment de la concentració de nitrat. Alarmades, les autoritats d'Ondara, el Verger o Dénia, entre altres poblacions, prohibiren utilitzar l'aigua que corria per la xarxa per a beure i cuinar, sobretot, a la gent menuda i als ancians. Tot i que la radicalitat de la mesura adoptada pot fer pensar en un aval per part de la comunitat científica entorn dels efectes nocius dels nitrats, això ni era així en aquell moment, ni ho és hores d'ara. Va ser **Humter Comly**, un metge nord-americà, en la dècada de 1940, el primer que va atribuir els problemes respiratoris i la cianosi (tonalitat blavosa de la pell) de dos bebès als nitrats que contenia l'aigua que s'utilitzava per a preparar els biberons que consumien. La malaltia s'atribuí al fet que els nitrats, en actuar sobre ells els bacteris de la boca i els budells, es transformen en nitrits, que en passar a la sang transformen l'hemoglobina en metahemoglobina, una forma que no fixa l'oxigen i que, per tant, disminueix la capacitat dels glòbuls rojos per a transportar l'oxigen als teixits.

Que la malaltia la presenten només els nounats devia justificar-se en la menor acidesa en l'estomac dels nadons (en comparació a la dels adults), cosa que afavoreix el desenvolupament dels bacteris transformadors de nitrat a nitrit. A més, en els adults, gran part del nitrat és absorbit abans de reduir-se a nitrit.

Posteriorment, a principis de la dècada de 1970,

arran d'un estudi epidemiològic realitzat a Xile, es relacionà la concentració elevada de nitrat en aigua potable amb càncer digestiu. La hipòtesi era que en el medi fortament àcid de l'estómac els nitrits reaccionarien amb les amines dels aliments per a formar nitrosamines, algunes de les quals, com s'ha demostrat en assajos en animals, són carcinògenes.

Després de comprovar que ingestes diàries de nitrats menors de 370 mg per kg de pes corporal no causaven efectes adversos en gossos i rates, l'OMS considerà acceptable per als humans una ingesta diària màxima de 3,7 mg de nitrat/kg de pes. Per als bebès fixà en 50 mg/l la concentració màxima de nitrats en l'aigua de consum.

Tanmateix, alguns estudis fan dubtar dels efectes nocius dels nitrats i també sobre els valors límits proposats per al consum. Així, una reavaluació de l'estudi sobre els dos nadons conclogué que eren els bacteris dels excrements animals presents en abundància en l'aigua dels biberons els responsables de la malaltia. La gastroenteritis provocada pels bacteris hauria estimulat la formació en els intestins d'òxid nítric, el qual convertiria l'hemoglobina en metahemoglobina.

Pel que fa a la relació entre nitrats i càncer, no només la majoria dels estudis posteriorment realitzats la descarten sinó que alguns apunten a una menor incidència de càncers en persones exposades a majors quantitats de nitrats. La protecció oferida pels nitrats tindria la seua causa en el fet que l'òxid nítric format a l'estómac a partir dels nitrats destruiria els bacteris que no poden ser eliminats per l'àcid (clorhídric) dels sucs gàstrics. També, s'ha apuntat a favor dels nitrats l'efecte beneficiós de l'òxid nítric per a la salut cardiovascular (òxid nítric que, en part, prové de la transformació del nitrit).

En contra dels estudis inicials s'ha apuntat el fet de no haver considerat el nitrat procedent dels aliments (s'estima que el 80% del nitrat ingerit prové de verdures; només el 20% provindria de l'aigua potable).

Al parer d'alguns científics, la debilitat de l'associació entre el nitrat i els dos principals problemes de salut amb què se l'havia relacionat (cianosi en nounats i càncer en adults), així com els efectes positius que se li han atribuït, aconsellen incrementar el valor límit acceptable de la concentració de nitrats en l'aigua potable. Altres investigadors, però, no estan tan convençuts dels beneficis dels nitrats i assenyalen, a més d'aclarir la relació entre nitrats i alguns tipus de càncer, la necessitat de limitar la ingesta de nitrats per grups vulnerables, com ara, xiquets menors de sis mesos i ancians (amb l'edat hi ha una disminució de l'acidesa dels sucs gàstrics, fet que afecta l'equilibri entre nitrat, nitrit i òxid nítric).



Aigües miraculoses

O no tant

J. M. Mulet

Institut de Biologia Molecular i Cel·lular de Plantes · UPV



No hi ha dubte que des del punt de vista químic l'aigua es una molècula extraordinària, que podríem qualificar de miraculosa, si no fos perquè compleix, com la resta de l'univers, amb els principis que marquen les lleis de la termodinàmica. Si hi ha vida a la Terra és perquè existeix aigua, atès que les cèl·lules no són sinó petites bosses d'aigua recobertes per una membrana lipídica. En medi sòlid o en medi gasós desenvolupar un metabolisme i una compartimentalització necessària per a l'origen de la vida és gairebé impossible per la dificultat que es donen reaccions químiques en eixes circumstàncies. A més a més, la particular forma de bumerang que adopten els dos àtoms d'hidrogen i el d'oxigen la converteixen en una molècula dipolar i li atorguen la poc freqüent característica que en forma sòlida té menys densitat que en forma líquida, i això fa que el gel sure, característica bàsica per a regular el clima de la Terra i que evita que el planeta siga una bola de gel. A més, en la Terra podem tenir de manera natural l'aigua en els tres estats de forma simultània, quelcom bàsic per a mantenir temperatures estables i evitar les grans fluctuacions incompatibles amb la vida. De fet, ara sabem que a Encèlad, el satèl·lit de Saturn, podria donar-se també la presència d'aigua en les tres formes, cosa que el fa un candidat interessant a l'hora de cercar vida fora de la Terra.

Dit això, que l'aigua siga una substància essencial per a la vida amb unes propietats fisicoquímiques molt particulars, no justifica molts dels mites i llegendes associats a ella. Des de molt antic s'ha relacionat l'aigua amb propietats curatives, regeneratives o relacionades amb la salut, que no són certes. Beure aigua és essencial per a mantenir el nivell que el nostre cos necessita per a les seues funcions bàsiques, però beure més aigua de la que requerim no té cap efecte sobre la salut, i fins i tot, si l'excés és exagerat, pot tenir conseqüències fatals. Darrerament s'han posat de moda algunes bajanades, com ara, beure aigua de mar al·legant suposats, i inexistents, beneficis. L'aigua ha de tenir una determinada concentració de sals. L'aigua destil·lada no és recomanable, però una aigua salada produeix al tracte gastrointestinal un efecte osmòtic que origina l'eixida d'aigua de les cèl·lules provocant la deshidratació cel·lular.

De la mateixa manera, allò de l'aigua alcalina no té gens de trelat. L'aigua normalment és neutra ($\text{pH}=7$) tot i que al carbonatar-se pel CO_2 de l'atmosfera pot tenir un pH lleugerament àcid. Un aigua alcalina, o



Tampoc no és cert que l'aigua embotellada siga millor que la de l'aixeta ni que calga filtrar-la per a beure-la.

àcida, vol dir que té quelcom dissolt que li varia el pH i no té perquè tindre cap impacte en la salut, o el pot tenir negatiu. Per cert, una altra moda és la dels aliments que alcalinitzen. El pH del mitjà intern ha de ser constant, i si no, tenim un problema greu. Moltes d'aquestes afirmacions vénen del francès **René Quinton**, qui al segle XIX afirmava que l'aigua de mar és font de salut, i promovia injeccions d'aigua de mar. També deia que era capaç de substituir tota la sang d'un gos per aigua marina... cosa que no pot ser certa. Per descomptat, res del que va dir té aval científic, però això no ha estat cap problema perquè continuen repetint-se impunement; fins i tot, també hi ha qui defèn beure l'orí... des de la televisió pública. Tampoc no és cert que beure aigua embotellada siga millor que aigua de l'aixeta, tret que estigues en un país amb poques garanties sanitàries. Ni tampoc no cal filtrar-la per a beure: la duresa de l'aigua es deu a la concentració de calci i magnesi i no suposen cap problema per a la salut, al contrari, hi ha estudis que apunten que poden ser beneficiosos.

La millor manera d'adonar-nos que l'aigua fa pocs miracles és que, quan es va iniciar la pandèmia de la COVID-19, a Lourdes van tancar les piscines on la gent va a prendre les aigües suposadament miraculoses per a evitar els contagis. No hi ha millor miracle que una vacuna efectiva.



Els calendaris dels quaranta dies

Daniel Climent
Professor de Ciències



En números anteriors de DAUALDEU hem tingut ocasió de parlar de la importància cultural del número quaranta. Ho vam constatar pel que fa a les quaranteses¹, la Quaresma², les festes relacionades amb els quaranta dies³, marca temporal que sol representar un esdeveniment frontissa o bé un temps de maduració que anuncia un canvi qualitatiu (com, p.ex, l'inici de la primavera⁴).

Ja hi avançàvem que tornàriem a parlar-ne, tant pel que fa als quaranta anys com per altres referents culturals no cronològics (jocs, esports, agrupacions humanes, etc.).

En qualsevol cas, el tema ofereix un bon motiu, alhora que un recurs, per transitar per la nostra cultura i per la cultura universal. Reprenquem el viatge.

Els quaranta anys com a període

Segons la Bíblia⁵, Moisès es va refugiar a l'aràbiga Madian (Ac 7,30) durant quaranta anys; cridat per Jahvé va tornar a Egipte, inicià l'Èxode amb els jueus i van vagarejar pel Sinaí quaranta anys més abans de penetrar en la Terra Promesa (Ex. 16,35; Nm 14,34; Dt 1,3 i 8,2). Mentrestant, i segons el profeta Ezequiel, Egipte també hauria patit com a castic quaranta anys de desolació (Ez 29,11).

Durant l'adaptació a la Terra Promesa, els israelites van gaudir d'un parell de períodes de quaranta anys de pau (Jt 3,11 i Jt 5,31) però també van romandre captius dels filisteus durant uns altres quaranta anys (Jt 13,1).

El penúltim dels Jutges o cabdill de la confederació de tribus, Elí, va exercir el càrrec durant quaranta anys (1 Sa 4,18); i, ja assolida la monarquia, els regnats de Saül, David, Salomó i Joàs van durar també quaranta anys.

I podríem considerar una derivació del valor del quaranta anys els quatre-cents⁶ anys (deu voltes quaranta) que figura en el Gènesi (15,13) per indicar el temps que els israelites estarien esclavitzats en Egipte, segons el vaticini fet per Jahvé a Abram⁷.

A causa del caràcter mitològic de molts d'aquests relats, és dubtós que eixos quaranta anys reflectisquen una cronologia exacta, sinó que més aïna s'han de considerar un sinònim de molts, o bé de plenitud, o advertència de canvi d'etapa.

No sabem si per influència bíblica o per altres raons, el fet és que els quaranta anys també s'han usat en altres camps com a tempus per avaluar el passat immediat.

Per posar-ne un exemple, acabe de revisar el llibre

“Fundamentos de la ciencia moderna” (*Background to modern science*; Ediciones Lauro; 1945). Es tracta d'un recull dels avanços científics més substancials de la primera meitat del segle XX comentats per autors capdavaners en els seus camps, alguns dels quals Premis Nobel (F. Aston, W. Bragg, Lord Rutherford); és a dir, ben allunyats de creences mitològiques. Doncs bé, el lapse temporal que van prendre per fer-ne un balanç dels avanços va ser, justament, de quaranta anys.

INDICE		Pag.	
Introducción	7	VII. CUARENTA AÑOS DE FISIOLÓGIA Y PATOLOGÍA (BENEDICTI, PAVLOV y otros después de ellos)	117
I. LA FILOSOFÍA NATURAL GRIEGA Y LA CIENCIA MODERNA	11	por JOHN A. RYLE, Profesor de Física, de Cambridge.	
II. DE ARISTÓTELES A GALILEO	27	VIII. CUARENTA AÑOS DE PARASITOLOGÍA Y MEDICINA TROPICAL	135
por SIR WILLIAM CECIL DANFORTH, Profesor del Trinity College y antiguo Secretario del Consejo de Investigaciones Agrícolas.		por G. H. F. NUTTALL, Profesor emérito de Biología, de Cambridge.	
III. CUARENTA AÑOS DE FÍSICA	45	IX. CUARENTA AÑOS DE TEORÍA EVOLUCIONISTA	151
por LORD KELVIN (revista y preparada para su impresión por J. A. Ratcliffe).		por R. C. PURSEY, Profesor de Genética, de Cambridge.	
IV. CUARENTA AÑOS DE FÍSICA CRYSTALLOGRÁFICA	67	X. CUARENTA AÑOS DE GENÉTICA	175
por W. L. BRAGG, Profesor de Física Experimental, de Cambridge.		por J. B. S. HALDANE, Profesor de Biometría del University College, de Londres.	
V. CUARENTA AÑOS DE TEORÍA ATÓMICA	79		
por F. W. ASTON, Miembro del Trinity College, de Cambridge.			
VI. CUARENTA AÑOS DE ASTRONOMÍA	97		
por SIR ARTHUR EDDINGTON, Profesor de Astronomía, de Cambridge.			

El mateix interval, idoni per avaluar i redibuixar nous horitzons, el va fer servir l'Església catòlica en revisar la qüestió social. L'any 1891 el papa Lleó XIII havia promulgat l'encíclica *Rerum Novarum* (“Sobre les noves realitats”) dirigida a establir la doctrina social de l'Església⁸. Quaranta anys després el papa Pius XI va entendre que calia fer-ne un balanç i per actualitzar el magisteri de l'Església i va publicar una encíclica amb el nom de, justament, *Quadragesimo Anno* (“En el quaranté any”).

Més enllà d'aquests exemples de pes, unes altres quadregèsimes tenen caràcter més aïna anecdòtic. Així, a Manresa, cada 40 anys canvien davant notari el tub que conté les presumptes cendres de sant Fruitós, santa Agnès i sant Maurici, les relíquies dels quals estan a la cripta de la Seu.

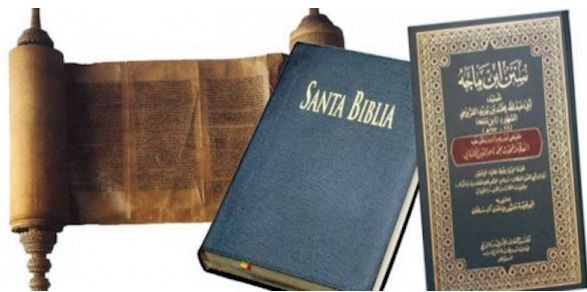
La crisi dels quaranta anys. Nova vida i nous reptes

Assolir els quaranta anys, ser un quadragenari o quarantí, representa molt sovint una crisi existencial en què es pren consciència (en negatiu) del propi envelliment; així ho recull la dita «Als quaranta anys, els darrers banys», equivalent a la castellana «De los cuarenta p'arriba no te mojes la barriga». I els oftalmòlegs t'adverteixen que la presbícia, la vista cansada comença, si fa no fa, als 40 anys.

Per contra, cal considerar que *Life begins at forty* (La vida comença als quaranta –anys–); potser en la mesura que eixa edat representa el fulcre que permet que el braç de la palanca de la joventut puga alçar pesos i responsabilitats de més envergadura. Una maduresa que, gràcies a tindre menys objectius i desitjos típicament juvenils, permet abordar amb més serenitat nous reptes vitals i col·lectius.

Tant si representa una crisi psicològica com una maduresa assumida, el fet és que hi ha una mena d'acord social per donar rellevància a l'assoliment d'eixos anys; així, a Castalla (la Foia de Castalla), se celebra la festa d'"els quintos dels quaranta", on els hòmens d'eixa edat són els protagonistes.

Les nostres matrius culturals, la història i la mitologia jueves i les seues derivacions, el cristianisme i l'islam –les religions abrahàmiques o d'El Llibre– ofereixen exemples d'eixa confiança social en la maduresa representada pels quaranta anys.



Segons la Bíblia, va ser als quaranta anys quan Isaac es va casar amb Rebeca (Gn 25,20); dels dos fills que van tindre, Esau (o Edom Idumea, al sud de Judea) i Jacob (o Israel, Gn 32,29), el primogènit es casaria també als quaranta anys (però amb dues dones, les hitites Judit i Basmát, Gn 26,34). Va ser als quaranta anys quan Moisès va assolir consciència de ser jueu (Ac 7,23). Era eixa l'edat que tenia Josué (Jos 14,7) quan va ser enviat a explorar la Terra Promesa. I la mateixa quan Ixbóixet, el fill del primer rei, Saúl, va ser nomenat rei (2 Sa 2,10).

El Talmud⁹, codi civico-religiós del judaisme, conté un llibre, el *Tractat (d'ètica) dels pares* o *Pirkei Avot*, on es diu que als quaranta anys la persona passa d'un nivell de saviesa al següent, la binà o enteniment més profund que li permet transitar entre temes aprenent de cadascun per reforçar el coneixement dels altres.

De fet, no és fins que assoleix els quaranta anys que un aspirant pot accedir a la reflexió mística sobre la Bíblia i el judaisme que anomenem càbala. Perquè és aleshores quan, segons el cabalistes, ha arribat a l'etapa en què ja no depèn de l'opinió dels demés per sentir-se bé amb si mateix.

En la tradició de l'Islam va ser als quaranta anys d'edat quan Mahoma va rebre la revelació de l'Arcàngel Gabriel¹⁰, el qual li ordenà –en nom d'Al·là, clar–, seguir els ensenyaments de la religió mono-teïsta de Abraham¹¹.

Uns altres quaranta cronològics

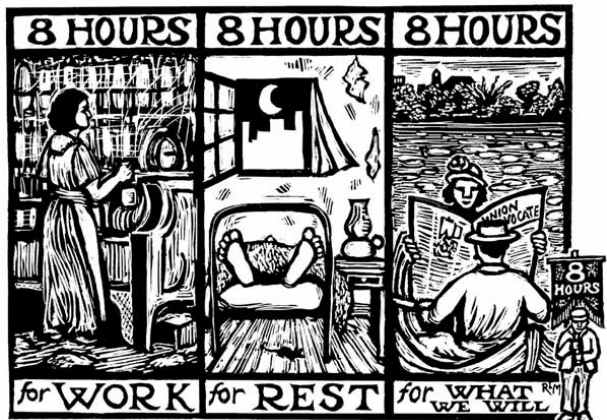
Tot i que es tracta d'una casualitat, el nombre mitjà de setmanes d'embaràs és de quaranta setmanes a partir del darrer període menstrual de la dona. Però, més enllà d'eixa casualitat sí que hi ha uns altres períodes temporals de caràcter cultural, tant laic com religiós, que tenen el quaranta com a referent.

Així, uns actes litúrgics propis dels darrers dies de la Setmana Santa són els anomenats quaranta hores¹², recordatoris del temps que Jesús va romandre en el sepulcre abans de ressuscitar, segons el càlcul fet per sant Agustí d'Hipona en el s. V¹³.

A Altea, Vilajoiosa (la Marina Baixa) i més llocs, les quaranta hores se celebraven per carnestoltes; i des del diumenge fins el dimarts anteriors a la quaresma quedava exposat el Santíssim Sagrament en desgreuge pel excessos pagans d'eixos dies.

En l'imaginari dels treballadors la setmana laboral de quaranta hores ha sigut una de les conquestes més reeixides: vuit hores cada dia i cinc dies cada setmana.

Una conquesta que va anar per fases: primer es van aconseguir les vuit hores laborables diàries, un triomf relacionat amb la celebració (a partir de 1890) del Dia internacional del treballador, l'1 de maig, una suplantació de l'1 de maig floral¹⁴, celebració antiquíssima destinada a celebrar l'arribada de la primavera, quaranta dies després de l'equinocci vernal!



Anys més tard, el 1938, la cambra legislativa dels EUA va establir la llei federal coneguda com a *Fair Labor Standard Act* (Llei de normes laborals justes) que estableix dos dies de descans setmanal¹⁵ i cinc dies laborables de vuit hores: ¡ quaranta hores!

En un altre ordre de coses, als EUA s'exigeix haver cotitzat almenys quaranta trimestres (*quarters*) per tindre dret a una pensió de jubilació.

Com una mena de paracronologia, la dita ja les quaranta! equival a deshores, és a dir, a una hora intempestiva. I també representa un indeterminat cronològic l'expressió anglesa *forty winks* (quaranta picades d'ullet), indicadora d'una dormida breu, una becadeta regeneradora.

Els quaranta com a grup humà

Des del punt de vista social, determinades institucions i agrupacions han tingut en el quaranta un element idiosincràtic.

En seria el cas del (en vènet) *Tribunai de a Quarantina* o, simplement, *Quarantia*, fundat el 1179 a l'antiga República de Venècia¹⁶. També són de destacar els *Quarante Immortels*, nom sota el que s'agrupen els il·lustres membres de l'*Académie française*.

En l'àmbit religiós tindríem els quaranta màrtirs de Sebaste (festa el 10 de març).

El número ha quedat immortalitzat en el conte més famós de *Les mil i una nit*¹⁷: *Alí Babà i els quaranta lladres*; i en un altre de menys conegut, el de l'esclava *Zumurrud* i els quaranta malfactors que volen violar-la.



Cartell publicitari de la pel·lícula "Alí Babà i els quaranta lladres" (1944)

En el sistema filosoficoreligiós panjabí del sikhisme es venera una dona, **Mai Bhago**, que en la guerra contra el mogols va encapçalar els quaranta alliberats (**Chali Mukte**), que l'any 1705 van patir una mort èpica en batalla.

Una batalla com la protagonitzada al sud d'Itàlia // *Cavaliere dei Quaranta* en el s. XI, alliberant la ciutat de Salern al front del seu estol de normands; més tard, la família *dei Quaranta* hi va fundar l'església dels quaranta màrtirs i el *Casale Quaranta*.



Escut d'armes de la família salernitana del Quaranta.

En el yazidisme, una religió monoteïsta de certes comunitats kurdes, el temple principal és el de Txermera, paraula que significa quaranta hòmens, que se suposa que estan colgats en el cim de la muntanya on està erigit el temple.

Al *Grand National*, la carrera eqüestre d'obstacles més important del Regne Unit, el nombre màxim de genets és de quaranta.

Com són quaranta les peces musicals que ocupen el palmarès radiofònic de *Los 40 principales* (ara, simplement, *Los 40*).

El quaranta en els jocs i els esports

Hi ha jocs i esports en què el quaranta pot representar la culminació i victòria, o l'anunci de què en el moment immediatament posterior se la pot aconseguir.

En els jocs de cartes quaranta i subhastat, assolir quaranta punts equival a guanyar la partida. I també en el tuti, on és eixe el nombre de punts que guanya qui aconsegueix reunir el rei i el cavall d'atot (del pal de trumfo); declarar que s'està en possessió d'aquesta basa es diu cantar les quaranta, que figuradament també ha passat a significar cantar-li a algú la veritat.

En determinats jocs de pilota el quaranta també té una importància especial. Així, en el tennis, la seqüència de múltiples del 15 (15, 30, 45 i 60 o joc; una reminiscència del sistema sexagesimal?¹⁸), és substituïda per una altra en què el 45 és suplantat per



un significatiu 40 que anuncia l'eventual proximitat a la victòria¹⁹. I el mateix passa en la pilota valenciana²⁰ (on el 40 també es coneix com "val"), la qual cosa ha originat la parèmia desafiant de «li done quaranta i ratlla», un oferiment de molt avantatge al contrari ja que es confia en les pròpies forces i superioritat per a remuntar una situació en que aparentment s'estaria a punt de perdre²¹.



Joc de pilota (1881), de Josep Bru i Albinyana

En eixe derivat del rugbi europeu que és el futbol americà, la selecció de velocistes es fa mitjançant una prova d'esprint dita «de les quaranta iardes» (36,58 m).

Quaranta són les caselles en un tauler estàndard del joc de Monopoly.

I, tot i no ser pròpiament uns jocs, en el tarot hi ha quaranta arcs menors; i en la càbala el número quaranta representa els quatre costats del món, cadascun dels quals conté els deu sefirot o poders esotèrics.

El quaranta numèric en altres religions

En algunes religions orientals també fa acte de presència el quaranta. Així, en l'hinduisme hi ha oracions populars que consisteixen en quaranta cobles o estrofes, shloka o doha; la més comuna és l'*Hanuman Chalisa*, que literalment vol dir «quaranta txaupais o versos sobre Hanuman» (el déu simi, una de les divinitats més importants del panteó hindú).

En el budisme, la meditació Visuddhimagga ofereix quaranta temes sobre els que reflexionar.

En el sikhisme, la darrera de les cinc oracions diàries de l'*Anand Sahib* té quaranta versos; i el quaranté s'ha de llegir sempre que acaba qualsevol cerimònia sikh.

En el judaisme, quan una persona es torna impura ha de submergir-se en un bany ritual en una cambra anomenada micvé²² on hi ha una banyera de quaranta seàs (una mesura bíblica equivalent a 331,776 l) i per la que ha de circular aigua neta.

Dins també del món judaïc, el Deuteronomi (25,3) estableix que en cas de plet entre dues persones el culpable siga fuetejat per tal de dur-lo al punt de canvi i expiació, però amb un màxim de quaranta assots, perquè més es consideraria humiliant²³.

Les quaranta esglésies (*Kirk Kilise*, en turc) fa referència a la quantitat de temples que hi havia a la costa oest de la Mar Negra, a la Tràcia oriental, abans de la conquesta otomana. Eixa regió, prop de la frontera amb Bulgària, s'anomena Kırklareli, la terra dels quaranta, al·lusió a aquelles quaranta esglésies o bé a la llegenda de quaranta guerrers enviats pel soldà Murat I (s. XIV) a conquerir la regió.

Els quaranta en arquitectura, construcció i decoració

En l'edat antiga el vaixell més gran que es va construir, a Egipte, va ser el Tessarakonteres (quaranta remos o, simplement, quaranta), un catamarà gegant de Ptolemeu IV Filopàtor (s. III a. C.) amb quatre mil remers a bord.

A Catalunya i la Franja de Ponent (administrativament d'Aragó) es feia servir com a mesura per a bigues de construcció el quaranté, peça de fusta de quaranta pams de llargària amb un escaire de tres pams de taula (ample) per dos de cantell (alt).

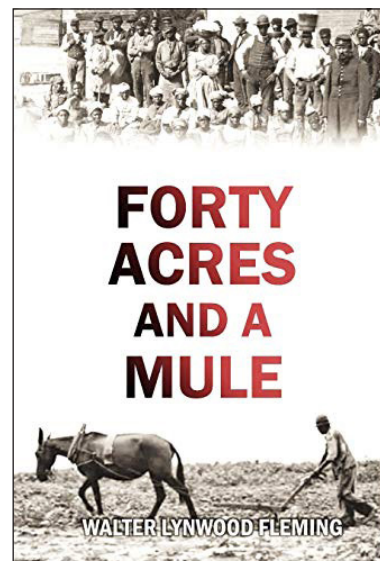
Un dels primers exemples d'arquitectura modular va ser l'abadia benedictina suïssa de Sant Gall (*Sankt Gallen*), fundada el s. VIII. Va ser dissenyada de tal manera que continguera els números mágicosagrats 3, 4, 7, 10, 12 i 40!²⁴

Els quaranta en història econòmica

Durant l'edat mitjana, els quarenté o quarentenum era un impost corresponent a la quadragèsima part de les transaccions de productes; impost que va perdurar a molts llocs de Catalunya fins el segle XVII.

L'any 1430 es va instaurar a Anglaterra l'estament conegut com a *forty shilling freeholder*, que agrupava els propietaris amb rendes d'un mínim de quaranta xílins (2 £) lliures de càrregues i que eren els únics amb dret a vot.

Als EUA, a punt d'acabar la Guerra de Secessió americana (1861-1865) es va dictar una ordre de camp per oferir als esclaus alliberats *forty acres and a mule*, és a dir una parcel·la de quaranta acres²⁵ i un animal de tracció que els permetera subsistir.



Les matemàtiques del quaranta

Tant si es fa de forma conscient com automàtica²⁶, en múltiples facetes de l'activitat humana hi ha números que es repeteixen en moltes cultures. En uns casos serà per les propietats matemàtiques, com seria el cas del 12 com a múltiple simultani de l'1, 2, 3, 4 i 6²⁷; o el 60 com a múltiple dels 6 primers números de 1, 2, 3, 4, 5, 6; etc. En uns altres per raons potser astronòmiques (els 7 dies d'un quart de Lluna), climàtiques o biològiques (ja ho vam veure en la reiteració dels 40 dies).

Dit això, ¿hi ha alguna propietat matemàtica en el número quaranta que ens permeti explicar la seua proliferació en cultures i èpoques com les que hem vist? Aproximem-nos-en.

Des d'un punt de vista matemàtic es tracta d'un número natural; enter; positiu; compost (no primer; 2³·5); abundant (els seus divisors -1, 2, 4, 5, 8, 10, 20, 40-, sumats -90-, superen al mateix número); semi perfecte (és igual a la suma d'alguns dels seus divisors: 2+8+10+20); i octogonal (representat per punts equidistants, forma tres octògons semiconcèntrics de 8, 13 i 19 punts). De tot això no en trac cap idea de què podrien significar eixes propietats per a la rellevància cultural del quaranta.

Em sembla més interessant, però, que el quaranta és igual a la suma de les quatre primeres potències del tres: 3⁰+3¹+3²+3³ = 1+3+9+27 = 40; i, sobretot, que fent sumes i restes d'eixes potències de 3, ixen tots els números compresos entre l'1 i el 40. És d'aplicació, això, a algun aspecte de la vida quotidiana, en la construcció o en el repartiment de bens, etc.? Ho ignore. I potser caldria investigar-ho per, entre altres coses, entendre la ubiqüitat cultural d'eixe número.

Etnomatemàtica i sinestèsies

L'any 1984, l'expert en història i didàctica de les matemàtiques Ubiratàn d'Ambrosio, brasiler, va proposar el concepte d'etnomatemàtica, que entenia com l'estudi de les matemàtiques que es practiquen en diferents cultures; o, en altres paraules, com estes interpreten i fan servir els números i altres idees matemàtiques destinades a realitzar activitats comunes a tots els grups humans, com comptar, agrupar, repartir, mesurar, localitzar, modelitzar... Unes matemàtiques que, tot siga dit, solen ser útils tot i que ens costa d'entendre quan només ens basem en les «nostres» actuals. I paga la pena dedicar esforços a bastir ponts que puguen facilitar la mútua comprensió, també matemàtica, entre les diferents societats, la nostra inclosa.

Perquè incentivar el diàleg entre els coneixements, les creences i la vida afavoreix la generació d'espurnes que estimulen a saber cada vegada més i en més camps; i així ajudar a crear nous coneixements mitjançant les interrelacions entre camps²⁸ que a priori poguera semblar que tenen poca cosa en comú. Que és del que, en el fons, tracta aquesta secció, SINESTÈSIES.

Notes

- 1 https://drive.google.com/file/d/1e1TC03TNRhR3Yz_F6eY0dYASxI-QHK8H/view
- 2 <https://drive.google.com/file/d/1VfuP69aRdMgvzBj2zxRxqUCgQmYHJR9Q/view>
- 3 <https://dualdeu.files.wordpress.com/2020/12/dualdeu1905-1.pdf>
- 4 <https://espores.org/etnobotanica/el-calendari-i-les-plantas-maig-el-mes-de-les-flors/>
- 5 Per la facilitat d'accés informàtic faré servir la Bíblia interconfessional catalana <https://www.biblia.net/biblia.cgi?l=ca>
- 6 El quatre-cents també figura en l'expressió francesa *faire les quatre cents coups* equivalent a passar-se de la ratlla, i que serviria de títol per a la pel·lícula de François Truffaut *Les 400 coups* (1959) en al·lusió a les contínues transgressions del protagonista.
- 7 Serà a partir de Gn 17,5 quan Abram canviarà el nom, a instàncies de Jahvé, per Abraham.
- 8 S'hi alertava sobre les dures condicions que patien les classes treballadores i exhortava a la recerca d'acords pacífics entre capital i treball.
- 9 *El Talmud* és un recull de discussions rabíniques sobre lleis jueves, ètica, costums i tradicions, dites, paràboles, històries i llegendes. Es va elaborar entre els segles V i III aC.
- 10 <https://revistasao.cat/mite-religions-i-art-sant-gabriel-missatger-de-deu/>
- 11 Patriarca a qui l'Alcorà dedica, tota una sura, la 14, a més de diversos versets o aleies.
- 12 Des del seu origen, a la ciutat dalmata de Zara en el s. XIII, aquesta manifestació litúrgica (quadraginta horarum) es va expandir a Venècia i a Milà i des d'aquestes diòcesis, les més grans de l'església occidental, a tot Europa.
- 13 Agustí d'Hipona (a Algèria) es considera, més enllà de la teologia, un dels pensadors fonamentals en la història occidental. En *De Civitate Dei contra paganos* 4,6-10 i en *De Trinitate* 4,6. El càlcul el basava en què des del divendres a l'hora nona (les 3 de la tarda) mor Jesús (Lc 23,44-46) i tres dies després, en clarejar el diumenge (Mt 28,1), que Agustí suposa que són les 7 del matí, Jesús va ressuscitar. En total, quaranta hores. Per a reforçar la seua suposició, el bisbe d'Hipona argumenta: «ningú, per nici que siga, no gosarà afirmar que eixe número manca de significat en l'Escriptura».
- 14 <https://espores.org/etnobotanica/el-calendari-i-les-plantas-mes-flors-al-mes-de-maig/>
- 15 En això va tindre molta importància el fet que a Nova York, la capital econòmica dels EUA en aquella època, hi havia molts jueus, treballadors qualificats, que sistemàticament lliuraven el dissabte per raons religioses, a més dels cristians que ho feien el diumenge.
- 16 Amb funcions política i de Tribunal Suprem; herència dels quaranta electors triats a l'atzar que inicialment (des de 1172) triaven el dogo o dux (en vènet, *doxe*) de Venècia.
- 17 Al s. IX, Muhàmmad ibn Abdús al-Jahiyari va compilar i traduir a l'àrab un recull de contes transmesos oralment en persa i atribuïts a Xahrazad (*Sherezade* per als anglosaxons), la fantasiosa amant del sultà o soldà persa Xahriar. A eixe recull se li va dir *Les mil i una nits*.
- 18 <https://www.pilotaviu.com/opinio/8113/per-que-es-compta-amb-quinze-en-la-pilota-valenciana>
- 19 Una puntuació de 40-40 (tres punts cadascun) s'anomena *deuce* (els dos), moment en què un jugador ha de sumar dos punts consecutius per guanyar la partida.
- 20 <https://pilotadidactica.com/puntuacio/>
- 21 *Diccionario de Altea y sus cosas*. Ramón Llorens Barber. Ajuntament d'Altea. 1983.
- 22 Actualment, als Països Catalans n'hi ha dos, de micvè, a Altea (la Marina Baixa) i a Barcelona. A Espanya també n'hi ha a Madrid, Màlaga i Torremolinos. A Besalú (la Garrotxa, Girona), s'ha descobert un de medieval, del s. XII, connectat al riu Fluvià.
- 23 Per això Pau de Tars (Sant Pau), ciutadà romà, deia: "cinc vegades he rebut dels jueus els quaranta assots menys un" (2 Co 11,24).
- 24 *La antropología de los números* (1993), de Tomas Crump. Alianza Universidad, pg. 228.
- 25 Unes 20 hectàrees (24 camps de futbol); l'ordre va ser revocada pel successor de Lincoln, Andrew Jackson.
- 26 Acabat ja aquest article he rebut notícia de la recent edició del llibre *Mons humans, mons naturals* que em sembla ben interessant tant per la temàtica com per l'autor, l'excel·lent naturalista valldalbaidí Josep Oltra. Es tracta d'una recopilació de textos curts que tenen com a protagonistes diferents components de la natura i gent del món rural. Doncs bé, per a la meua sorpresa -i no exclo la casualitat- el nombre de textos és de quaranta!
- 27 I que, p.ex., permet fer grups de 12 (caps de ramat, i també ous, caragols, magdalenes, rotllets...) que posteriorment es poden repartir entre diferents nombres de participants sense haver de partir/trencar els elements.
- 28 <https://metode.cat/revistes-metode/seccions/sociocologia/paradigma-folch.html>

Planificació Familiar a la Marina Alta

Una història personal

Matias Monfort
Metge ginecòleg

Era l'any 1975 quan, em trobava adscrit com a alumne intern a l'Hospital Provincial de València (actual Hospital General) al departament de Maternitat, vaig rebre una invitació per a una reunió de Planificació Familiar. A l'aula de l'Escola d'Infermeria ens aplegàrem metges, infermers/es, llevadores, metges residents i estudiants de medicina. Dues persones lideraren la reunió-assemblea, el **Dr. Zaragoza Orts** (cap del servei de Ginecologia) i el **Dr. Vilata Corell** (Adjunt de Dermatologia).

El motiu de la reunió no era un altre que informar sobre la Planificació Familiar i constituir l'Associació de Planificació Familiar i Malalties de Transmissió Sexual del País Valencià. Abans s'havien tingut converses amb associacions similars de l'Estat espanyol com l'Associació de Planificació Familiar d'Euskadi i la de Catalunya.

La Planificació Familiar era una mena d'activitat integral i assistencial-preventiva no oferta en la Cartera de Serveis de la Sanitat Pública de l'Estat espanyol (INSALUD), aleshores influenciada per les pressions de l'Església i el règim polític de l'època (així doncs, els fullets explicatius dels mètodes anticonceptius remesos per la IPPF (Federació Internacional de Planificació Familiar) estaven retinguts a la duana de l'Aeroport de Manises com material pornogràfic). Una necessitat que la població més desafavorida econòmicament demanava amb insistència. Calia aconseguir una assistència integral en un àmbit quotidià com és la relació de parella, on s'inclou la sexualitat, l'anticoncepció en totes les seues formes, les malalties de transmissió sexual i l'embaràs no desitjat amb la consegüent demanda d'avortament. Era l'anomenat esperit de la Planificació Familiar.

La IPPF, deia, «Els serveis de planificació familiar es defineixen com el conjunt de prestacions que ofereixen els professionals sanitaris especialitzats que inclouen activitats i pràctiques educatives, preventives, mèdiques i socials que impregna les persones físiques, inclosos els menors d'edat, determinen lliurement el nombre i l'espaiat dels seus fills i seleccionen els mitjans més adequats a les seues circumstàncies».

Cal assenyalar que la IPPF és una organització no governamental que té com a objectius generals la promoció de la salut reproductiva i la salut sexual, així com la defensa de l'accés a l'avortament induït i el lliure accés als mètodes anticonceptius com a mitjà de planificació familiar, promovent així inter-

nacionalment la incorporació a la salut pública de l'avortament segur. Va ser fundada el 1952 a Mumbai, Índia. Més de 149 associacions que treballen en més de 189 països són actualment membres de la IPPF.



Matgaret Sanger, una de les fundadores de la IPPF al III Congrés de Mumbai

Unitat de Planificació Familiar i ETS de Dénia

Una volta finalitzada la formació ginecològica, el meu àmbit de treball es traslladà a la Marina Alta. És a Dénia on tinc la sort de conèixer una persona singular i honesta, **Jaime Bertomeu Bolufer**, practicant, podòleg i, sobretot, una figura política de vocació, Regidor de Sanitat de l'Ajuntament de Dénia. Les converses en les guàrdies d'urgència de l'Ambulatori del Carrer Campo donen com a resultat un projecte per a oferir la Planificació Familiar al municipi de Dénia.

A l'any 1983 s'estableix un conveni entre l'Ajuntament de Dénia i la Consulta Privada del ginecòleg **Dr. Monfort** per a l'assistència gratuïta en matèria de mètodes contraceptius i malalties de transmissió sexual dirigida a totes les dones de la ciutat. L'equip

assistencial estava format per un ginecòleg, una auxiliar d'infermeria i una auxiliar administrativa.

Inicialment les consultes no varen estar nombroses. No existia cap informació institucional o pública d'aquesta iniciativa a nivell de la població. Com ocorre en tots els pobles, el boca a boca va estar el mitjà de comunicació.

Ja dins del 1984, les demandes de consulta de mètodes anticonceptius van anar en augment, incloses les d'altres municipis de la comarca.



Jaime Bertomeu Bolufer (Regidor de Sanitat de Dénia)

Centre de Planificació Familiar i Malalties de Transmissió Sexuals (MTS) de la Marina Alta

Al finals de 1984, un grup del personal de la Clínica Dr. Doménech (primer Hospital Comarcal concertat amb INSALUD) s'organitza com a cooperativa amb el nom de *Policlinico Médico-Quirúrgico*. En el departament de ginecologia de la clínica quedà ubicada temporalment la Unitat de Planificació Familiar que definitivament es traslladà a uns pisos del carrer Abu Zeyan, seu definitiva de la policlínica esmentada.

La demanda assistencial de mètodes anticonceptius per a dones d'altres poblacions mobilitza els responsables polítics que contacten amb Jaime Bertomeu en sol·licitud d'informació.

Cal eixamplar l'assistència anticonceptiva a la resta de la comarca. Després de moltes reunions es constitueix la Mancomunitat de Planificació Familiar de la Marina Alta, on s'inclouen els 33 municipis de la comarca. El suport econòmic recau sobre els mateixos ajuntaments en quantitats segons el nombre de veïns i la renda familiar disponible de cadascú. Els recursos humans estan formats per un ginecòleg, un metge generalista, una infermera, una sexòloga i

una auxiliar administrativa. Els centres mèdics dels municipis estaran a disposició dels professionals per ha desenrotllar la seua tasca. Les consultes municipals tindran una periodicitat setmanal en els pobles, i diària a Dénia.

Es tractava d'un model nou al País Valencià i a l'Estat espanyol. Un model de gestió sanitària de tipus preventiu i integral, que comprenia, a més de l'activitat assistencial (mètodes anticonceptius i la seua aplicació, reproducció i malalties de transmissió sexual), l'activitat informativa i formativa a la comunitat sobre sexualitat, sobre la interrupció de l'embaràs no desitjat, sense deixar de banda la tasca d'investigació. Allò que es coneix com *l'esperit de la Planificació Familiar*.



Salvador Doménech Mallol (traumatòleg i director de la Clínica)

Centre d'Orientació Familiar (COF)

Del funcionament de un Centre de Planificació Familiar de tipus comarcal a la Marina Alta arriben notícies a la Conselleria de Sanitat, a València. El Director General de Planificació Sanitària del País Valencià, **Gonzalo Lázaro Martín** (Resident a l'Hospital Provincial i assistent a les reunions fundacionals del 1975) i, també, diputats de les Corts es reuneixen amb alcaldes de la comarca en demanda d'informació sobre el funcionament del model. La Conselleria de Sanitat es trobava llavors elaborant l'esborrany per a la sectorització d'Àrees Sanitàries del País Valencià.

L'any 1986, un encontre casual amb **Ferran Martínez Navarro** (professor de Medicina Preventiva i Salut Pública a la Facultat de Medicina de València i que era Director General de Salut a la Generalitat Valenciana), amb qui havia col·laborat anteriorment, ens obrí la porta a la possibilitat de disposar d'un Centre de Salut Pública a Dénia, on seria ubicat el Centre de Planificació Familiar de la Marina Alta. Per a poder obtindre'l, era condició indispensable que l'Ajuntament oferira un lloc per a la seua ubicació. L'espavilat Jaime Bertomeu no va perdre l'oportunitat i l'any 1989 s'inaugurà el Centre de Salut Pública de Dénia, on tindria la seu el Centre d'Orientació Familiar: tres despatxos, sala d'espera, sala d'actes i magatzem. La plantilla la formaven dos metges, una infermera, una auxiliar administrativa i una sexòloga. Un luxe.





Centre de Salut Pública de Dénia



Centre Sanitari Integrat. Dénia

La Conselleria de Sanitat absorbí el Centre de Planificació Familiar i MTS de la Marina Alta i l'inclogué a la seua Cartera de Serveis dins del grup d'Unitats Especialitzades de Suport a l'Atenció Primària, depenent d'aquesta direcció però amb caràcter autònom. Quedaven integrats en la xarxa comarcal de Centres d'Atenció Primària.

Amb aquests recursos, a banda de la llavor assistencial, es desenvolupa la funció informativa destinada, principalment, a la població entre 13-14 anys de la Marina Alta en les matèries de fisiologia dels aparells reproductius, mètodes contraceptius i sexualitat. Així com l'inici de treballs d'investigació en la matèria que ens competeix i prevenció del càncer genital femení

Centre de Salut Sexual i Reproductiva (CSSiR)

La reestructuració dels recursos sanitaris comarcals ens porta a un nou destí, el Centre Sanitari Integrat (CSI) de Dénia, en les antigues consultes externes d'especialistes de l'Hospital de La Pedrera. A hores d'ara, podem completar la totalitat dels objectius de la Planificació Familiar d'una manera integrada. És a dir, aplicació de tots els mètodes contraceptius (inclosos els quirúrgics, coordinats amb els serveis d'Urologia i Ginecologia de l'Hospital Marina Salut), diagnòstic i tractament de malalties de transmissió sexual, assessorament i resolució de la interrupció voluntària de l'embaràs no desitjat (en col·laboració de clíniques concertades), consulta de sexologia, formació continuada sobre planificació familiar als alumnes de 13-14 anys i metges residents de medicina de família, prevenció del càncer

genital femení (coordinats amb el Servei d'Anatomia Patològica) i admissió i seguiment en reproducció assistida (col·laboració amb les unitats de reproducció assistida de l'hospital La Fe i l'hospital Clínic de València). Aquestes activitats produeixen treballs de investigació publicats en revistes científiques o presentats en congressos i reunions. En definitiva, es completen tots els objectius que conformen l'estructura d'allò que entenem per planificació familiar.

genital femení (coordinats amb el Servei d'Anatomia Patològica) i admissió i seguiment en reproducció assistida (col·laboració amb les unitats de reproducció assistida de l'hospital La Fe i l'hospital Clínic de València). Aquestes activitats produeixen treballs de investigació publicats en revistes científiques o presentats en congressos i reunions. En definitiva, es completen tots els objectius que conformen l'estructura d'allò que entenem per planificació familiar.

Epíleg

Ha estat un resum de la història d'un projecte on la col·laboració i l'esforç de polítics i professionals de la salut han aconseguit omplir un buit de l'atenció sanitària encallada en els tabús, els dogmes i l'obscurantisme, com era tot allò relacionat amb les relacions sexuals.

La planificació familiar a la Marina Alta ha sigut un exemple de projecte comunitari de salut en la unitat comarcal de caràcter preventiu i integral, on l'actor (en aquest cas, actriu) ha estat la dona, com a principal víctima de la ignorància i el dogmatisme en aquest camp. Ha estat conegut com el *Model de Dénia* i s'ha traslladat a la resta d'àrees de salut valencianes. A més, ha estat l'única a aconseguir tots els objectius inicials plantejats des del mateix moment del naixement de la planificació familiar.

Un dels majors èxits de la tasca d'informació/educació a tota la comunitat escolar de la comarca ha estat la disminució dels embarassos no desitjats entre els menors d'edat. Per altra banda, el protocol aplicat en la inserció del DIU (dispositiu intrauterí) ens ha permés tenir les taxes més baixes de fracassos de tota la Unió Europea.

La tasca educativa arriba fins el programa de pràctiques presencials destinades a Residents de Metges de Família en formació, mitjançant la inscripció del CSSiR a la Facultat de Medicina d'Alacant.

Una història que no haguera sigut possible sense la participació de polítics, professionals de la salut i gestors compromesos en fer realitat una necessitat comunitària preventiva prioritària, llavors abandonada.

El meu petit homenatge al catalitzador de l'empresa, professional, polític de grans qualitats i amic que ja no està present, Jaime Bertomeu Bolufer. No dubte que, allí on siga, assomarà el seu somriure guilopo, delator.



El pecat i la penitència

Joan Borja Sanz

Director de la Càtedra Enric Valor · Universitat d'Alacant

És un qualificatiu socorregut en la qualificació de l'actual pandèmia per COVID-19: inimaginable. Inimaginable? Depén... Segons com i per a qui! No per als experts: no per als veritables experts en salut pública i epidemiologia. Perquè, tal com li agrada recordar a l'admirat científic —i amic estimat— **Josep Bernabeu Mestre**, «aquesta pandèmia s'hauria pogut evitar». És precisament ell qui m'ho va observar: «Hi ha un document que es va fer públic el setembre de 2019 que es diu Un món en perill. És un informe elaborat per experts en què s'advertia que podria vindre una pandèmia d'aquestes característiques, causada per un nou virus que causaria afeccions pulmonars greus. O siga: que pràcticament només els va faltar posar, en aquest informe, el nom de la cosa: SARS-CoV-2. Però no hem estat capaços de reaccionar i d'estar preparats per a fer front a aquesta situació anunciada. Quan resulta que teníem totes les dades per a entendre que açò podia passar!»

Com que l'informe al·ludit per Josep Bernabeu, Un món en perill, és efectivament públic i es pot consultar lliurement en Internet, resulta constatable que, efectivament, l'OMS ja s'advertia el setembre de 2019 que —cite literalment—: «L'espectre d'una urgència sanitària global s'entreveu perillosament en l'horitzó. Si és certa la dita que “el passat és el pròleg del futur”, ens enfrontem a l'amenaça molt real d'una pandèmia fulminant, summament mortífera, provocada per un patògen respiratori que podria matar de 50 a 80 milions de persones i liquidar quasi el 5% de l'economia mundial. Una pandèmia mundial d'aquesta escala seria una catàstrofe i desencadenaria caos, inestabilitat i inseguretats generalitzada. El món no hi està preparat. Els brots afecten més intensament les comunitats amb menys recursos, per raó del dèficit d'accés als serveis de salut bàsics, a l'aigua neta i a la higiene. Això agreujarà la propagació de qualsevol patògen infecciós. Els factors amplificadors de les malalties, com el creixement demogràfic (i les conseqüents tensions sobre el medi ambient), el canvi climàtic, la densa urbanització, els increments exponencials dels viatges internacionals i el fenomen de les migracions —forçades o voluntàries— incrementen el risc per a totes les persones, pertot arreu. [...] Els països, els donants i les institucions multilaterals s'han de preparar per al pitjor.»

L'informe en qüestió és, en realitat, el primer «Informe anual sobre preparació mundial per a les emergències sanitàries» elaborat per la Junta de

Vigilància Mundial de la Preparació: un organisme independent en què participen, a títol personal, dirigents polítics, responsables de diferents organismes i experts en salut pública amb la direcció conjunta de la doctora **Gro Harlem Brundtland** (antiga primera ministra de Noruega i exdirectora general de l'Organització Mundial de la Salut) i el senyor **Elhadj As Sy** (secretari general de la Federació Internacional de Societats de la Creu Roja i de la Mitja Lluna Roja). Doncs bé: sembla cosa de no creure, però el fet cert i comprovable és que, entre les set mesures urgents que aquest document proposava prendre, hi havia —torne a citar textualment—: «la preparació davant d'una pandèmia provocada per un patògen respiratori de conseqüències nefastes».

Sorprenent? Esborronador? Profètic? No: potser no tant. Perquè aquest informe conjuntament assumit per l'Organització Mundial de la Salut i l'Organització de les Nacions Unides ve a ser com allò que popularment se sol dir del profeta **Nap**: «que endevina lo que sap». La Junta de Vigilància Mundial, senzillament, alertava sobre una situació que més prompte que tard resultava previsible en el nostre món hipertròficament desenvolupat, temeràriament profanat, densament poblat i patològicament farcit de desigualtats. Tanmateix, no per això deixa d'impactar la capacitat de vaticini que el document conté. Ara que ja s'ha complit llargament el primer any de la pandèmia per SARS-CoV-2 resulten especialment significatives algunes frases premonitòries: «El món està exposat al greu perill de patir epidèmies o pandèmies d'abast regional o mundial amb conseqüències devastadores: no solament en termes de pèrdua de vides humanes, sinó de desestabilització econòmica i caos social.» O bé: «La propagació ràpida d'una pandèmia ocasionada per un patògen respiratori letal comporta necessitats addicionals de preparació. Cal garantir inversions suficients per al desenvolupament de vacunes i tractaments innovadors, la capacitat de fabricació per al cas d'augment sobtat de la demanda, els antivírics de gran espectre i intervencions no farmacèutiques adequades.»

Encara hi podem llegir, una mica més avant, sempre en el mateix sentit: «El món no està preparat per a una pandèmia causada per un patògen respiratori virulent i que es propague ràpidament. La pandèmia mundial de grip de 1918 va afectar un terç de la població mundial i va matar 50 milions de persones, el 2,8% de la població total. Si avui en dia es produïra un contagi semblant, en un món

Els factors amplificadors de les malalties, com el creixement demogràfic, el canvi climàtic, la densa urbanització, els increments exponencials dels viatges internacionals i el fenomen de les migracions, incrementen el risc per a totes les persones, pertot arreu.

amb una població quatre voltes major i en el qual es pot viatjar a qualsevol lloc en menys de 36 hores, podrien morir entre 50 i 80 milions de persones. A més dels tràgics nivells de mortalitat, una pandèmia d'aquest tipus podria causar pànic, desestabilitzar la seguretat i tenir greus conseqüències per a l'economia i el comerç mundials.» I en aquest últim sentit, l'informe no s'està de vaticinar —ai!—: «Les epidèmies i les pandèmies suposen un trastorn per al comerç i el turisme, dos dels principals motors de l'economia mundial.»

Vol dir-se: que potser no hi vam saber fer massa cas, de l'advertència; però advertits, estàvem advertits. I, no obstant això, comptem ja 122 milions de contagiats arreu del món, i més de tres milions dos-cents mil morts. I això —sempre donant gràcies!— a pesar que la COVID-19, per sort, només ha demostrat ser una patologia respiratòria «virulenta» en una minoria molt excepcional de casos. S'atreveix ningú a imaginar com hauria sigut la present crisi sanitària si, després d'uns dies d'incubació latent asimptomàtica (però amb capacitat de contagi!), el SARS-CoV-2 haguera provocat en tots els casos una afecció pneumològica greu, amb un índex de mortalitat superior al 95% (i no del 2% o 3%) —també en bebés, xiquetes, xiquets, joves i adolescents?

Caldria prendre consciència que, pel cantó de les anomenades malalties emergents, el nostre és, en efecte, «un món en perill». I crec que, precisament per això, hauríem de parar una major atenció a la veu dels experts que ens adverteixen sobre riscos, urgències, mesures i necessitats en matèria de medicina preventiva, salut pública i història de la ciència. Per això, no puc sinó fer-me ressò, ací, amb una encarida recomanació de lectura, d'un text que el mateix doctor Josep Bernabeu acaba de publicar aquesta setmana, al qual trobe que caldria parar una especial atenció: per l'oportunitat, per la coherència, pel compromís, pel coneixement de causa, per la clarividència, per la lucidesa.

Josep Bernabeu, que mediàticament hauria d'haver estat durant tot aquest últim any el Fernando Simón dels valencians —ai!—, ens recorda en un text humilment divulgat per mitjà de les seues xarxes socials la necessitat de fer balanç i de generar un debat ordenat i amb dades objectives sobre l'emergència viscuda. Reivindica l'oportunitat d'analitzar serenament les mesures amb què s'ha combatut la crisi i les conseqüències (sanitàries, socials, econòmiques, culturals i polítiques) que ha tingut i està te-

nint. Recorda les sol·licituds dels experts demanant una avaluació objectiva i independent de la gestió de la pandèmia. S'interroga sobre quantes morts i quants episodis de malaltia s'haurien pogut evitar si haguérem estat capaços d'aprendre, com tocava —i per mitjà de les oportunes avaluacions—, de la primera i la segona onada. Posa el focus sobre el drama d'alguns efectes col·laterals de la pandèmia: les cues de la fam, l'impacte sobre les malalties no COVID, l'increment de les desigualtats, les persones en risc d'exclusió social, etc. Es felicita per l'arribada de les vacunes, però ens recorda igualment que no són la solució definitiva, i que aquesta haurà de passar inevitablement, entre altres coses, per recuperar i atendre, al més prompte possible, l'agenda dels Objectius de Desenvolupament Sostenible —atés que es tracta d'un problema global i que, en conseqüència, també requereix ser tractat globalment, etc.

Ens invita el doctor Bernabeu, en últim terme, a «prendre consciència de les causes que ens han dut a aquesta situació i treballar per a corregir-les»: unes causes que apunten, sobra dir-ho, al canvi climàtic, les desigualtats socials, la negligència preventiva en matèria sociosanitària, els impetigens urbanístics, els models productius no sostenibles, etcètera. I apunta, així, la direcció en què es pot trobar l'única eixida possible per a l'atzucac en què ens trobem: «Són necessàries polítiques públiques valentes —escriu—. La història ens demostra que és reforçant el sector públic com podem superar pandèmies com la que ens està tocant viure. [...] Com ja va passar en anteriors crisis epidèmiques, si alguna cosa ens ha ensenyat la pandèmia és que cal prioritzar la salut. Quan no ho fem així, les conseqüències són més greus tant en l'àmbit sanitari com en el socioeconòmic. Només salvarem l'economia si salvem la salut.»

Fa ganes de dir: «Amén!» Documents així mereixen una visibilitat màxima. Ni que siga perquè, si més no, algú puga dir el dia de demà això que nosaltres hem volgut dir avui a propòsit de l'informe de la Junta de Vigilància Mundial, que l'Organització Mundial de la Salut i l'Organització de les Nacions Unides van presentar el setembre de 2019: que potser no hi vam saber fer massa cas, de l'advertència; però advertits, a fe que estàvem ben advertits. La lliçó és clara: o comencem a fer cas de veus coherents, compromeses, amb coneixement de causa, clarividents i lúcides —les veus de tots els Joseps Bernabeus del món de la ciència— o, com sempre, en el pecat continuarem portant la penitència.



Newton i l'epidèmia de pesta del segle XVII

Miguel Ángel Sanchis-Lozano

Departament de Física Teòrica, IFIC, Centre mixt CSIC · Universitat de València

Nicolás Sanchis-Gual

Instituto Superior Técnico · CENTRA · Universidade de Lisboa

Al llarg de la història de la humanitat sempre hi ha hagut epidèmies que han delmat la població amb conseqüències dramàtiques, tant a curt com a llarg termini. Per exemple, la lliberal i democràtica Atenes de **Pericles**, bressol de la civilització occidental, va patir una epidèmia deguda a la concentració dins dels murs de la ciutat de la població que fugia de la guerra del Peloponès contra Esparta. El mateix Pericles va perdre la vida a causa de la malaltia, i la polis va començar aleshores el declivi com a potència marítima, comercial... i cultural.

Ara bé, la primera gran pandèmia coneguda de la història, la pesta negra o bubònica, es va propagar per Euràsia al segle XIV produint milions de morts. La península ibèrica va perdre entre el 50 i el 60% dels seus habitants, i a tota Europa la població va passar de 80 a 30 milions de persones, una catàstrofe que va marcar la memòria col·lectiva de la humanitat. Com a curiositat, els metges de l'època, ignorants com eren de la naturalesa microbiana de la pesta (i de qualsevol malaltia infecciosa fins **Pasteur**), varen imposar empíricament i encertadament la quarantena com a remei per aturar la seua propagació. Per què quaranta dies? Doncs probablement perquè els metges (com tota la població) eren prou religiosos i el número quaranta apareix repetidament a la *Bíblia*: quaranta dies (i nits) va durar el diluvi universal, quaranta anys varen passar **Moisès** i el poble hebreu caminant pel desert fins arribar a la terra promesa, i quaranta dies va estar **Jesús** dejunant al desert sotmès a les temptacions de Satanàs. Es clar que quaranta era un número màgic per als creients.

La pesta mai no va desaparèixer del tot tornant una vegada i una altra. El 1665 es va desencadenar de nou l'epidèmia a Anglaterra. A Londres una cinquena part de la població (100 000 persones) va morir, la pudor era insuportable i fins el mateix rei **Charles II** va fugir de la ciutat i es va refugiar a Oxford.

En aquells moments **Isaac Newton** (1642-1727) estava estudiant a la universitat de Cambridge. Era un jove solitari i introvertit, que gaudia anant a llegir llibres a la biblioteca. Com tants altres, va haver de fugir al camp, a la seua aldea natal, Woolsthorpe, a 100 km de Cambridge i 170 km de Londres, per tal d'evitar la infecció.

Durant la seua estada de vora dos anys al poblet,

el jove Newton va tindre temps per a començar a desenvolupar les seues idees sobre òptica i la teoria del color, el càlcul diferencial i integral (anomenat per ell càlcul de fluxions) i les lleis del moviment i de la gravitació. Qualsevol d'aquests temes, per si mateix, li hauria garantit un lloc d'honor entre els físics més reconeguts de la història! Va ser el seu *annus mirabilis*, com després **Einstein** l'any 1905 amb la interpretació atòmica del moviment brownià, l'efecte fotoelèctric i la Teoria Especial de la Relativitat, una altra gran revolució en la ciència.

Per una banda, utilitzant un prisma i la llum solar es va adonar que la llum blanca està formada per colors diferents. Era un pas prou atrevit suggerir que la llum blanca, símbol social i religiós de puresa per excel·lència, era en realitat una combinació de tots els colors del espectre visible. Per assegurar-se, i en consonància amb l'esperit científic aparegut poc abans, va comprovar utilitzant un segon prisma que es podien tornar a combinar per formar blanc de nou. Assenyalem que, malgrat que **Galileu** havia establert el paper fonamental de l'experimentació en les ciències, va ser Newton el primer qui ho va utilitzar a fons marcant el camí del mètode científic modern.

Malauradament, el treball de Newton sobre el color i la refracció dins de la seua interpretació corpuscular de la llum (intuint el concepte de fotó), va trobar una forta oposició per part de **Robert Hooke** (1605-1703), que era partidari de la teoria ondulatoria de la llum, científic experimental de reconegut prestigi a l'època i aleshores president de la Royal Society. Ara sabem que, en realitat, ambdós tenien raó, doncs, la llum posseeix una doble naturalesa que es manifesta segons el tipus d'experiment: ona o corpuscle. Però per a entendre-ho be calia esperar fins el naixement de la primera teoria quàntica ja al segle XX amb **Planck**, **Bohr**, **Heisenberg**, **Einstein**...

L'enfrontament entre Newton i Hooke, estès també per culpa de la prioritat en la formulació de la llei de la inversa del quadrat de la distància de la força de la gravitació, va tindre conseqüències molt dolentes: Newton, que cal dir-ho era prou teclós i no oblidava mai una ofensa, no va publicar la seua teoria de la llum fins que Hooke morí, seguint una promesa. Diuen que inclús, essent el successor de Hooke com a president de la Royal Society, va fer despenjar (i

desaparèixer) l'únic retrat del seu «enemic» científic. Diuen també que la famosa frase aparentment humil: «Si he pogut veure més lluny que els altres, és perquè estic assegut sobre les espatlles de gegants», en realitat era una punxa a Hooke, molt baixet d'estatura.

Tan afectat estava Newton per la disputa amb Hooke, que va publicar la teoria de la gravitació (per insistència del seu amic Halley) en els seus *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica* molt després de la primera idea, quan una poma li va caure al cap durant el seu retir per la pesta. A banda de la gravitació, en els *Principia* va introduir el concepte general de força en estudiar el moviment dels cossos, creant així tota una branca de la física anomenada Mecànica Newtoniana.

Amb tal fi, va inventar el llenguatge matemàtic conegut ara com a càlcul infinitesimal i integral, en amarga i llarga disputa per la prioritat del descobriment esta vegada amb el polifacètic savi alemany

Leibniz! Aprofitem per dir que el nom d'aquest tipus de càlcul i l'extensió del seu coneixement per tota Europa es deu principalment a Leibniz i no a al reservat i desconfiat Newton.

Hauria aconseguit Newton aquests mateixos resultats tan espectaculars sense el temps de solitud i reflexió profunda per la pesta? Que l'amable lector/a traga la resposta al seu gust.

Isaac Newton es, sens dubte, un dels grans genis de la història de la ciència. El seu nom està associat a multitud de conceptes teòrics, però també experimentals: des del famós binomi al telescopi de reflexió inventat per ell, de la teoria del color i els anells d'interferència a la teoria de la gravitació universal i l'explicació de les marees. Inventà el càlcul diferencial i integral per a desenvolupar la mecànica ara anomenada newtoniana, amb la qual va desterrar per sempre la incorrecta i improductiva teoria aristotèlica del moviment.



Sir Isaac Newton envoltat de símbols d'alguns dels seus majors descobriments. (Il·lustració de Jean-Leon Huen, National Geographic Stock)

Racó matemàtic

La llei de la força gravitatòria inversament proporcional a la distància entre els cossos materials va ser intuïda per alguns físics abans de Newton, com ara Hooke o Halley, per tal d'explicar els moviments circulars i els líptics dels planetes i els cometes del sistema solar. De fet, Hooke va escriure a Newton proposant eixa llei en una forma primitiva i demanant-li la seua opinió. No va rebre cap resposta, típic del caràcter desconfiat de Newton. Al cap d'un temps, Newton mateix va presentar públicament la seua teoria de la gravitació universal entre dos cossos de masses M i m separats per una distància r , mitjançant l'expressió del mòdul de la força:

$$F = G \frac{Mm}{r^2}$$

on G es una constant (molt, molt menuda) universal anomenada de Newton en el seu honor i que es determina experimentalment.

Al moment, Hooke va exigir el reconeixement de la seua prioritat en el descobriment, enconant més encara la disputa amb Newton iniciada per la teoria del color.

En realitat la llei de la gravitació de Newton representa molt més que una llei matemàtica d'una força concreta (malgrat que aproximada, com molt després Einstein va corregir en la seua Teoria General): representa la unificació en la descripció de dos fenòmens físics aparentment inconnexos. Recordant la coneguda anècdota de la poma caient sobre el cap del savi (segons el mateix Newton, ja ancià, ocorregut durant el temps de retir a Woolsthorpe) la llei de la gravitació universal unifica la força que descriu el moviment dels planetes i cometes al voltant del Sol o la Lluna al voltant de la Terra, i la caiguda dels cossos a la Terra. Ara sembla lògic que tinguen una causa comuna, però calia un gran «cap», el de Newton, i una oportuna poma per a deduir aquesta íntima relació.



Els recursos hídrics de la Marina Alta

Planificació hidrològica i desequilibri infraestructural

Bruno J. Ballesteros Navarro

Institut Geològic i Miner d'Espanya

Introducció

La Marina Alta és una comarca natural constituïda per 33 municipis que s'estén sobre una superfície total de 767 km². Situada al nord de la província d'Alacant en el seu límit amb la província de València (figura 1), té una població de dret al voltant dels 175000 habitants, tot i que a causa de l'activitat turística desenvolupada en la seua franja costanera es poden superar els 500 000 habitants durant diversos mesos a l'any.

Des del punt de vista dels recursos hídrics, el territori presenta una marcada singularitat pel fet de proveir-se en la seua totalitat amb recursos subterranis propis, amb la sola excepció de les aportacions d'aigua que subministra la dessaladora de Xàbia. La petita presa d'aigua superficial al riu Molinell que, previ tractament, contribueix a l'abastiment de Dénia, també és considerada com a aigua subterrània, ja que aquest riu constitueix el drenatge de l'aqüífer d'Almudàina-Alfaro-Segària.

Com demostrarem al llarg d'aquest escrit, tot i comptar amb recursos suficients, a la comarca s'han donat situacions molt compromeses en les èpoques seques, com en l'any 1999 i en l'estiu de 2001, quan va ser necessari injectar aigua salobre en la xarxa d'aigua potable de la localitat de Xàbia per no provocar un problema sanitari. Per tal d'acabar amb aquest tipus de situacions, aquesta circumstància va propiciar la construcció d'una planta dessaladora d'aigua marina que va entrar en funcionament l'any 2002. Tot i així, més recentment, l'estiu de 2016 també es van generar problemes, amb el brusc tall de subministrament dels recursos que aquesta instal·lació aportava per al proveïment del terme municipal del Poble Nou de Benitatxell, fet que va generar una gran fricció entre els responsables polítics d'aquesta localitat i els de Xàbia.

Condicionants climàtics i geològics

El territori presenta certes particularitats en les seues característiques geogràfiques i geològiques que, en conjunt, el diferencien de la resta de les comarques de la província d'Alacant. Aquestes especificitats condicionen i influeixen de manera determinant en el cicle hidrològic i en les possibilitats d'aprofitament dels seus recursos hídrics.

En el sentit al·ludit, el principal element diferenciador és el clima, ja que les precipitacions mitjanes anuals estan normalment entre els 600 i 900 mm/any, amb valors per sobre dels 900 mm/any en localitats com Pego. Això fa que el territori supere la mitjana de la precipitació a escala nacional, un poc major de 650 mm/any, i reste fora del domini de l'anomenada Espanya seca, amb un tipus climàtic C2, és a dir subhúmit que, amb una mitjana tèrmica pròxima als 18 °C, només acusa dèficit hídric en els mesos centrals de l'estiu. El caràcter torrencial de les precipitacions, amb màxims de fins a 250 mm/dia, és també una altra de les característiques climàtiques del territori.

D'altra banda, l'orografia, juntament amb el seu caràcter litoral, confereix a aquesta comarca una accentuada compartimentació en conques hidrològiques individualitzades, entre les que destaquen les dels rius Gorgos i Girona, escassament jerarquitzades i de xicoteta longitud i extensió, que condicionen la disponibilitat de recursos superficials. A més, el territori no té tanques adequades per a la construcció d'embassaments, i les poques que n'hi ha es localitzen sobre formacions geològiques permeables que les fan inservibles per a tal fi. És el cas de la presa d'Isbert a la conca alta del riu Girona, únic intent de regulació superficial, construïda a mitjan segle XX i actualment abandonada per la incapacitat del got per retenir l'aigua emmagatzemada.

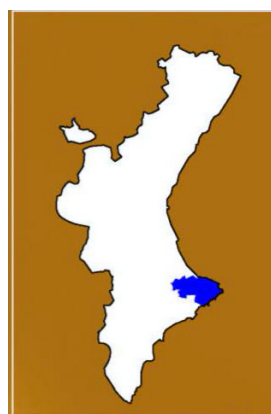


Fig. 1. Comarca de la Marina Alta



El tercer gran element que influeix en l'existència i en la forma de presentar-se els recursos hídrics a la Marina Alta és el que fa referència als aspectes geològics. Les formacions litològiques d'aquest àmbit geogràfic pertanyen al Domini Prebètic de les Serralades Bètiques, caracteritzat pel desenvolupament de sèries sedimentàries amb abundància de dipòsits carbonatats que tenen la propietat de presentar permeabilitat per fracturació i dissolució, i, per tant, amb capacitat per formar aqüífers. Aquest domini geològic presenta a més una acusada tectònica, traduïda en una forta compartimentació de les unitats litoestratigràfiques, que condiciona la distribució espacial dels aqüífers i, en conseqüència, la disponibilitat i manera en què poden ser aprofitats els recursos hídrics subterranis.

Aqüífers i recursos subterranis

A la comarca conflueixen diverses unitats hidrogeològiques i subsistemes aqüífers. Aquests són el Subsistema de Penyal-Montgó-Bèrnia-Benissa, més o menys coincident amb les Masses d'Aigua Subterrània (MASub) 080.165 Montgó, 080.166 Penyal-Bèrnia, 080.178 Serrella-Aixorta-Algar, 080.179 Depressió de Benissa i 080.180 Xàbia, segons la nomenclatura del Pla Hidrològic de la Demarcació del Xúquer (2015); l'Aqüífer de Salem-Albuerca-Gallinera-Mostalla, pertanyent al Subsistema de Solana-Almirall-Mustalla, equivalent a la MASub 080.162 Almirall-Mustalla; el Subsistema de la Serra de Segària que es correspon amb les MASub 080.167 Alfaro-Segària i 080.168 Migdia i, finalment, el Subsistema de la Plana de Gandia-Dénia, representat per les MASub 080.163 Oliva-Pego i 080.164 Ondara-Dénia.

Aquests dominis hidrogeològics i MASub presenten al seu torn compartimentacions i subdivisions, donant lloc a la formació d'aqüífers amb diferents característiques i condicionants que permeten ser estudiats de forma independent. En concret, s'han diferenciat 17 aqüífers amb més o menys interrelació entre si, dels quals la majoria, 14, (Albuerca-Gallinera-Mostalla, Almudaina-Alfaro-Segària, Migdia, Penyal, Cocoll, Carrascal-Ferrer, Necomiense de Parcent, Orba, Solana de la Llosa, Sinclinal de l'Gorgos, Depressió de Benissa, Cretaci de l'Girona, Jesús Pobre, Montgó), són de naturalesa carbonatada, és a dir, adquireixen permeabilitat per fissuració i/o carstificació, mentre que els 3 restants (Quaternari de Xaló, Pego-Dénia i Plana de Xàbia) són de tipus detrític i presenten permeabilitat per porositat intergranular (Fig. 2).

La grandària i rellevància de cada un d'aquests aqüífers, alguns dels quals transcendeixen els límits de la pròpia comarca, també és molt diferent. Amb l'exclusió de l'aqüífer Carrascal-Ferrer, pel fet d'estendre's majoritàriament fora de la Marina Alta i el seu drenatge tenir lloc fora d'ella, el més important en extensió és el de la Depressió de Benissa, que amb 248 km² suposa quasi el 29% de la superfície conjunta de tots ells. El segueixen els aqüífers que

voregen la marjal de Pego-Oliva, Almudaina-Alfaro-Segària i Albuerca-Gallinera-Mustalla, amb 190 i 165 km², respectivament, i a major distància Migdia amb 45 km². Els restants sistemes són molt més reduïts, sent el més xicotet l'aqüífer Neocomiense de Parcent, amb només 3,5 km² (taula 1). No obstant això, pel que fa als recursos hídrics, a causa de la irregular distribució dels afloraments de les formacions permeables i a les seues relacions amb altres elements hidrogeològics, com les lleres superficials, i hidrogeològics, com les interconnexions amb altres sistemes, el que disposa de majors volums és l'aqüífer de Albuerca-Gallinera-Mostalla amb 57,1 hm³/any (Taula 1).

En conjunt, els 17 aqüífers definits a la comarca disposen d'un total de 165,0 hm³/any de recursos propis en sentit estricte (exclòs l'aqüífer de Carrascal-Ferrer), que corresponen a la infiltració directa d'aigua de pluja, estimada en 140,4 hm³/any, als retorns de reg, 10,2 hm³/any, i a l'alimentació procedent de les lleres superficials, 14,4 hm³/any (Fig. 3).

Als recursos anteriorment esmentats hem d'afegir les aportacions laterals procedents d'unitats externes a aquest territori que alimenten de forma subterrània els aqüífers de la comarca, el volum estimat és de 14,5 hm³/any. La suma dels valors anteriors suposa uns recursos totals de 179,5 hm³/any (Taula 1 i Fig. 3)

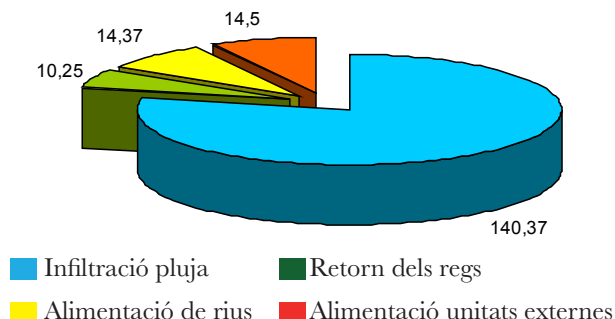


Fig. 3. Origen dels recursos hídrics subterranis de la Marina Alta (hm³/any)

Les demandes

Un dels problemes que presenta el territori, com tots els de característiques similars, és la gran variabilitat en la demanda urbana a causa de la intensa activitat turística (el 60% del consum anual es concentra en els tres mesos estivals), que fa que durant els períodes secs es patisquen de forma cíclica problemes de subministrament que afecten els principals nuclis urbans (Benissa, Calp, Dénia i Xàbia). També, en àrees pròximes a la costa té lloc un fort desenvolupament de l'activitat agrícola amb un important consum de recursos, la satisfacció del qual hem de compatibilitzar junt a la de l'abastiment urbà. Finalment, hi ha demandes mediambientals que cobrir, centrades en la marjal de Pego-Oliva.

Les demandes hídriques teòriques de la comarca per a ús urbà ascendeixen a prop de 23,0 hm³/any, i les agrícoles a 73,5 hm³/any amb els quals es reguen 10 043 ha dedicades quasi íntegrament

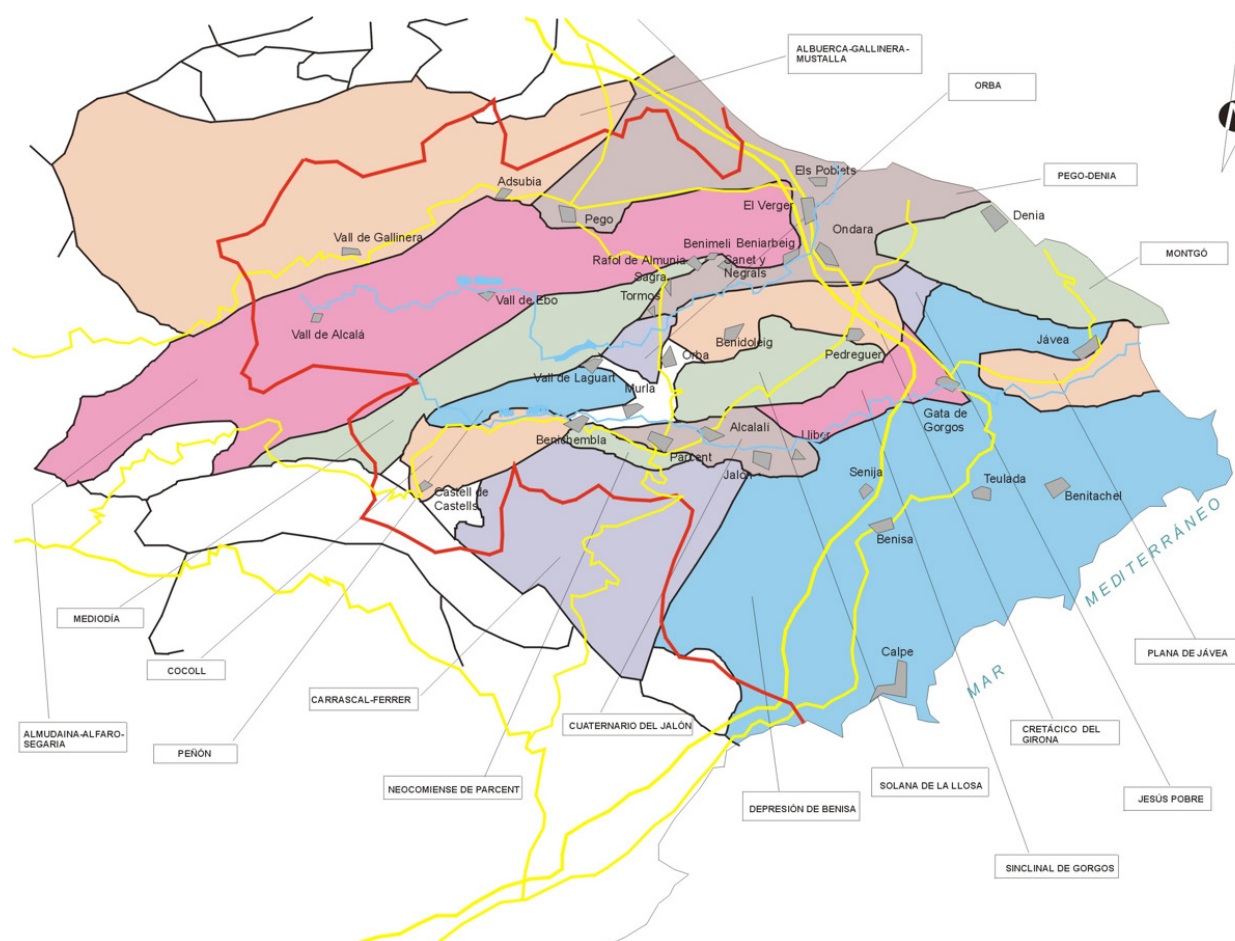


Fig. 2. Aqüífers de la Marina Alta

Taula I: Aqüífers de la Marina Alta. Superfícies i recursos hídrics

Aqüífer	Superfície total		Superfície permeable		Recursos hm³/any
	km²	%	km²	%	
Cocoll	16,9	2,0	15,1	2,6	3,00
Peñón	14,6	1,7	12,0	2,1	2,12
Neocomiense Parcent	3,5	0,4	0,0	0,0	2,40
Quaternari de Jalón	15,0	1,7	15,0	2,6	3,05
Orba	6,0	0,7	6,0	1,0	3,52
Solana de la Llosa	35,0	4,1	30,0	5,2	9,40
Sinclinal de Gorgos	24,0	2,8	20,0	3,5	4,10
Depressió de Benissa	248,0	28,8	102,0	17,8	17,50
Cretàcic del Girona	20,0	2,3	6,0	1,0	3,90
Jesús Pobre	4,0	0,5	2,0	0,3	0,80
Montgó	39,0	4,5	11,0	1,9	4,70
Plana de Xàbia	11,0	1,3	11,0	1,9	4,20
Mediodía	45,0	5,2	38,0	6,6	14,39
Almudaina-Alfaro-Segàr	190,0	22,0	140,0	24,4	26,40
Albuera-Gallinera-Mustalla	165,0	19,1	140,0	24,4	57,10
Pego-Dénia	25,0	2,9	25,0	4,4	44,03
TOTAL	862,0	100,0	573,1	100,0	179,5(*)

(*) A la suma d'aquests recursos se li han restat les transferències entre aqüífers (21,11 hm³/any) per comptabilitzar-se doble

(94%) al cultiu de cítrics, corresponent la resta a cultius herbacis. Amb això s'obtenen uns requeriments globals de 96,5 hm³/any, quedant incloses les demandes mediambientals en les agrícoles, ja que el manteniment de la marjal de Pegó-Oliva està estretament relacionada amb la pràctica del conreu de l'arròs que en ella es realitza.

Els aprofitaments

La distribució dels aprofitaments és molt irregular, i el grau d'explotació dels diferents sistemes és també molt variable. Els volums més elevats es donen a l'aqüífer de Pegó-Dénia, amb 28 hm³/any, seguit de Albuera-Gallinera-Mostalla, amb 19,7 hm³/any, Almudaina-Alfaro-Segària, amb 13,53 hm³/any, i Solana de la Llosa i Migdia, amb 12,32 i 11 hm³/any cadascun (figura 4).

L'aigua consumida per a proveïment urbà, d'acord amb el que s'exposa en epígrafs anteriors, i sempre amb l'excepció de la subministrada per la dessaladora de Xàbia, procedeix en la seua totalitat dels recursos generats en els seus aquífers. El volum total explotat per a aquest ús, referit a la primera desena d'aquest segle, és de 30,5 hm³/any (amb un rendiment global de les xarxes de distribució pròxim al 60%), als quals cal afegir els 2,7 hm³/any extrets de l'aqüífer de Albuera-Gallinera-Mostalla fora de la comarca, de manera que s'obtingria un total de 33,2 hm³/any.

Per la seva banda, els aprofitaments agrícoles, entre els quals es troba l'ús d'importants brolladors, especialment a la marjal de Pegó-Oliva, s'han estimat en 75,4 hm³/any, volum lleugerament superior a la demanda teòrica (73,5 hm³/any). D'aquesta manera els recursos utilitzats arriben als 108,6 hm³/any (figura 4 i taula 2).

Segons els usos a què són destinats, entre els aquífers amb aprofitaments per a consum urbà destaca molt per sobre de la resta el de Solana de la Llosa, on s'extreuen 8,0 hm³/any amb aquesta finalitat, li segueix Almudaina-Alfaro-Segària, amb 4,1 hm³/any, i Migdia amb 3,7 hm³/any. Pel que fa als usos

agrícoles, destaquen els relacionats especialment amb la marjal de Pegó-Oliva, com són els aquífers de Pegó-Dénia amb 22 hm³/any, Albuera-Gallinera-Mostalla amb 16,82 hm³/any i Almudaina-Alfaro-Segària amb 9,4 hm³/any. També a escassa distància es troba Migdia amb 7,28 hm³/any.

És important posar de relleu que l'aprofitament de les aigües subterrànies en aquest territori es veu dificultat per l'existència de fenòmens hidrogeològics relacionats amb el caràcter litoral dels seus aquífers més importants i amb els problemes de salinització associats que això comporta.

Estat dels aquífers

Com ja ha estat comentat, els aquífers definits a la comarca de la Marina Alta presenten grans diferències entre ells, tant des del punt de vista de l'extensió superficial i dels recursos, com de la qualitat de les seues aigües subterrànies i dels volums explotats. El factor resultant entre els recursos disponibles i les extraccions determinarà l'existència o no d'un dèficit hídric que, en el primer cas es traduirà en el descens dels nivells piezomètrics i/o en el deteriorament de la qualitat de l'aigua i, en el segon, en l'existència de cabals amb possibilitat de ser aprofitats de forma sostenible. Segons el que s'ha exposat, es poden establir tres grups de característiques diferents (figura 5 i taula 3).

Aquífers excedentaris

En aquests aquífers els recursos superen àmpliament a les extraccions i, en principi, podrien disposar de recursos aprofitables compatibles amb les sostenibilitat del sistema. A la Marina Alta són els d'Almudaina-Alfaro-Segària, Albuera-Gallinera-Mostalla, Penyal i, en menor mesura, Migdia, Depressió de Benissa i Pegó-Dénia, malgrat l'existència en certs sectors de problemes de salinització local natural potenciada pels bombaments (serres de Mostalla i de Segària, i algunes àrees de la Depressió de Benissa). En aquest grup també es troben, tot i que com a cas especial, els excedentaris que tenen compromesos part dels seus recursos en l'alimentació d'altres, on els cabals transferits són totalment o parcialment utilitzats. És el cas dels aquífers de Cocoll, Orba, Quaternari de Jalon i Sinclinal de Gorgos.

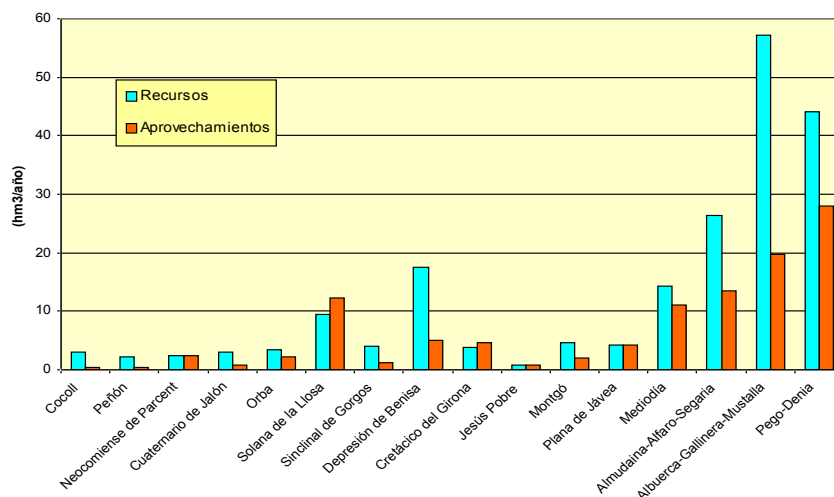


Fig. 5. Recursos i aprofitament dels aquífers de la Marina Alta.

Taula 3: Recursos i aprofitaments dels aquífers de la Marina Alta (Primer decenni segle XXI)

Aquífer	Volum aprofitat (hm ³ /any)		Total aprofitat (hm ³ /any)	Recursos (hm ³ /any)	Déficit/Superàvit (hm ³ /any)
	Ús Agrícola	Ús Urbà			
Cocoll	0,30	0,05	0,35	3,00	2,65
Peñón	0,30	0,05	0,35	2,12	1,77
Neocomiense Parcent	0,88	1,52	2,40	2,40	0,00
Quaternari de Jalón	0,78	0,02	0,80	3,05	2,25
Orba	1,79	0,43	2,22	3,52	1,30
Solana de la Llosa	4,32	8,00	12,32	9,40	-2,92
Sinclinal de Gorgos	1,02	0,28	1,30	4,10	2,80
Depressió de Benissa	1,95	3,05	5,00	17,50	12,50
Cretàcic del Girona	4,23	0,41	4,64	3,90	-0,74
Jesús Pobre	0,73	0,07	0,80	0,80	0,00
Montgó	0,94	1,06	2,00	4,70	2,70
Plana de Xàbia	2,00	2,20	4,20	4,20	0,00
Mediodía	7,28	3,72	11,00	14,39	3,39
Almudàina-Alfaro-Segàr	9,40	4,13	13,53	26,40	12,87
Albuerca-Gallinera-Mustalla	16,82	2,88 (*)	19,70	57,10	37,40
Pego-Dénia	22,70	5,30	28,00	44,03	16,03
TOTAL	75,44	33,17 (*)	108,61 (*)		

(*) Inclou 2,7 hm³/any extrets fora de la Marina Alta

Aquífers amb sobreexplotació volumètrica

Es tracta d'aquells sistemes en què l'explotació excessiva dels seus recursos ha modificat de forma substancial el seu funcionament hidrogeològic, circumstància que ha causat la desaparició dels seus brolladors i sortides naturals, és a dir, el drenatge de sistema es realitza exclusivament a través de bombaments. Dins d'aquest tipus d'aquífers es poden diferenciar els que es troben en "sobreexplotació activa", el balanç hídric del quals és defi-

citar encara que aconsegueixen certa recuperació durant períodes especialment humits, com són els aquífers de Solana de la Llosa i Cretaci del Girona. En aquests casos, els seus brolladors deixen de brollar i no tornen a recuperar-se fins ocasions molt excepcionals, com va passar amb el brollador de l'Alberca, drenatge natural de l'aquífer de Solana de la Llosa, que després de quasi 20 anys sec va sorgir de nou durant diversos mesos a mitjans de la passada dècada.

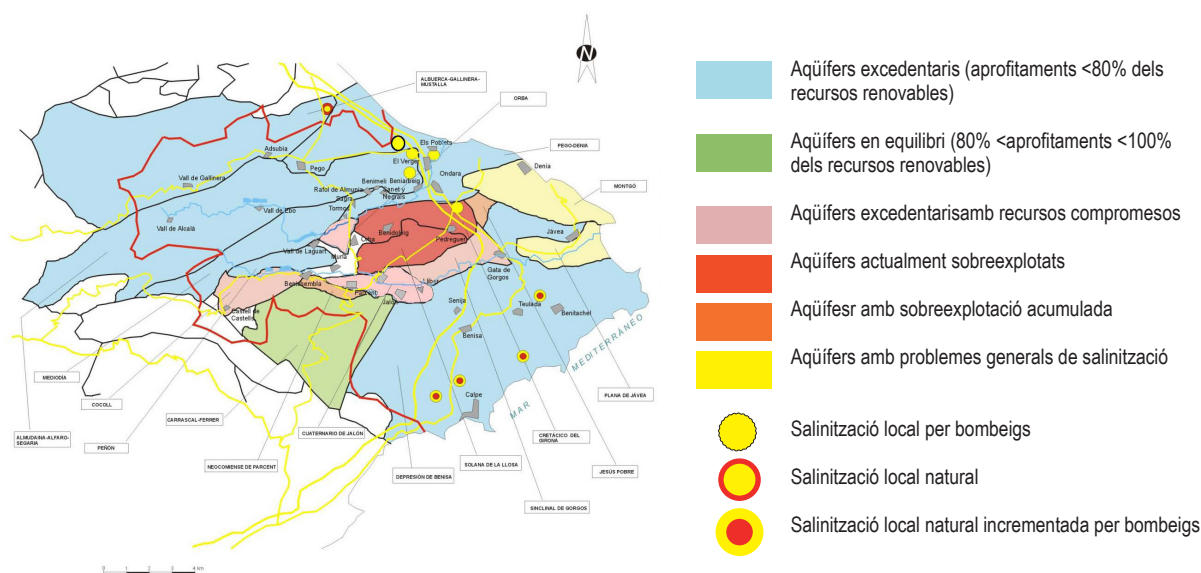


Fig. 6. Estat dels aquífers de la Marina Alta

Aqüífers amb problemes de salinització

Si s'atén a la qualitat de les aigües, algunes unitats, com el Montgó i la Plana de Xàbia, presenten problemes de salinització general, ja que al trobar-se en connexió hidràulica amb la mar, i a causa de les extraccions realitzades, han estat afectades per processos de contaminació per intrusió marina, circumstància que limita l'explotació dels seus recursos. Això no obstant, per la dinàmica del procés intrusiu, poden donar-se salinitzacions locals o sectorials en la resta d'aqüífers costaners de la comarca, tal com succeeix en els aqüífers de Pego-Dénia a la zona de la Xara-Poblets i Torrecarral, així com a la marjal de Pego-Oliva a causa de les extraccions de la finca del Rosari, si bé aquestes últimes han decrescut en els darrers anys. També a l'aqüífer Almudaina-Alfaro-Segària, a l'entorn de la serra de Segària, les aigües presenten un elevat contingut salí.

Un aspecte a ressaltar, i que cal tenir molt en compte per al disseny d'una adequada planificació hidrològica del territori i de l'aprofitament dels recursos hídrics subterranis, és que la salinització es manifesta de manera molt acusada en els aqüífers amb permeabilitat per fracturació i dissolució, circumstància que els fa sensibles als processos d'intrusió marina. Aquests sistemes són proclius a ser salinitzats per processos intrusius d'origen natural, que localment poden ser potenciats per l'explotació dels recursos subterranis. En el sentit comentat, hi ha zones amb aigües d'elevat contingut salí que res tenen a veure amb l'activitat humana, com els sectors més orientals dels aqüífers d'Almudaina-Alfaro-Segària i Albuercas-Gallinera-Mostalla on en el límit amb la veïna província de València es localitza la Font Salada. No obstant això, el cas més rellevant

de salinització natural d'aigües subterrànies té lloc a l'aqüífer de la Depressió de Benissa. Es tracta d'un sistema hidrogeològic especialment complex en què les aigües presenten elevada salinitat en una bona part de la superfície. En règim natural el sistema és drenat a través de les surgències submarines d'aigües salobres de la cova del Moraig a Benitatxell i, esporàdicament, a través del brollador-engolidor de Toix a Calp. Este últim funciona, excepte en esdeveniments torrencials importants, com a dispositiu d'entrada d'aigua de mar cap a l'aqüífer, causant la salinització de les aigües subterrànies del seu sector meridional. D'altra banda, al sector septentrional els processos de salinització natural són potenciats pels bombaments existents en l'entorn de Teulada-Benitatxell.

El desequilibri infraestructural com a origen de l'estrès hídic

Les dades exposades en els apartats anteriors mostren l'existència d'una desigual distribució entre els recursos disponibles i els aprofitaments hídrics de la Marina Alta. Aquesta situació pot ser corregida mitjançant una adequada planificació consistent en la redistribució de les explotacions entre les diverses unitats segons els recursos de cadascuna d'elles, i en la millora de la gestió. Amb aquestes actuacions es podrien eliminar els problemes que pateix la comarca, centrats essencialment en els proveïments de les poblacions de Dénia, Xàbia, Benissa i Calp, ja que tant les demandes existents al territori, 96,5 hm³/any, com els volums reals aprofitats, 108,6 hm³/any, són molt inferiors als recursos de què disposa, avaluats en 179,5 hm³/any.

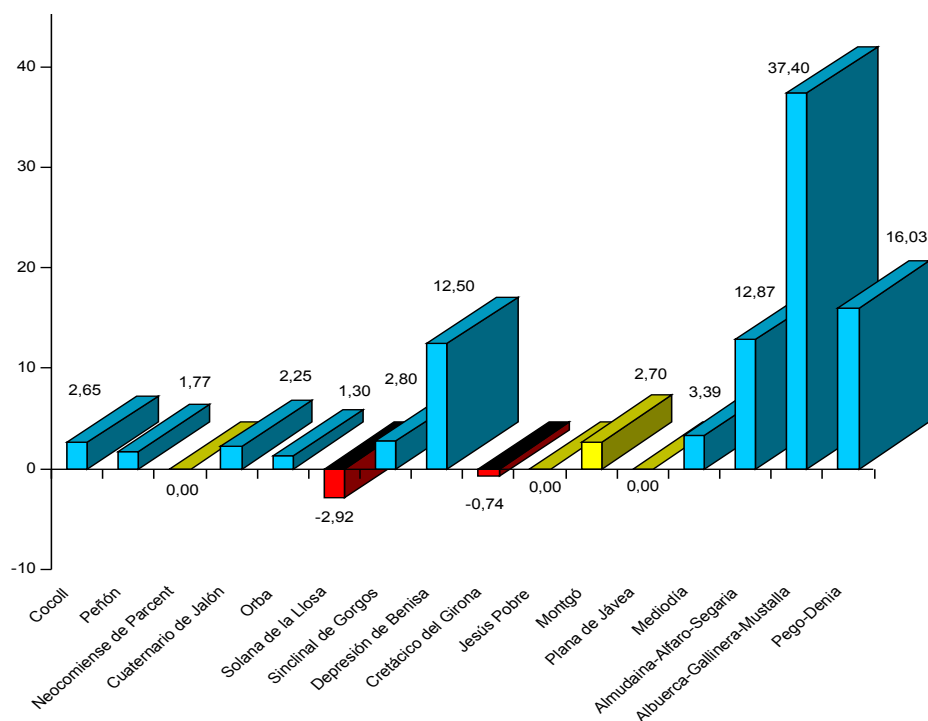


Fig. 5. Dèficit/superàvit dels aqüífers de la Marina Alta en hm³/any. En blau aqüífers excedentaris, en vermell aqüífers deficitaris i en groc aqüífers amb d'intrusió o amb sobreexplotació estàtica.



De l'anàlisi realitzada es dedueix que en realitat no existeix "dèficit hídric" com a tal, és a dir, dins del territori no hi ha manca de recursos en sentit estricte, sinó que aquest es troba sotmès al que podria denominar-se "estrès hídric" o "situació per la qual en un determinat sistema de gestió de recursos no es pot satisfer la demanda generada en algun dels elements de consum degut a un inadequat disseny de sistema de subministrament o una deficient planificació". En el cas estudiat aquesta mala planificació resideix en el desigual aprofitament dels aqüífers, especialment dels captats per a l'abastament urbà, fet que ha provocat la sobreexplotació dels més in-

(proveïments urbans de Xàbia, Dénia, Pedreguer i Gata de Gorgos) .

Sobre açò cal aclarir que l'entrada en funcionament de la dessaladora de Xàbia ha fet disminuir progressivament la pressió de les extraccions a l'aqüífer, fet que ha permès una lleugera recuperació. També cal indicar que treballs més recents apunten a que els recursos de l'aqüífer de la Depressió de Benissa són de quasi el doble als que hem contemplats ací. Si es confirma aquest punt, s'incrementaria d'una forma positiva les possibilitats de millora i optimització dels aprofitaments de recursos subterranis a la comarca.

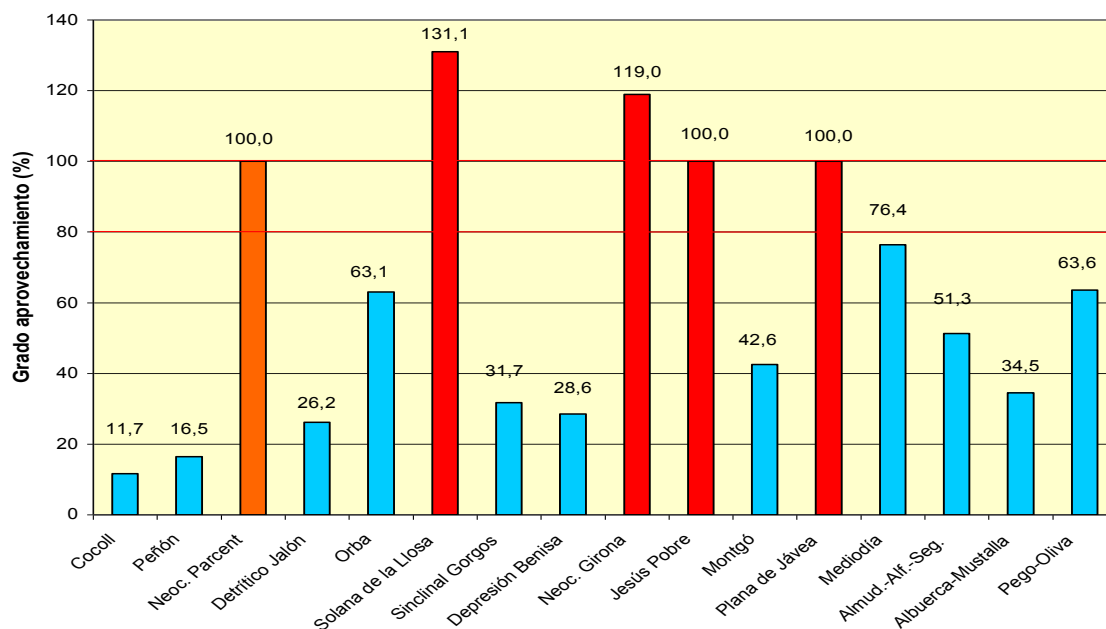


Figura 7. Grau d'aprofitament dels aqüífers de la Marina Alta

tensament utilitzats per a aquest fi, limitant per tant la disponibilitat d'aigua amb la qual poder satisfer les demandes.

L'esquema exposat mostra, per tant, l'existència d'un clar "desequilibri infraestructural" al territori a causa de l'inadequat disseny dels sistemes d'aprofitament, al centrar les extraccions en uns pocs aqüífers i quedar altres amb una utilització mínima. Aquest desequilibri pot ser expressat de manera numèrica a partir de l'índex que estableix el grau d'utilització dels aqüífers, o relació entre els seus aprofitaments i els seus recursos renovables (figura 7).

Amb aquesta expressió s'obté una visió objectiva de la situació i permet una millor presa de decisions per a la correcta planificació hidrològica. Els resultats posen de manifest la forta pressió soferta per alguns aqüífers com el Cretaci del Girona, Jesús Pobre, Neocomiense de Parcent i, especialment, Solana de la Llosa que amb el 4,7% dels recursos del territori suporta el 11,3% dels aprofitaments totals i el 24,12% dels usos urbans. En aquest últim cas, el volum explotat supera en un 31% el volum dels seus recursos, el que és indicatiu de l'elevat risc de col·lapse dels elements de consum que l'utilitzen

Consideracions finals

A la comarca de la Marina Alta es posen de manifest les diferències existents entre diversos conceptes que cal tenir en compte en la planificació hidrològica d'un territori, com ara dèficit hídric, estrès hídric i desequilibri infraestructural, aspectes que deuen ser considerats i analitzats detalladament. En el sentit esmentat, es mostra clarament com zones amb recursos suficients per cobrir àmpliament les demandes, com és aquest cas, són considerades erròniament com a deficitàries a causa de l'existència d'un inadequat disseny en els sistemes d'aprofitament, circumstància que es troba en l'origen de les situacions d'escassetat i manca de recursos soferta recurrentment pels seus elements de consum.

No ser conscient d'aquests tipus de situacions pot conduir fàcilment a la presa de decisions que impliquen elevats costos energètics i financers, com ara la importació de recursos aliens o la dessalació d'aigua de mar.

AGRAÏMENTS

La major part d'aquest article es basa en els estudis realitzats pel Institut Geològic i Miner d'Espanya i la Diputació Provincial d'Alacant al llarg dels últims 40 anys, en el marc dels successius convenis de col·laboració subscrits entre ambdós organismes.



Present i futur de la gestió de l'aigua a Xàbia

Enrique Cabrera

Catedràtic emèrit de Mecànica de Fluits · Universitat Politècnica de València

Introducció

El passat 22 de març es va celebrar el Dia Mundial de l'Aigua, presidit pel lema «El valor de l'aigua», el més encertat de tots els que s'han fet des que el 1993 les Nacions Unides el van instaurar. Ens convida a reflexionar sobre el seu incalculable valor, tot i que el preu que per ella paguem és baix, majorment considerant que arriba fins a l'aixeta de casa nostra. Una quantitat molt inferior a la que paguem per altres serveis prescindibles, com la llum o la telefonia. Això ho evidència la Taula 1 que detalla l'esforç que suposa disposar d'aquests tres serveis bàsics en diversos països d'Europa (Martínez i col., 2009). Es calcula dividint el cost del metre cúbic d'aigua i la renda per càpita disponible. El resultat (a Espanya, 0,0032%) es normalitza, adoptant com a referència (valor 100) la mitjana del conjunt. És per això que la Taula 1 incorpora, bé que indirectament, el poder adquisitiu del ciutadà de cada país, demostrant quan barata és (només a Itàlia és menor) i com serveis menys necessaris requereixen més esforç.

En efecte, mentre a Espanya el preu mitjà de l'aigua urbana és d'1,7 €/m³ (cicle complet) a Dinamarca, la més cara del món, és de 8,3 €/m³, una diferència difícil d'entendre. Perquè, com és que a Dinamarca, un país on l'aigua és abundant, el preu de l'aigua és quasi cinc vegades superior al d'Espa-

nya? Dos fets ho expliquen (Larsen, 2016). En primer lloc, perquè tots els costos, inclosa l'amortització de les infraestructures, es recuperen. Sobre això, convé recordar que, encara que en el medi natural l'aigua és gratis, per a portar-la a l'aixeta del ciutadà cal captar-la (dels pous de Pedreguer o de la mar, en el cas de Xàbia), transportar-la, desinfectar-la (o, si s'escau, dessalar-la) i distribuir-la. I també recollir-la amb el drenatge urbà per a, després, depurar-la (el seu ús la degrada) abans de retornar-la al medi natural o reutilitzar-la.

Segueix, per tant, un llarg recorregut a través de canonades i instal·lacions la construcció de les quals va exigir grans inversions que cal mantenir i renovar amb les tarifes dels qui la utilitzen. A Espanya això no és així. Amb la il·lusió de gaudir d'un servei imprescindible s'accepta l'esforç econòmic de la primera inversió, en general laminada amb aportacions de l'Estat, del Govern Regional o amb fons europeus. Però, el manteniment i la renovació és diferent. És una despesa menor, sí, però continua. I el ciutadà entén que, adquirit un dret essencial, l'Ajuntament ha d'assumir la major part d'aquests costos, mostrant-se reticent a qualsevol pujada tarifària. Com a molt, increments al compàs de l'IPC. Conclusió, no hi ha diners per a renovar les grans infraestructures.

País	Aigua	Electricitat	Telefonia
Alemanya	164%	103%	65%
Dinamarca	163%	84%	155%
Grècia	130%	59%	118%
Hongria	129%	149%	217%
Regne Unit	115%	84%	90%
França	113%	70%	92%
Xipre	107%	111%	35%
Bèlgica	98%	88%	110%
Països Baixos	92%	89%	102%
Àustria	88%	73%	42%
Portugal	84%	163%	129%
Lituània	81%	92%	78%
Romania	75%	143%	105%
Suècia	68%	71%	68%
Espanya	54%	83%	115%
Itàlia	40%	140%	79%



EL PREU DE L'AIGUA A EUROPA

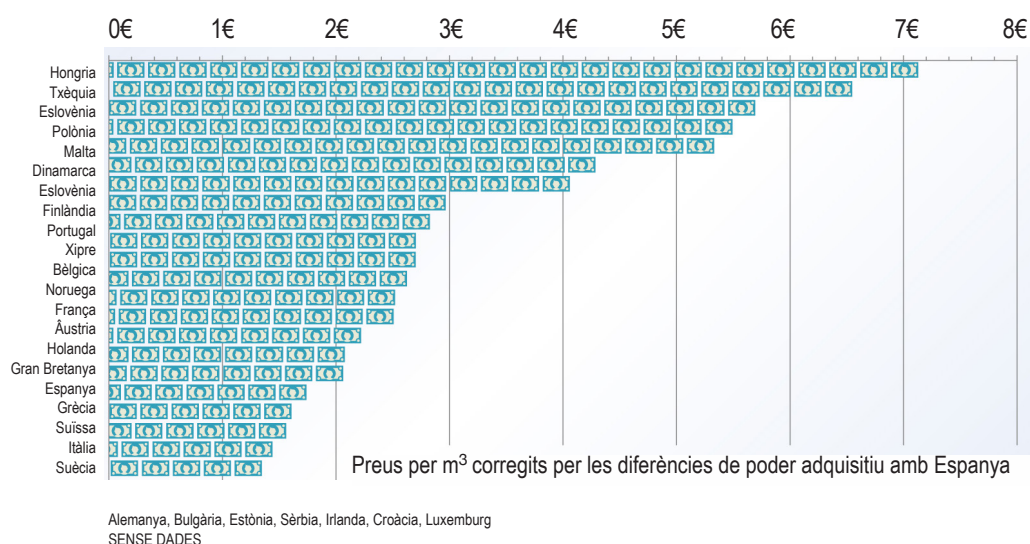


Figura 1. Preu del m³ del cicle de l'aigua en diversos països d'Europa (Locken Ibèrica, 2020)

EL PREU DE L'AIGUA A ESPANYA

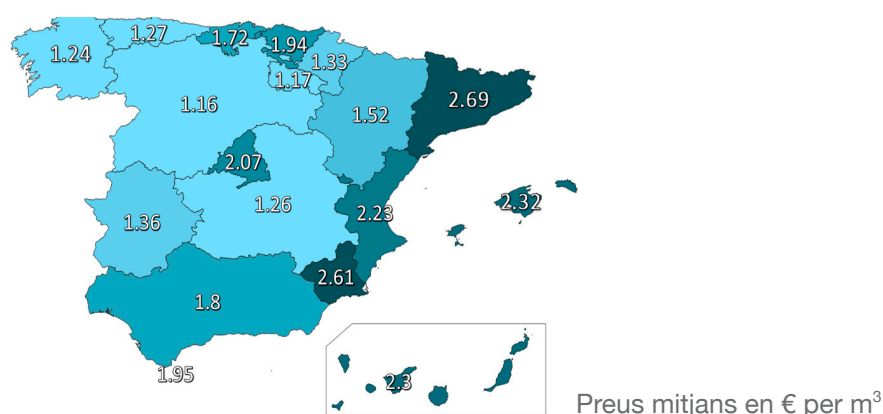


Figura 2. Preu total del m³ del cicle d'aigua per Comunitat (Locken Ibèrica, 2020)

Una falta de renovació més acusada en el drenatge i la depuració que en el subministrament. I s'entén. Als països que recuperen els costos, les dues últimes etapes del cicle urbà suposen 2/3 de la tarifa, ja que les inversions són més grans (les canonades del drenatge tenen diàmetres molt superiors a les de l'aigua potable).

No obstant això, a Espanya, com evidencia l'última estadística de l'INE, succeeix el contrari. El preu mitjà de l'aigua potable va ser d'1,17 €/m³ per 0,78 €/m³ el del sanejament i depuració (INE, 2020), en línia amb les tarifes de Xàbia, on el preu mitjà del m³ d'aigua (1 €) duplica el del drenatge més la depuració (AMJASA, 2020). Incomprensible.

La Figura 2, que mostra el preu global per autonomia (Locken Ibèrica, 2020), ho confirma. Amb una

gran variabilitat, hi ha un denominador comú, preus molt baixos.

La segona raó, menys rellevant que la primera, són els impostos ambientals, a Espanya inexistents. Només cal dir que Dinamarca grava, amb quasi 1 € cada m³ d'aigua elevat des dels aquífers, impost que obliga a millorar l'eficiència de les xarxes, augmentant la sensibilitat del ciutadà perquè, com **Cervantes** ens recorda, «el que costa poc s'estima en menys». Convé, per tant, tornar al lema «el valor de l'aigua», recordant la diferència entre preu i valor (utilitat). Per a això, res com comparar dos béns contraposats, aigua i diamants. Aquests tenen un preu elevat i escassa utilitat. Amb l'aigua passa el contrari. Però el ciutadà, ho va dir **Quevedo** (*poderoso caballero és Don Dinero*), avantposa el preu al valor.



Parlem d'un bé de què depèn la vida. Tampoc no hi ha sense aire ni energia natural, solar o gravitatòria (l'energia antròpica, com l'elèctrica, és recent). Però mentre que l'aigua de vegades escasseja, fent-la més valuosa, els altres béns abunden. També explica que la història de l'enginyeria de l'aigua siga la més brillant de totes les que ha escrit la humanitat. Ací estan, és un exemple, els aqüeductes romans, com el de Segòvia. En grandiositat només pot competir l'arquitectura històrica. Però mentre que els grans temples honoraven els déus, les obres hidràuliques milloraven la qualitat de vida. No pot, per tant, estranyar-nos que des del 2010 siga un dret humà universal. Ni que constituísca la pedra angular de l'Agenda 2030 amb els seus 17 objectius de desenvolupament sostenible (ODS). El sisè, «Aigua neta i sanejament», se centra en la seua gestió encara que, per la seua transversalitat, condiona els altres setze. Perquè, com aconseguir els tres primers ODS (fi de la pobresa, fam zero o salut i benestar) sense la seva bona gestió?

Si ens atenem al que va escriure **Machado**, tot neci confón valor i preu, aquesta cultura de l'aigua ha creat molts necis hídrics. Per això, només amb una educació ambiental que s'adeqüe al que el segle XXI ens exigeix, els ximpls esdevindran assenyats. Tant de bo aquest article ajude a diferenciar-ho, perquè aquest és el seu objectiu.

L'aigua a Xàbia

Els reptes a què Xàbia ha d'enfrontar-se coincideixen amb els de qualsevol ciutat mediterrània. Però abans d'analitzar-los, convé referir-se al marc local en què s'han d'abordar. Un marc que és, per dues raons, idoni. D'una banda, l'existència d'AMJASA, empresa pública municipal, evita la mal anomenada polèmica (a Espanya només s'externalitza la prestació de servei, no la propietat de sistema ni la de el recurs) entre aigua pública o privada. Un debat, a més, descentrat perquè allò important és proporcionar un servei de qualitat al menor cost possible, cosa que depèn de l'eficiència i la capacitat dels decisors, no del tipus de gestió.

Una polèmica sempiterna en un servei que va nàixer a la segona meitat de segle XIX. Un dels primers conflictes (originat el 1875) va succeir a Birmingham (**Thackray**, 1990) on l'ajuntament va comprar el servei a inversors privats perquè «el subministrament d'aigua als ciutadans és assumpte del major interès i l'han de controlar els seus representants, no especuladors».

La història es repeteix poc després a Amsterdam (1898). La ciutat expropià el servei als seus promotors ja que «no els interessava ampliar la cobertura. Els preocupaven més els beneficis que donar un servei de qualitat» (**Swemmer**, 1990). Com veiem, el temps passa, els arguments perduren. Una destinació, Birmingham i Amsterdam, compartida a l'inici, divergent després, perquè avui Anglaterra és, pel que fa al servei d'aigua, paradigma del que és

privat, i Holanda referència del que és públic. Però el debat continua perquè a l'argument a favor de la cosa pública (no es pot especular amb l'aigua), s'oposa el que justifica la privatització, la superior eficiència de les empreses privades, cosa que, així cal admetre-ho, en ocasions és certa. Perquè les empreses públiques són sovint oficines de col·locació de persones sense preparació vinculades als que manen.

Però clar, una empresa pública amb professionals qualificats no ofereix punts febles. És la solució ideal per als que pensem, i en això insistim, que l'objectiu principal d'aquest servei és oferir un servei de qualitat al menor cost possible. AMJASA camina en aquesta direcció, i com més es professionalitza, major serà el seu prestigi, sempre necessari per a superar turbulències.

L'aigua ha d'estar allunyada de l'arena política, ja que la millora en la gestió és un assumpte tècnic recolzat en una bona educació ambiental. Per això, AMJASA és una empresa clau que Xàbia ha de mantenir. Només així podrà encarar amb èxit els reptes de futur.

La segona raó que permet a Xàbia mirar el futur amb optimisme és econòmica. Com que l'aigua urbana haurà de recuperar els seus costos (així consta en la Directiva Marc de l'Aigua, UE, 2000), les tarifes augmentaran, cosa que no és un problema si el servei té una economia d'escala suficient i la renda per càpita mitjana dels ciutadans permet aquest augment, sense generar conflictes socials, les tarifes vigents. D'altra banda, el punt de partida ho possibilita perquè les tarifes actuals són baixes i progressives (el preu del m³ d'aigua potable se situa en la forqueta 0,15 €/m³ - 1,86 €/m³) amb un límit inferior sorprenentment baix. També ho són, ja s'ha dit, les tarifes de clavegueram i de depuració (AMJASA, 2020). Però convé tenir les idees clares. Poden ser les que són pels subsidis. Però amb les administracions endeutades, i encara més després de la COVID, la primera font de subsidis no dona més de si. I, amb relació als fons europeus, possiblement estiguem davant de l'últim tren, els 140.000 milions d'euros de Brussel·les per a reactivar l'economia post-COVID. Però en el mitjà-llarg termini, un futur ple de reptes, s'haurà d'assumir únicament amb recursos generats per les tarifes dels abonats.

En segon lloc, com que les tarifes vigents no s'han modificat des de fa més d'una dècada, els diners de les noves tarifes (per allò que hem exposat, notable haurà de ser l'augment del drenatge i la depuració) només poden tenir un ús. Descartats els beneficis (AMJASA és empresa pública) aquests recursos s'hauran de dedicar exclusivament a millorar les infraestructures. El superior cost de l'aigua no es qüestionarà si el servei és de qualitat, si hi ha encert en les inversions i si hi ha transparència. El ciutadà ha de saber en què s'han invertit els diners destinats a finançar i a fer més sostenibles aquests serveis públics



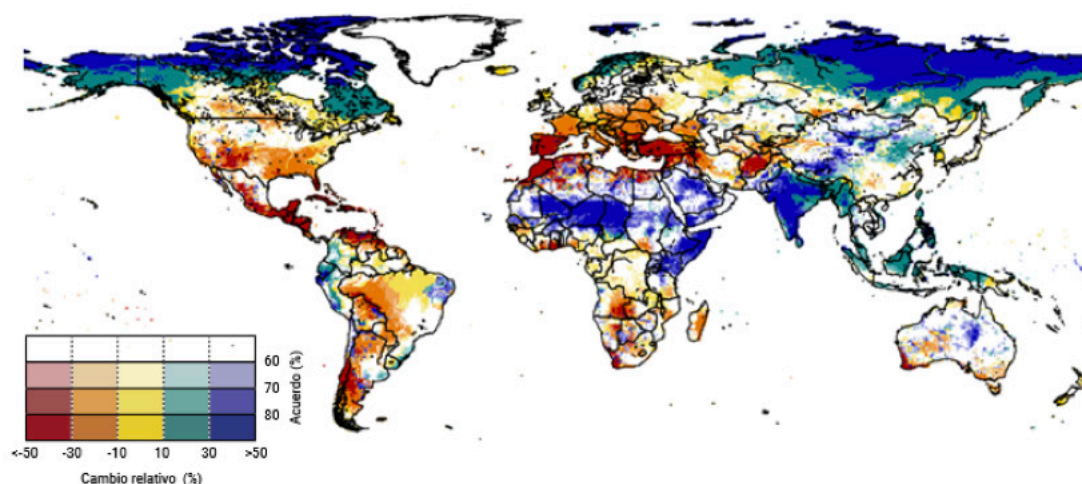


Figura 3. Variació dels recursos hídrics pel canvi climàtic (Schewe et al., 2014)

Els grans reptes

El futur que ens espera no s'assemblarà al present que coneixem, perquè el canvi climàtic que l'activitat de l'home ha generat, és imparable i cal minimitzar el seu impacte (la Figura 3 resumeix els seus efectes més visibles). No queda una altra alternativa. Com es veu a la figura, a Espanya li toca la pitjor part. Una predicció, amb el punt de mira en el 2050, que està ací. Per unanimitat, els models climàtics anticipen una reducció dels recursos del 30% a l'50%. Per contra, hi ha altres zones en què la disponibilitat augmentarà, si bé en les zones més habitades (amb l'excepció de l'Índia) els recursos minvaran. I a la reducció de recursos hem d'afegir la major freqüència de fenòmens hidrològics extrems (sequeres i inundacions).

En síntesi, encarar el nou escenari exigeix millorar l'eficiència i la qualitat de l'aigua urbana, i també un drenatge més sostenible i el foment de l'economia circular en la gestió de l'aigua.

a) La millora de l'eficiència i de la qualitat.

Aquest és un repte amb dues línies d'actuació. En primer lloc, evitar les pèrdues d'aigua en el transport i distribució. Un repte gens senzill pels 650 km de

longitud de la xarxa (Figura 4), valor que, expressat en quilòmetres de xarxa per habitant, és, per les característiques de Xàbia, superior a l'habitual. Té, a més, un traçat complex que abasteix usuaris situats a cotes molt diferents, des del nivell de la mar fins a 201 m d'alçada. I tot i que en els últims anys l'eficiència de la xarxa ha millorat notablement, encara queda un llarg camí per recórrer. Cal gestionar millor la pressió i cal anar renovant les canonades a un ritme superior a l'actual, cosa que exigeix augmentar l'esforç inversor.

La segona línia d'acció és gestionar la demanda per reduir el consum unitari dels abonats que, en alguns casos, és superior al que considerem raonable. És una estratègia que convé potenciar i que de vegades no és fàcil entendre perquè exigeix augmentar les tarifes per a mantenir els ingressos. En qualsevol cas, per les limitacions d'espai d'aquest treball, no ens estendrem en la seua anàlisi. I també cal millorar la qualitat de l'aigua per a reduir dràsticament el consum d'aigua embotellada, línia d'actuació ja oberta per AMJASA (Figura 5, esquerra) però que s'ha de potenciar encara més.

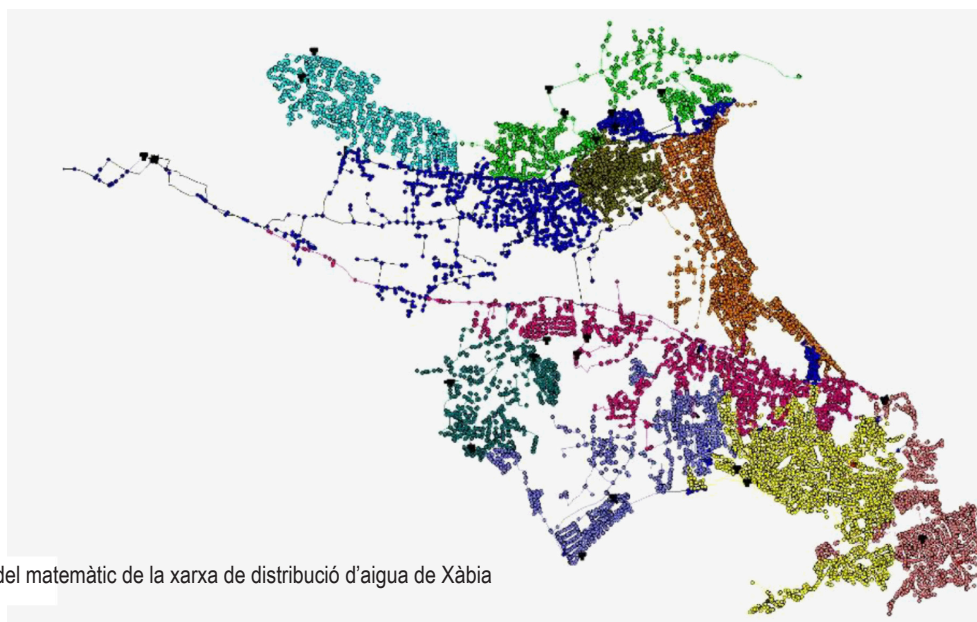


Figura 4.- Model matemàtic de la xarxa de distribució d'aigua de Xàbia

Perquè, tot i que la potabilitat de l'aigua està garantida, les raons per les quals es rebutja l'aigua de l'aixeta són organolèptiques. La cloració, un procés amb alternatives –encara que cares–, altera el gust de l'aigua i per a una societat capritxosa com l'actual, és motiu suficient per a no beure-la. Per això cal buscar alternatives a la desinfecció, menys intrusives que la cloració, perquè els inconvenients ambientals de l'aigua embotellada són notables. L'anàlisi del seu cicle de vida (des de la captació fins al punt de distribució) evidencia una despesa d'energia unitària descomunal, 2000 kWh/m³, unes 2000 vegades superior al consum energètic mitjà de l'aigua d'aixeta (Gleick i Cooley, 2009) i fins a 500 vegades superior a la de la dessalació (inferior a 4 kWh/m³) que Xàbia tan bé coneix. I encara més: el plàstic lligat i la despesa addicional que suposa un preu desgavellat, 1000 vegades superior al de l'aigua d'aixeta. Nova York, fins i tot gasifica l'aigua d'aixeta (Figura 5, dreta) per evitar-ho.



Figura 5.- Campanyes a favor de l'aigua d'aixeta. Esquerra, Xàbia. Dreta, Nova York.

Encara que en el medi natural l'aigua és gratis, per a portar-la a l'aixeta del ciutadà cal captar-la, transportar-la, desinfectar-la, distribuir-la i, també, recollir-la i depurar-la.



Figura 6.- Zona verda de la nova seu del BBVA a Madrid (Grup de treball ST-10, 2018)

b) L'aposta pel drenatge sostenible

Algunes àrees urbanes de Xàbia suporten inundacions urbanes. La impermeabilització del terreny i les pluges intenses generen vessaments que els sistemes de drenatge convencionals no poden alleujar. En aquestes zones és vital repensar els sistemes convencionals per a, a poc a poc, reconvertir-los en sistemes urbans de drenatge sostenible (SUDS), l'objectiu principal dels quals és que el sòl edificat es comporte com si no s'haguera impermeabilitzat. Això suposa urbanitzar la ciutat, però de manera que el resultat final a penes diferisca del comportament del terreny inicial no urbanitzat. La Figura 6 mostra una de les moltes realitzacions pràctiques que es vénen implementant. Un camí prometedor, encara que, certament, llarg.

c) El foment de l'economia circular en el cicle urbà de l'aigua.

Un dels grans problemes ambientals del desenvolupament econòmic és la generació de residus. I la manera de resoldre-ho és reutilitzant, una estratègia coneguda com a economia circular (en contraposició a la tradicional economia lineal) i per la qual la Unió Europea ha apostat amb decisió (EEA, 2016). En el marc de l'economia circular lligada a la gestió de l'aigua, un terme sobreesment, *reutilització* (UN, 2020). Ha d'estar en la ment dels que planegen el futur amb tres possibles línies d'acció, reutilitzar l'aigua depurada, la de pluja o la grisa.

Des de l'òptica de la quantitat, és l'aigua depurada la que ofereix més possibilitats. I encara que la reutilització més freqüent és el reg, n'hi ha altres usos interessants, com ara, la recàrrega artificial d'aquífers. L'exemple de l'*Orange County* de Califòrnia (Ormerod i Silvia, 2017) és notable.

La segona possibilitat és aprofitar l'aigua de pluja, emmagatzemant-la en aljubs per al reg posterior. Però s'ha d'activar amb incentius. Com a Alemanya on les tarifes del drenatge urbà inclouen un pagament extra per l'abocament d'aigua de pluja generat per l'escorrentia de l'edificació urbana. El seu import, proporcional a la superfície impermeabilitzada, (2 €/m² i any, a Berlín) en un edifici de 1000 m² suposa un cost addicional de 2000 €/any, quantitat que s'estalvia amb un aljub de pluvials. En pluges de llarga durada, l'aljub s'ompli i l'aigua acaba al drenatge urbà. Però el primer vessament, que és el que genera el major pic, es lamina.

La tercera estratègia és reutilitzar les aigües grises (Figura 7) una solució que, de vegades, es combina amb l'aprofitament d'aigua de pluja que, recollida a la teulada, s'emmagatzema en un dipòsit on arriben també, previ filtrat, aigües grises procedents de dutxes i altres usos. L'aigua gris no s'ha de confondre amb aigües negres procedents de rentavaixelles, cuines o sanitaris. Són aigües que només arrosseguen detergents i que, amb un filtrat que elimine greixos, es pot utilitzar en descàrregues de vàters, amb la consegüent reducció de la despesa d'aigua i el cabal a depurar.

Conclusió

El canvi climàtic i el creixement poblacional de ciutats costaneres, com Xàbia, exigeixen una gestió de l'aigua molt més eficient que l'actual. I no només ens referim a les fuites en una xarxa que en els últims anys ha millorat notablement. Parlem, sobretot, del consum excessiu d'alguns abonats, perquè ací està la bossa d'estalvi d'aigua més important. De fet, la majoria de les directrius apuntades en el paràgraf anterior, apunten en esta direcció. I és precisament la reducció del consum la que, en disminuir el volum facturat, també obligarà a revisar les tarifes. Però el premi final paga la pena: garantir la sostenibilitat del servei i el futur de les generacions properes.

Un canvi necessari que, com necessita temps, no es pot improvisar. En essència requereix tres línies

d'actuació. En primer lloc, cal educar ambientalment la ciutadania perquè les reformes exigeixen un sacrifici econòmic que s'ha d'acceptar. A això ens pot ajudar, sens dubte, el gran nombre de ciutadans del nord d'Europa que resideixen a Xàbia. En els seus països d'origen, el canvi ja s'ha iniciat. En segon lloc, és essencial que tots els decisors locals assumisquen, amb independència de la seua ideologia, la necessitat de canvi. L'aigua és un assumpte vital que exigeix un pacte local que quede completament al marge del debat polític. Seria el millor servei que un servidor públic pot fer per la seua ciutat perquè hi ha massa en joc com per a frivoltzar amb aquest assumpte. I, finalment, és molt important la tecnologia i la formació dels qui han d'implementar els canvis, perquè així seran més viables. Tot un repte del què depèn el futur de la ciutat i, per això, de les generacions futures. Sens dubte, val la pena intentar-ho.

Referències

- AMJASA, 2020. *Tarifas 2020 de abastecimiento y saneamiento*. Ajuntament de Xàbia.
- EEA (European Environment Agency), 2016. *Circular economy in Europe Developing the knowledge base*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016
- Gleick P. y Cooley H.S, 2009. *Energy implications of bottled water*. *Environmental research letters*. IOP Publishing Ltd. Londres.
- INE (Instituto Nacional de Estadística), 2020. *Encuesta sobre el suministro y saneamiento del agua*. Instituto Nacional de Estadística. Madrid.
- Larsen C.E, 2016. *Governance and Water Resource Planning in Denmark*. *Feria iWater*. Barcelona, 16 de noviembre de 2016
- Locken Ibérica, 2020. *Las infografías del agua en España y Europa. Una compliación del sector del agua*. Locken Ibérica. Madrid.
- Martínez A. Albiol C. y Masana J., 2009. *La financiación del ciclo del Agua en España. Problemática y retos de futuro*. Presupuesto y Gasto Público 57/2009: 51-75 Secretaría General de Presupuestos y Gastos © 2009, Instituto de Estudios Fiscales.
- Ormerod K.J. y Silvia L., 2017. *Newspaper Coverage of Potable Water Recycling at Orange County Water District's Groundwater Replenishment System, 2000–2016*. *Water* 2017, 9, 984; doi:10.3390/w9120984.
- Trackray D.E., 1990. *Privatization of water services in the United Kingdom. Urban Water Infrastructure*. NATO series. Vol 180, pp 173-188. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht.
- Schewe, J., Heinke, J., Gerten, D., Haddeland, I., Arnell, N. W., Clark, D. B., Dankers, R., Eisner, S., Fekete, B. M., Colón-González, F. J., Gosling, S. N., Kim, H., Liu, X., Masaki, Y., Portmann, F. T., Satoh, Y., Stacke, T., Tang, Q., Wada, Y., Wisser, D., Albrecht, T., Frieler, K., Piontek, F., Warszawski, L. y Kabat, P. 2014. *Multimodel assessment of water scarcity under climate change*. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos de América*, Vol. 111, No. 9, págs. 3245–3250. doi.org/10.1073/pnas.1222460110.
- ST-10 Grupo de trabajo, 2018. *Agua y ciudad: sistemas urbanos de drenaje sostenible*. Congreso Nacional del Medio Ambiente 2018 Fundación Conama. Madrid.
- Swemmer F.M., 1990. *Water supply technology and organization. Urban Water Infrastructure*. NATO series. Vol 180, pp 33-42. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht.
- UE, (Unión Europea), 2000. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de Octubre de 2000 (Directiva Marco del Agua). Diario Oficial de las Comunidades Europeas, de 22.12. 2000. Páginas L 327/1 a L 327/72
- UN (United Nations), 2020. *Water Reuse Within a Circular Economy Context*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), and UNESCO International Centre for Water Security and Sustainable Management.



La depuració d'aigües residuals

Antoni Bolinches Quero

Coordinador de Política d'Objectius de Desenvolupament Sostenible
Universitat Politècnica de Madrid

Costa fer-se la idea de la quantitat d'aigua que movem als pobles i les ciutats, i el que implica a l'hora de garantir-ne el subministrament. Penseu que cada persona "consumim" uns 200 litres d'aigua al dia entre beure, cuinar, llavar-se les mans i les dents, dutxar-se, tirar la cadena, etc. Per a un poble com Xàbia, d'uns 30.000 habitants en hivern, el volum diari necessari deu ser d'uns... 6 milions de litres al dia! Podeu imaginar que el volum a l'estiu és molt més superior.

El més curiós és que en realitat no consumim tota eixa aigua, en el sentit que consumim un plat d'arròs al forn. Després de dinar ja no hi ha arròs, ni botifarra ni cigrons, però després d'una dutxa, l'aigua segueix estant ací, un poc més bruta. Inclús, una gran part de l'aigua que bevem l'expulsem al cap d'unes hores pel desaigüe. De fet, més del 80% del volum d'aigua que ix per les nostres aixetes arriba al desaigüe contaminada per restes de sabó, deposicions, etc. Això fa més de 5 milions de litres d'aigües residuals al dia a Xàbia.

El primer pas: la canalització

I què fan les aglomeracions urbanes amb eixes aigües residuals? Tradicionalment la gent les tirava per la finestra al crit d'"Aigua va!" i anaven carrer avall. Ja vos podeu imaginar els problemes d'olors i d'higiene que podia generar aquesta pràctica. Amb el temps, es va fer un primer pas instal·lant canonades subterrànies que evacuarien l'aigua sense estar en contacte amb la població, per abocar-les al riu o si estava prop, directament a la mar.

Això que pareix tan senzill (a banda de la feïnassa de cavar els canals) no ho era tant perquè les xarxes de sanejament solen estar dissenyades per tal que les aigües residuals es moguen per gravetat, és a dir, pendent avall sense que ningú no l'espente. De manera que les aigües residuals d'una casa al carrer Major circulen cap a la placeta del Convent, i les del Mercat enfront de l'Església, cap al Portal del Clot sense que hagen d'invertir gens d'energia.

La millora d'higiene que va portar la canalització d'aigües residuals va ser un dels factors que van influir en el *boom* demogràfic dels darrers dos segles, ja que moltes de les malalties es transmetien per l'aigua. L'augment de la població i la concentració als nuclis urbans va fer que amb el temps no fóra prou evacuar les aigües residuals i abocar-les tal qual al medi ambient, que començava a ressentir-se.

Una altra millora: la depuració d'aigües residuals

I què vol dir això que el medi ambient es ressen-

teix? La sostenibilitat d'un ecosistema es basa en l'equilibri dels elements que el conformen. El fet d'abocar les aigües residuals directament al riu o a la mar pot comportar una concentració de contaminants que trenque aquest equilibri.

Anem a vore-ho en detall. Hi ha dos tipus de contaminants que han demostrat ser especialment perillosos per a les aigües residuals urbanes.

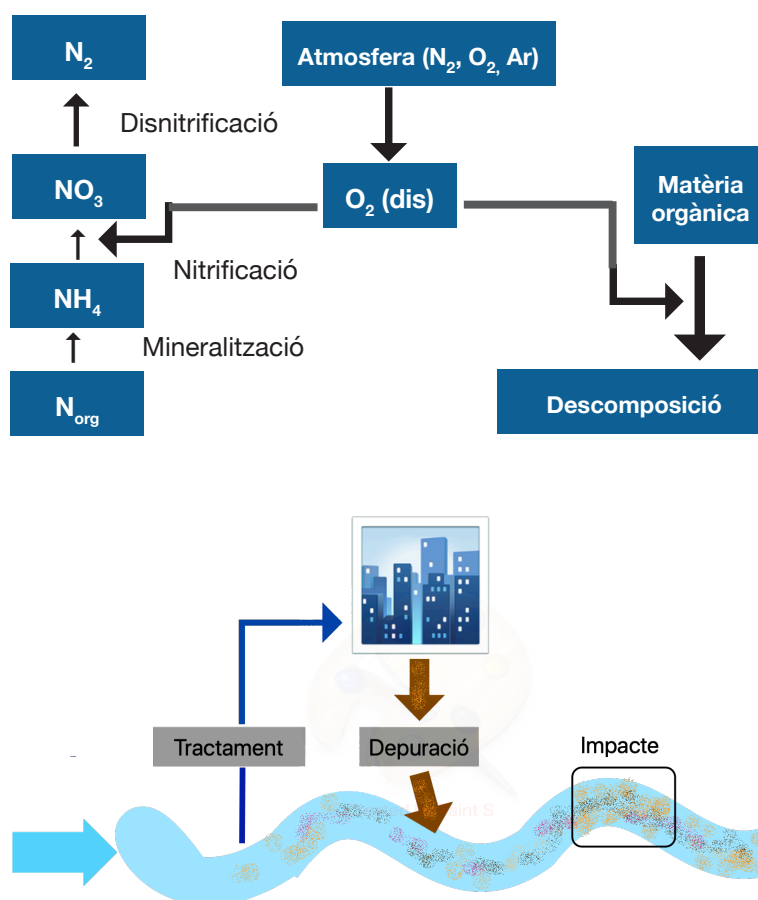
Un és la matèria orgànica en descomposició, que consumeix espontàniament l'oxigen que troba a mà. Si en tirem en gran quantitat a un medi aquàtic, podria arribar a consumir les reserves d'oxigen que hi ha dissolt a l'aigua i els peixos s'ofegarien (un peix ofegar-se?? Sí, els peixos també respiren oxigen!). Estem acostumats a pensar en l'oxigen com un gas, i la idea que estiga dissolt a l'aigua és poc intuïtiva, però si hi ha una cosa que caracteritza l'aigua i la fa essencial a la vida és la seua capacitat per dissoldre compostos molt distints, inclús gasosos. De fet, quan encetem un refresc, s'escapen les bombolles de diòxid de carboni gasós que hi havia dissolt. Breu, la senda d'evolució que han seguit els peixos els ha permés desenvolupar mecanismes per a extraure l'oxigen dissolt a l'aigua, i si aboquem contaminants que el consumeixen, l'ecosistema se'n ressenteix.

L'altre és el grup dels nutrients (nitrogen i fòsfor), que en grans quantitats podrien provocar un creixement exagerat d'algues. Aquest procés es diu *eutrofització* (literalment, "massa menjar") i és particularment clar en una bassa on no es renova l'aigua i que amb el temps es fa verda. Un abocament indiscriminat de contaminants a la mar podria posar en perill espècies com la posidònia. I com tots sabeu, Posidònia és Xàbia.

En quantitats menudes, la natura pot encaixar el colp. Si la matèria orgànica en descomposició consumeix oxigen dissolt a l'aigua d'un riu o de la mar, l'oxigen pot reposar-se a través d'intercanvi amb l'atmosfera o a través de la fotosíntesi de les plantes marines.

D'altra banda, a la natura hi ha bacteris que poden ajudar a descompondre els compostos de nitrogen i fòsfor en formes més inofensives. Ho podem veure amb un exemple. La nostra orina és, sobretot, aigua (un 95%), però també té un poc d'un compost orgànic anomenat urea, ric en nitrogen (de fet, els ronyons filtren la sang per treure'n aquest nitrogen que ens sobra). La urea es descompon ràpidament en NH_4^+ (amoni, per als amics), que podria arribar a ser tòxic en grans quantitats. L'amoni es pot oxidar a nitrat (NO_3^-), i el nitrat pot evolucionar a gas nitrogen (N_2), que és el component majoritari de l'atmosfera i no





comporta cap perill. Tots estos processos passen sense que ens n'adonem, però quan augmenta indiscriminadament la quantitat de contaminants, la natura podria no donar abast. Què fem en aquests casos?

El que fem és accelerar aquests processos artificialment en unes instal·lacions que es diuen plantes depuradores d'aigües residuals, de manera que les aigües que aboquem al medi no comporten cap perill.

Les depuradores més comunes consisteixen en una bassa per on passen les aigües residuals. Per uns conductes inferiors s'injecta oxigen de manera que es consumeix la matèria orgànica en descomposició abans d'abocar-la al medi. Altres depuradores més avançades també tenen una part on es força el procés del nitrogen per a eliminar l'amoní i els nitrats.

Una vegada tractada l'aigua, ja es pot abocar sense perill al medi. Bé directament al riu, o bé a través d'una canonada mar endins.



Les aigües residuals i l'economia circular. Figura adaptada a partir de la web <https://www.circle-economy.com/news/what-tracking-assets-can-do-for-the-circular-economy-2>

Els contaminants emergents

Però no acaba ací la història. Cada vegada prenem més medicines, i una part dels components els acabem eliminant pel desaigüe. És el que coneixem com a contaminants emergents, i encara no es comprén bé l'efecte que tenen sobre els ecosistemes receptors. En tot cas, les depuradores s'estan adaptant per a eliminar aquests contaminants de manera que no suposen una amenaça addicional al medi.

I si més que un rebuig, fóra un recurs?

La situació actual on pràcticament cada poble té la seua depuradora i molts ja estan construint plantes de reutilització d'aigües residuals no ha sigut fàcil d'aconseguir, i és el resultat d'un esforç gran en matèria d'inversions en infraestructures i sobretot d'una evolució de la legislació del medi ambient. Al llarg dels últims trenta anys, la promulgació de lleis nacionals i de directives europees ha anat restringint la quantitat de contaminants d'aigües residuals que una població pot abocar, de manera que s'ha evitat una degradació progressiva del medi ambient. Ara estem entrant en una segona fase on l'esforç regulador se centra en la revalorització de les aigües residuals.

Fins ara hem parlat de les aigües residuals com un problema a eliminar. Si desaparegueren en tirar la cadena, estaríem més tranquils? No hi hauria necessitat de clavegueres ni depuradores, i el rebut d'Amjasa seria més barat. Res més lluny de la realitat. Les aigües residuals són una font de recursos que a poc a poc estem aprenent a dominar.

D'una banda les aigües residuals són, sobretot, aigua. Si aconseguim separar els components químics que li sobren, aquesta aigua es pot reciclar per a altres usos. És el que fan precisament les plantes de reutilització d'aigües depurades. Són instal·lacions que arrepleguen les aigües de la depuradora i amb uns tractaments addicionals (bàsicament, eliminació de bacteris i virus que puguin restar) produeixen un aigua que es pot utilitzar per a regar cultius o netejar els carrers. De fet, la legislació actual ja implica que l'aigua residual regenerada siga més segura que l'aigua que extraïem d'un pou o d'un riu. A més, la tecnologia necessària per a aquests tractaments està disponible des de fa molts anys, i el major esforç se centra en disminuir els preus del tractament.

D'altra banda, eixos nutrients que poden tindre un efecte tan negatiu en el medi ambient poden vindre molt bé com a fertilitzants per als cultius. No s'inventa res nou, perquè, abans de l'arribada dels fertilitzants inorgànics, el fem ja es feia servir per a adobar els camps. Recordeu els cartells de "Nitrat de Xile"? Aquell nitrat és el mateix que hem vist abans en el cicle del nitrogen. Per compte de gastar diners en depurar les aigües i retirar aquest nitrogen sense saber què fer amb ell (com és el cas en moltes depuradores), i gastar més en fertilitzants nitrogenats, podríem aprofitar els nutrients de les aigües residuals directament per fertilitzar els bancals.

Les aigües residuals són, sobretot, aigua. Si aconseguim separar els components químics que li sobren, aquesta aigua es pot reciclar per a altres usos. És el que precisament les plantes de reutilització d'aigües depurades.

La legislació actual ja implica que el aigua residual regenerada siga més segura que l'aigua que extraïem d'un pou o d'un riu.

De fet, gran part de la investigació actual en matèria d'aigua consisteix en l'optimització dels processos de recuperació d'aigua reciclada i nutrients de les aigües residuals de manera que puguem aprofitar-los en un context d'economia circular més respectuós amb el medi ambient.

I si li fem una PCR a la depuradora?

La crisi del coronavirus ha afectat a tots els sectors de l'economia, l'aigua entre ells. Dins del drama que ha suposat l'aparició de la malaltia, hem tingut la sort que l'aigua no és un vector de transmissió. Des de les primeres setmanes de la pandèmia, l'Organització Mundial de la Salut ja va demostrar que no ens posaríem malalts bevent aigua. L'abastiment d'aigua potable i la retirada d'aigües residuals no han sigut un problema durant la crisi. I si no són un problema, poden ser part de la solució? El cas és que sí, i ja han començat a ser-ho. Una de les dificultats logístiques que s'han trobat les autoritats sanitàries per a identificar un brot com més prompte millor és la necessitat de fer centenars de proves a potencials malalts fins delimitar la zona afectada. Aquesta operació es pot facilitar enormement si per compte de fer proves individuals, es fa una prova a les aigües residuals de cada barri o zona que es vulga estudiar. De fet, els nostres investigadors estan desenvolupant protocols d'actuació per a analitzar sistemàticament les aigües residuals i detectar la presència de material genètic del virus, fins i tot, abans que el brot afecte a la infraestructura hospitalària local.

Com heu vist, el món de les aigües residuals està ple d'oportunitats que ens permetran viure en una major harmonia amb el medi ambient i amb un major aprofitament dels recursos que ens envolten. Penseu-ho la pròxima vegada que aneu a visitar el senyor Roca!



L'arribada de l'aigua potable a alguns pobles de la vall del riu Girona

Fernando Sendra

Professor jubilat de la UPV · Gandia

En una mirada superficial sembla, o pot semblar, curiós que passaren tants anys entre la gran tasca de buscar, trobar i connectar per mitjà d'una extensa i complexa xarxa de séquies i regadores les partides dels pobles de la vall per dur l'aigua destinada al reg de l'estrenada agricultura de regadiu -amb la substitució del conreu de secà, on predominava la vinya devastada per la plaga de fil·loxera- pels cítrics, i la primera connexió de l'aigua corrent únicament per a proveir les fonts públiques, i continuar després a poc a poc amb la xarxa urbana fins al moment que s'abastiren la totalitat de les cases de cada poble.

Una complicada i tardana mampresa de considerable envergadura, tant material com econòmica, que, *grosso modo*, comença els primers anys 1950 i conclou aproximadament a les darreries de la dècada dels 1960, amb lleugeres diferències temporals segons el municipi que considerem.

Amb referència a l'aigua dedicada al reg, recordarem que aquesta extensa transformació agrícola arranca els primers anys del s. XX i va ampliant-se al llarg dels anys 20 i 30 del mateix segle. Tot això ho fa possible la construcció o la remodelació de les caves, l'aprofitament eficient dels cabals de la Bolata i del riu Girona, però sobre les anteriors i justificades infraestructures, destaca l'aflorament de la cava del Ràfol l'any 1911, la qual va fer rendible amortitzar a curt termini les costoses despeses econòmiques necessàries per acoblar el complicat entramat de la xarxa de partidors, séquies i sequioles per a fer arribar el reg a tota la planura central de la vall; unes obres que van reflectir-se en les escriptures notariales de repartiment del reg entre alguns dels pobles i societats de regants el 1916.

Per tant, quina classe de raons expliquen la demora de pràcticament 50 anys entre disposar d'aigua per a l'agricultura i, per contra, no avançar en la destinada a abastir i alleujar les necessitats de la vida domèstica i urbana?

No tenim la resposta, però podem aventurar algunes causes. Una podria ser fer acomplir la dita -bé conscient o bé espontània- que afirma allò que abans és l'obligació i després la devoció, en el sentit que s'ha d'assumir, primer que res, posar en marxa la maquinària per endreçar l'economia de la zona -l'agricultura de regadiu- una volta superada la greu crisi del secà, i més avant dedicar-se a facilitar i millorar la vida mitjançant el benestar i la comoditat que representava disposar i distribuir aigua corrent

urbana, sempre que les circumstàncies ho feren viable.

Unes altres raons, i ben importants, són els entrebancs i les molèsties que suposaven per a la vida quotidiana les obres públiques, i també les despeses econòmiques particulars i municipals que reportaven.

Perquè hem de pensar que en els anys a què ens referim, les obres públiques i comunitàries es pagaven per mitjà de les *derrames* o aportacions extraordinàries, quan no amb aportacions en treball dels conveïns segons les cases o propietats que tingueren i les possibilitats econòmiques, les quals en general eren magres, per a completar les subvencions que podien vindre des dels organismes oficials.

Així, en una visió de futur immediat, les obres no sols devien aprofitar per dur l'aigua neta a cada poble i les seues cases, estripant els carrers i impedit la lliure circulació de carros i cavalleries, les quals tenien la parada en els quadres de cada habitatge; sinó que també havien de servir per a, amb el temps, preparar la xarxa d'evacuació o clavegueram de les aigües residuals o negres, aigües que fins el moment anaven sovint al carrer -de terror- i a les quadres, que barrejades amb les dejeccions de les cavalleries i de l'aviram domèstic, constituïen el fem, que era l'adob fonamental de l'agricultura del moment.

I també perquè eren uns temps en els quals els ajuntaments, sobretot si els pobles eren relativament menuts, de menys de 1000 habitants, no disposaven de pressupost ni disponibilitat ni autonomia per a decidir ni encarar unes obres de tanta importància, on tot ho centralitzaven les diputacions provincials i els governs civils. Res no es podia dur a terme sense l'autorització pertinent.

Així que, per les raons anteriors, i més que cap altra la incomoditat i la sagnia pecuniària que representava al conjunt de la població, les autoritats no es plantejaren que fóra una prioritat a solucionar en cada poble, ja que en aquells anys cada casa solia disposar d'un pou o cisterna, sovint amb safareig adossat.

A més dels nombrosos pous d'ús particular, solia haver-hi algun que altre pou públic o font on podien anar totes les veïnes del poble a omplir els cànters i les botiges: diem veïnes perquè les dones eren les encarregades de tals menesters i, pot ser, que per això les autoritats -sempre masculines- no tingueren en compte ni estimaren important i molt



menys urgent, resoldre el problema que, a més a més, pensaven que implicava només a les dones.

En relació als llavadors o safareigs públics ben pocs n'hi havia. Llavadors sols en tenien Orba, Benidoleig, Sanet i els Negrals i Sagra, en la resta de pobles la solució a esta quotidiana i feixuga faena l'aportava el riu, les séquies, les relacions familiars o la solidaritat de qui disposava d'un safareig al costat del pou casolà.

Ara bé, els municipis que es plantejaren encetar la via oficial per a aconseguir la desitjada xarxa d'aigua potable, sols reberen vagament el compromís, quasi mai ferm, de subvencionar part de les despeses per instal·lar fonts públiques pel poble, contribuir a la construcció del depòsit acumulador i regulador de l'abastiment de les fonts i, possiblement, edificar el llavador públic. I això no sempre ni per a tots els municipis.

Però quin o quins fets van esdevenir a mitjan dècada de 1950, perquè alguns ajuntaments canviaren la seua inicial actitud passiva i iniciaren les demandes per a obtindre el repartiment domiciliari d'un bé tan preuat?

Com sempre, els canvis els faciliten les lleis o els decrets governamentals. Entre ells fou decisiu el decret del 18 de desembre de 1954, el qual en els articles 5è-a i 6è-c encomana a les diputacions provincials que: *«realice los planes de abastecimiento de las aguas potables a los pueblos pequeños de menos de 1000 habitantes...»*.

A la vista del decret anterior, els municipis que satisfien els requisits iniciaren els tràmits per fer-lo efectiu.

A continuació indicarem particularitats que afecten alguns pobles de la vall del riu Girona per ordre cronològic.

Particularitats de cada poble

El Ràfol d'Almúnia

En un acta de l'ajuntament del dia 16 de novembre de 1950, s'envia un escrit al Govern Civil d'Alacant amb *«la solicitud de la traída de aguas para el abastecimiento de este pueblo... ante la notoria necesidad de abastecer a este pueblo de agua en cantidades suficientes para todas las necesidades del vecindario y en mejores condiciones que en la actualidad...»*.

Aquesta petició es justifica perquè s'acabava de completar el reg del terme amb la perforació i instal·lació del pou de sant Francesc de Paula- Grup Sindical de Colonització núm. 544, en 1951- per fer arribar el reg a la zona on no aplegava l'aigua cavallera de la cava.

Des de l'alcaldia, i sense esperar la lenta resposta de la superioritat o alta instància -burocràcia de l'època-, es construeix l'any 1952 un depòsit elevat -que encara resta- davant del motor i pou anterior per a enviar l'aigua a la font que es col·loca al bell mig de la plaça per a ús domèstic, i així evitar que les dones anaren al pouet o pou de les Gallines i

al de Molines, que eren els pous on acudien a per aigua, però situats a les afores.

Per a la xicoteta memòria històrica, comentar que la font va restar fins el mes de juliol de l'any 1970, però ja sense utilitat quan fou demolida.

En aquells anys es van dur a terme els tràmits per a edificar el llavador públic sobre la canal d'aigua des del pou anterior per a irrigar la part alta del terme i abastir la font de la plaça, cosa que va suposar una millora en la higiene i la comoditat de les dones, ja que evitava que anaren cada volta a les séquies o a la Bolata a llavar amb la post de fusta darrere. El llavador és una realitat des de 1954.

Però havien de transcórrer encara anys, oficis i tràmits de tota mena per a que l'aigua potable vaja a totes les cases, i això va materialitzar-se l'any 1960, encara que el primer depòsit acumulador i distribuïdor s'edificà al cim del calvari l'any 1962 a càrrec de la Diputació.

Ara bé, el municipi ja disposava d'aigua potable però no encara de clavegueram; per la qual cosa un escrit de març de 1963 dirigit a la superioritat diu: *«Este pueblo ya cuenta con el servicio de abastecimiento de agua potable, cuya obra se ha realizado por la Comisión Provincial de Servicios Técnicos de Alicante, pero carecemos en absoluto de saneamiento, o sea de alcantarillado, cuya obra es necesaria y de vital importancia para la salud pública de este municipio pues al disponer de agua corriente en las casas y haber aumentado considerablemente el consumo de agua por los nuevos servicios instalados, así como cuartos de aseo, duchas, etc., nos encontramos con la imposibilidad de su evacuación, resultando qué en algunas casas, el vertido se hace a la calle y en otros lugares donde producen focos de infección...»*.

Per aconseguir-ho, invocaren uns decrets del Ministeri d'Obres Públiques (MOP) de 17 de maig de 1940, de 17 de març de 1950 i, una volta començats els tràmits, el decret 2904 de 31 d'octubre de 1963; però hem de fer constar que el clavegueram no fou efectiu i complet fins l'any 1973, després d'un llarg camí fins mancomunar-se amb els pobles veïns de Benimeli i de Sanet i els Negrals, per tal que les aigües negres dels tres es tractaren en una única estació depuradora, que es posà en funcionament a finals de 1974.

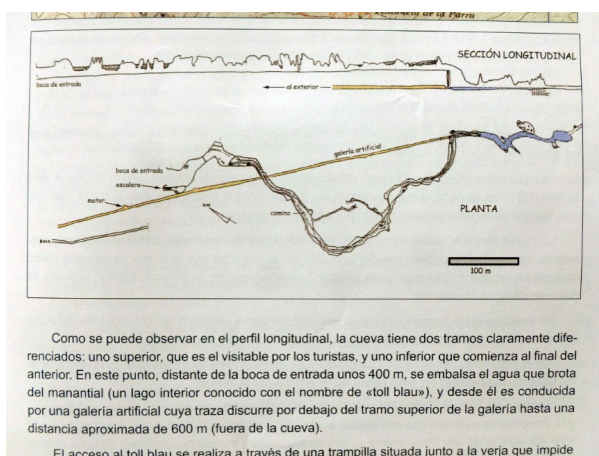
Benidoleig

El poble disposava (i disposa) del brollador de la cova de les Calaveres relativament allunyada del nucli urbà; així a principis del s. XX es va construir el llavador i s'habilità la font que recollia a l'eixida l'aigua de la cova, però sense cap més aprofitament que el reg de les hortes del voltant.

Mentre tant per a les necessitats domèstiques d'aigua tenien els pous públics de les Mules, de la Mata, de les Dos Girades i la Sénia situats entre les rodalies de la part oest i la sud del casc urbà.

Ara bé, de la mà de l'emprenedor **Luis Pérez** com a artífex -reconegut en el seu moment posant el seu





Esquema del perfil i la planta de la canalització del brollador de la Cova. (Font: *Los manantiales de la provincia de Alicante*. Primera parte, p. 57, 2003) i detall de l'interior de la galeria-túnel.

nom al carrer de la pujada a l'Església-, l'any 1956 comencen les obres per dur l'aigua de la cova cap al poble; això va implicar unes obres a l'interior de la cova.

Obres que, des de l'embassament del toll Blau, canalitzaren l'aigua cap a l'exterior per mitjà de la galeria-túnel, després d'enderrocar el llavador per aclarir l'esplanada de davant i permetre edificar la subestació elèctrica (1953), per allotjar la línia de potència i instal·lar les bombes hidràuliques que impulsaren l'aigua a través d'una séquia oberta. La séquia passava per la Llima de la Cova i duia l'aigua fins el primer depòsit nodrissa o remuntador de 1960 situat a la carretera d'Ondara.

Aquest depòsit connectava amb un segon depòsit regulador localitzat al camí Xaló del mateix any 1960, el qual donava la pressió necessària per a distribuir l'aigua al poble per gravetat. Ambdós depòsits foren finançats per la Diputació Provincial, junt amb les fonts repartides per uns indrets que facilitaren el subministrament bàsic de les cases fins que es dugueren a terme les obres de la xarxa de distribució per carrers i habitatges.

En concret, les fonts se situaren a la placeta de l'Església, el carrer de Baix, la placeta de les Malves, la plaça de la Senyoria, la zona del Castell i la font central a quatre cares i quatre aixetes a la plaça de la Diputació. Totes elles van romandre fins a mitjan dècada de 1970, menys la de quatre cares que encara afortunadament resta com a testimoni d'altre temps, però ara instal·lada a la plaça del País Valencià davant del nou edifici Consistorial.

Benidoleig, igual que el Ràfol, va disposar de l'aigua potable l'any 1960.

Tormos

Al gener de 1961 ja tenen completa la xarxa de distribució domiciliària de l'aigua potable.

L'any 1954 l'Ajuntament es posa en contacte amb la Confederació Hidrogràfica del Xúquer (CHX) per oferir-li el brollador de la Bolata i disposar d'allò necessari per portar el cabal adient al poble; així sol·licita el 1956 a la companyia Hidroelèctrica Al-

coiana per tal d'allargar una nova línia de potència des del transformador de Benimeli fins la Bolata per connectar la bomba hidràulica vertical del motor del brollador, la qual està llesta per a entrar en servei l'any 1958.

Durant el temps que duren les obres del motor i les de la xarxa, l'any 1957 i en paral·lel, es procedeix a situar dues fonts: una de quatre dolls a la plaça i altra simple a la part de baix del poble per cobrir les necessitats bàsiques, amb un ramal per a les escoles i l'altre per a l'ajuntament, així com aprofitar-ne els sobrants per abastir el llavador.

Sagra

Ha disposat des de sempre d'un cabal quasi permanent tot l'any procedent de la bonica font dels quatre dolls situada a l'albereda del poble.

Això va fer que el subministrament bàsic estigués quasi sempre garantit. Per altra banda, el cabal continu de la font esmentada féu que ja el 1929 es construís el llavador públic cobert, el qual fou completament remodelat l'any 1949.

Quant a la distribució domiciliària, aquesta és una realitat també durant els primers anys de la dècada de 1960.

Benimeli

Abans de disposar de l'aigua corrent, els habitants del poble s'abastien de l'aigua de dos pous públics: el de Dalt (desaparegut i/o cegat), i el de Baix (recentment recuperat i posat en valor), però allunyat del nucli urbà.

La xarxa hidràulica, amb el cabal procedent del motor del pou de les Hortes amb un depòsit semblant al del motor del Ràfol, va estar disponible l'any 1962, però el nou depòsit acumulador, situat a l'entrada des de Sanet i assumides les despeses per part de la Diputació, no va estar actiu fins a 1965.

Sanet i els Negrals

La tramitació mampresa pel municipi de Sanet i Negrals comença al temps que el de Benimeli, amb l'avantatge de disposar ja d'un llavador obert (sense sostre) construït en els últims anys de 1910 en la séquia de la cava del Ràfol en el punt on aquesta ix





Inauguració oficial de la xarxa d'aigua potable a la font de les quatre aixetes en 1960. Font pública al carrer de Baix al voltant de 1965.

a la superfície com a séquia, situat al costat dret de la llera de la Bolata.

Per la qual cosa, ambdós pobles disposaren de la xarxa efectiva en 1965; amb el depòsit situat al peu de la serra de Segària en un indret elevat per donar la pressió necessària per abastir també les cases del municipi a més cota, no massa allunyat del de Benimeli.

Per acabar amb els pobles de menys de 1000 habitants, tenim que referir-nos a Setla i Mira-rosa per una banda i a Miraflor per altra, que des de 1971 formen el municipi dels Poblets.

Assenyalar que, per a l'aprofitament hidràulic, els anteriors formaven una unitat mancomunada amb el poble veí del Verger i que, per aquesta conjuntura, no foren efectives fins l'any 1964.

Així consta en uns breus escrits de la Jefatura Local del Movimiento de Setla y Mirarrosa en resposta a uns altres enviats des de la Jefatura Provincial del Movimiento de Alicante -que no consten en l'arxiu de Setla i Mira-rosa perquè foren telegrams i no oficis en registre d'entrada o eixida-.

A. Conforme interesas en tu telegrama de fecha de ayer, sobre obras pendientes de inauguración, tengo el honor de comunicarte que esta Jefatura tiene pendientes un lavadero público, abastecimiento y distribución de aguas potables y Casa Ayuntamiento, pero debido a que las aguas están mancomunadas con el Ayuntamiento de Vergel y en dicho pueblo aún no se han terminado las obras, no se podrán inaugurar el próximo día 18, no obstante, dentro de un par de meses estarán dispuestas. (3 de julio de 1963)

B. Dando cumplimiento a tu telegrama de fecha 18 del mes en curso, tengo el honor de comunicarte que las obras que pueden inaugurarse completamente terminadas y dentro del periodo comprendido entre el 1º de abril al 31 de diciembre del año en curso, son: Abastecimiento de agua potable y distribución interior y un lavadero público. (23 de marzo de 1964)

C. De acuerdo con tu circular núm.11 de 1964, tengo el honor de comunicarte que las obras que pueden inaugurarse en este Municipio hasta 31 de diciembre del corriente año, son: Abastecimiento de agua potable y distribución interior, cuyo importe de



Llavador públic de Sagra de 1929, en l'actualitat. Depòsit i motor de l'aigua potable de Benimeli de 1965.

las mismas asciende a 568.593'02 pesetas, estando mancomunado con los con los vecinos pueblos de Vergel y Miraflor. Un lavadero público, cuyo presupuesto es de 103.686'13 pesetas.

No existen obras aprobadas y a empezar dentro del corriente año, existiendo pendiente de aprobación las obras de Alcantarillado, cuyo proyecto también mancomunado con los referidos pueblos de Vergel y Miraflor, asciende a 4.394.969'76 pesetas. (16 de junio de 1964)

D. Conforme interesas en tu telegrama del 2 de los corrientes, tengo el honor de comunicarte que las obras completamente terminadas y que se pueden inaugurar entre los días 10 y 25 del mes en curso, son: abastecimiento y distribución de agua potable y un lavadero público. (6 de julio de 1964)

El primer pou que donava aigua a la xarxa hidràulica fou un situat al peu de la serra de Segària propietat de l'empresa Montserrat-Montalban -abandonat més tard per salinització de l'aigua-, i com en la resta de pobles citats els primers usatges foren per servir els llavadors públics, un per a Setla i Mira-rosa, edifici que ocupa la policia municipal dels Poblets, i l'altre per a Miraflor -desaparegut al voltant de 1972-, inaugurats eixe mateix any 1964, i els dos grups escolars nous, inaugurats tres anys després, en 1967.

Com a solitari testimoni del passat més recent, encara es conserva el xicotet depòsit acumulador i distribuïdor per a les escoles velles de Miraflor alimentat pel pou particular de l'Estanquer entre els anys 1952 i 1955.

Recordarem que abans de construir-se la xarxa hidràulica, Setla i Mira-rosa s'abastien de tres pous públics, dos a Setla i un a Mira-rosa; per contrari, a Miraflor no hi havia cap pou públic, perquè cada casa disposa de pou a l'interior.

Pel que fa als municipis més populosos, sols comentarem que iniciaren les gestions per aconseguir la desitjada aigua corrent i que les conclogueren pels mateixos anys que els anteriors pobles esmentats.

Enllaçant en el comentari referit a Setla i Mira-rosa i Miraflor, reafirmem que el Verger, a efectes hídrics, formava una mancomunitat amb els anteriors i, com





Orba: font, abeurador i llavador de Baix de 1904. Beniarbeig: dipòsit de les aigües potables de 1963.



Llavador obert de Sanet i els Negrals a la séquia de la Cava del Ràfol. Dipòsit que, des del pou de l'Estanquer, donava l'aigua a les escoles antigues de Mirafior, en l'actualitat.

ells, abans de la xarxa disposava de dos pous públics i dels pous particulars en les cases, però sense llavador, per la qual cosa fins l'arribada de l'aigua potable en 1964, no va gaudir d'eixe servei públic.

El Verger va abandonar la mancomunitat amb els anteriors municipis pels anys 1977 i 1978, i és a partir de any 1980 quan realitza els sondeigs pertinents per captar l'aigua en noves perforacions que li asseguraren l'abastiment urbà.

Així mateix, Orba amb la bonica font, abeurador i llavador de Baix de 1904, comença les gestions en 1957 i aconseguix tindre en 1958, per part de la Diputació, cinc fonts públiques urbanes que s'ampliaren fins a onze (una a Orbeta) el 1959, alhora que anava avançant l'obra de la canalització urbana en diferents etapes, l'última de les quals conclou en 1962, a l'estar disponibles els dipòsits d'acumulació.

Un procés semblant segueix l'ajuntament de Beniarbeig, on encara es pot contemplar, però inactiu, el dipòsit acumulador sufragat per la Diputació d'Alacant en 1963, Aguas Potables de Beniarbeig 1963, situat al turó de Beniome a uns 1200 m del nucli urbà, nodrit per l'històric motor de les Illetes.

I per esmentar el nucli més poblat de la vall, Ondara, la cursa per portar aigua corrent comença en 1958 i no conclou fins l'any 1965 quan el líquid brolla per les aixetes de les cases del nucli urbà, perquè a Pamis encara continuen utilitzant els pous casolans, i no serà fins l'any 1976 quan l'aigua corrent és una realitat al llogaret.

Però indicar que des de final del s. XIX disposava de la històrica font de la Carxofa amb el llavador annex -bastant anterior al llavador nou de 1950, construït precisament per a substituir-lo, nodrit pel tram inicial de la séquia de les Alfatares des de l'assut del riu de l'Alberca- i de dos o tres pous repartits per alguns indrets del poble.

AGRAÏMENTS

J. J. Mas Far, J.B. Rovira Ferrando i J. Cervera Coll

A Ondara, al riu parleu-li de vosté

Robert Miralles

Mestre d'ESO · IES Xebic · Ondara

El naixement de les primeres civilitzacions, fa uns 5000 anys, va ser possible gràcies a situar-se a les valls fèrtils de rius tan coneguts com el riu Groc i el Nil, el Tigris i l'Eufrates, l'Indus i el Ganges. Mesopotàmia, Egipte, la Xina i la Vall de l'Indus a l'Índia van transformar els seus poblats neolítics en una xarxa de ciutats notables, en virtut de la seua localització pròxima als rius esmentats.

Existeix algun paral·lelisme entre açò últim i Ondara? Vejam. En els anys seixanta del segle XX, fruit de la casualitat, un veí d'Ondara va trobar jugant en l'hort de l'antic convent de mínims -actual carrer Carlos Arniches- una destal de pedra polida dataada en el neolític, fa uns 7500 anys. La hipòtesi més versemblant és que en aquell punt o en els voltants hi va haver un assentament humà. Amb tot, he omès un detall decisiu a consciència: la destal va aparèixer a escassa distància d'un curs fluvial, l'Alberca.

Entre fa 1500-2000 anys, uns altres visitants, d'origen itàlic, ocuparen el territori que, en el cas d'Ondara, suposà nous assentaments humans i transformacions del territori. Ens referim a les vil·les romanes del Pla de la Font i la Barraca (les Pujades), entre d'altres. Com en el cas de la destal, totes dues, vora l'Alberca.

La toponímia local delata que els orígens del territori ondarenc eren, si més, no, «humits». El mateix mot *Ondara* que, segons el professor **Sanchis Guarner**, significa 'les arenes, la platja, les dunes', revelaria la proximitat de la mar a l'actual emplaçament del casc urbà fa 3000 anys, circumstància que, temps després i amb alguna variació, se situaria en l'actual línia costera, deixant en la seua regressió àrees marjalenques. Si no, com s'expliquen topònims locals, com el Saladar, l'Aigualós o la Marjal? En aquest darrer cas, allunyat de la lògica, la nostra Marjal no se situa entre Ondara i la mar, sinó en un triangle format per l'extint peatge de l'AP-7, Pamis

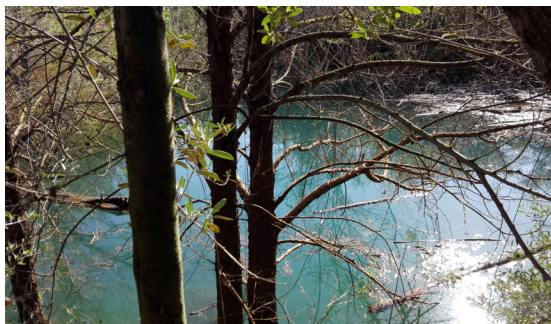
i Ondara, és a dir, al sud, en la cara contrària d'on havia de localitzar-se i a 4 km en línia recta de la mar.

De la Marjal, topònim d'origen àrab, solament queda el nom. Al llarg de la meua vida, mai no he trobat un document que ens il·lustrara sobre quan va ser dessecada ni quina arribà a ser la seua extensió. Per a un investigador resulta frustrant. Una hipòtesi plausible situaria la transformació de la Marjal en un moment històric on es necessitava més terra conreable i, fonamental, hi havia prou braços per poder-ho dur a cap. Aquest període, atenent els dos factors exposats, se situaria en la segona meitat del segle XVIII. Però el camí elegit sembla erroni, atès que sabem que en un capbreu de 1408 la Marjal estava ja ocupada parcialment per vinya.

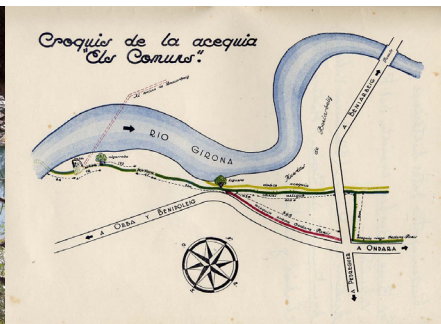
Qui sí van tenir la fortuna de contemplar aquest paisatge aquós, quan Ondara no existia i no hi havia ondarencs al món, foren els fundadors del poble, allà pels anys 800-900. Ells, els musulmans que arribaren a aquesta contrada, valoraren que les condicions naturals: un tossal per a viure i defensar-se i un riu d'on poder abastir-se d'aigua (quan baixava, clar), eren les idònies. Ells aixecaren la primera Ondara i li donaren el primer nom que tingué el riu, Alberca.

L'Alberca, de l'àrab *Al-berka*, que significa 'estany, clot o dipòsit d'aigua', és un cas excepcional, doncs no naix a la muntanya, com ens deien a l'escola, sinó en una plana. La història d'Ondara no es pot explicar sense l'Alberca, un curs fluvial mediterrani modest, que quan s'enfada, pot adquirir l'aspecte salvatge d'un riu tropical.

Però a l'Alberca -i no en exclusiva- devem la configuració actual d'una part del terme d'Ondara, conformat en el quaternari, fa uns 2 milions d'anys. Els dipòsits de materials que tenim davall dels nostres peus són, majoritàriament, de procedència continental i estan integrats per sediments -graves, conglomerats, arenes i argiles- transportats des de



Clot de l'Alberca.



Croquis de la séquia dels Comuns.



Cava o galeria subterrània.

les serres pròximes a Ondara i dipositats al llarg de milers i milers d'anys per les successives avingudes de l'Alberca, el Girona i un grapat de barranquets i aigüeres (Marjal, Cova, Fusta, Cremadelles...). Sense aquesta labor pacient i persistent, no podríem parlar d'Ondara, per la senzilla raó que no existiria.

Configurat l'escenari físic del nostre entorn immediat, la cultura islàmica al voltant de l'aigua i el reg resultà providencial. Sols calia arromangar-se les mànigues i posar-se mans a l'obra. És així com apareixen documentats els primers pous, séquies i sènies al terme, com també de molins -en plural-, dos dels quals són nomenats expressament, els molins d'en Coll i de l'Almúnia, tots i totes aprofitant els cabals de l'Alberca. I, novament, la toponímia ha deixat ancorat sobre el territori la petjada islàmica entorn l'aprofitament de l'aigua: l'Alfatarà, d'Alfacara, 'terra amb sistema de reg subterrani', i Xebic, de *sábaka*, 'xarxa de pous'.

L'aparició dels primers nuclis de població, més enllà de Dénia, exigí mancomunar esforços per derivar l'aigua, ara del riu Girona, per fertilitzar una porció de la terra de les alqueries islàmiques: Beniarbeig, Benicadim, Benimarmut, Pamis i Ondara, per aquest orde, fent servir la gravetat. És així com va nàixer la séquia dels Comuns -no podria tenir un nom més bonic-. Tot i tractar-se d'una obra col·lectiva, ben aviat fou motiu de controvèrsia. L'any 1385 saltaren espurnes entre els esmentats llocs per «diferència en sobre lo prendre la aygua del riu vulgarment dit de Beniomer» i el litigi acabà en els tribunals. Fou probablement la primera guerra de l'aigua a la comarca, amb rèpliques el 1573 i el 1945, precedents d'altres més recents i de sobres conegudes. La superfície de terra fertilitzada amb aquests cabals era modesta, al voltant de 30 hectàrees, extensió que es mantindria inalterada fins el segle XVIII.

Fou en aquest segle, més en concret, en la segona meitat, quan Ondara es transformà demogràfica, econòmica i urbanísticament de forma més que notable. En la base d'aquesta embranzida, hi havia l'aigua i les infraestructures hidràuliques escameses al Girona i l'Alberca pels ondarencs de llavors. Si bé la intenció inicial era la d'abastir d'aigua de boca (primer, amb la font de la Carxofa, a les darreries del segle XVIII, a la qual s'afegiren les de la Xona i la Fonda, a finals del XIX), aviat es comprovà que els excedents eren suficients i regulars per destinar-los al reg.

La relació de mampreses executades en aquest anys és extensa i, en alguns casos, digna d'admiració: és el cas de les extraordinàries galeries subterrànies o caves Fonda -la primera-, d'Enmig, de Pamis/Parri i de les Alfatares, que drenaven les aigües del Girona i l'Alberca; l'assut sobre l'Alberca -erigit al voltant de 1760, fou elogiat per Cavanilles-, així com les séquies de Parri (1769), les Hortes (1767), l'Alfatarà, de Pàtins, de l'Almúnia, del Mig, del Molló, de les Pujades, etc. Una vegada conclosa la xarxa, l'extensió del regadiu va passar de 30 a

145 hectàrees, beneficiant una àmplia àrea de terra acotada al nord, pels termes del Verger i Dénia; al sud pel de Beniarbeig i la carretera de Dénia; a l'est, pel barranc de Fusta, i a l'oest, pel riu Girona.

El procés es concloué el 1858, any en què es formalitzà un capbreu de terres regades, amb el nom dels propietaris, les fites, les hores de reg, els canvis de titularitat, etc. La gestió diària d'aquesta teranyina hídrica venia regulant-se per la tradició i el costum no escrits, la qual cosa generava plets i conflictes continus, una situació resolta amb la constitució de la primera Comunitat de Regants i la publicació de les Ordenances reguladores l'any 1897. La crisi de la fil·loxera, a primeries del segle XX, que arruinà l'economia de la comarca, fou una altra fita en la història de l'aigua local, ja que forçà la transformació del paisatge agrari de la mà de múltiples perforacions, per treure l'aigua del subsòl i garantir l'extensió del regadiu. El pou Vell, el pou del Pilar o Vell de Pamis, les màquines de vapor, les noves bombes, la séquia del Clot del Francès, etc., encetaren una nova època, on la producció d'horta i els cítrics impulsaren un inèdit cicle històric en l'agricultura del poble. Una vegada més, l'aigua era la benzina de la prosperitat. Com va dir algú, «*Ondara se convertirá en tierra de promisión de riqueza incalculable.*»

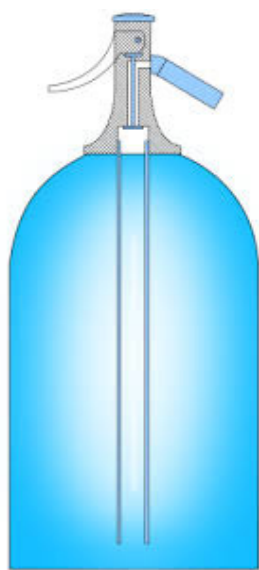
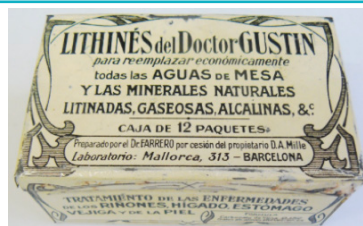
L'aigua de boca ha seguit, en canvi, un camí tortuós. A qui no ho sàpiga i li contes que Ondara va tenir plaça de bous (1901) abans que aigua corrent a les cases (1965. I a Pamis, en 1976!), no s'ho creu, però així és. Intents, projectes i molts fracassos s'acumularen en les primeres dècades del segle XX. El primer tingué com a promotor el polifacètic **Luís Santonja Faus**. Pel camí, les diarrees, la gastroenteritis, les febres tifoides, el còlera, la disenteria, etc., feren estralls entre la població, sense distingir els rics dels pobres. El 1924 el metge local **Josep Torrent** alertava que l'aigua que bevien els ondarencs contenia més de 1000 colibacils per litre d'aigua. Una bomba. Quan l'aigua potable va arribar a ma casa el 1965, jo tenia 7 anys. Fou pura màgia vore com rajava l'aigua de l'aixeta.

Però tot no són flors i violes. L'aigua de l'Alberca ens ha donat la vida, però també ens fa pagar un peatge de tard en tard. Quan l'any 1900 es va donar per totalment acabada la carretera València-Alacant, els ondarencs començarem a alçar edificis a una banda i l'altra de la nova via. Els enginyers que dissenyaren el projecte oblidaren un petit detall: un tram d'aquesta carretera discorre per la plana d'inundació de l'Alberca (Dr. Fleming, plaça País Valencià, General Bosch, etc.). Així que, quan aquest es desborda pel 'pati de sa casa' (1934, 1985, 2007, per abreujar), desastre assegurat.

Ja sé que comparar-nos amb les grans civilitzacions de l'antiguitat, us farà riure. La qüestió és què haguera estat de nosaltres sense l'Alberca, el Girona o els barranquets de la Marjal? Molt probablement, jo no haguera escrit aquestes notes. Així, doncs, honor, glòria i respecte als nostres riuets.

L'aigua de litines

Josep Lluís Domènech
Doctor en Química



Des de l'antiguitat s'ha atribuït a les aigües minerals efervescentes efectes beneficiosos per a la salut. Famoses eren en l'època romana les fonts de Selters (Alemanya).

Amb posterioritat als romans, els sanadors continuaren usant les aigües minerals com a remei per a les malalties. Així, s'atribuïx a **Arnau de Vilanova**, s. XIII, metge de **Jaume II**, un text sobre compostos farmacològics elaborats a partir de diferents aigües.

Fou en el s. XVII quan, amb l'aparició de recipi-

ents hermètics, començà a desenvolupar-se una indústria, la de l'envasat, que permetia transportar les aigües des de les fonts a les ciutats. Inicialment s'utilitzaren gerres de gres amb taps lacrats (per a garantir la procedència), les quals, envoltades de palla, es col·locaven en caixes. Amb el temps s'implantaren les botelles de vidre.

L'elevat cost feia que només la part benestant de la societat tinguera accés a esta aigua. De tota manera un negoci tan boiant (s'estima que, a mitjans del s. XVIII, eixien de l'ordre del mig milió de botelles dels brolladors de Selters) impulsà a químics i apotecaris a aconseguir la producció artificial d'aigües efervescentes.

El 1756, **Joseph Black** descobrí que, quan escalfava carbonats (de magnesi, de calci, etc.), es formava un gas que no era aire: un gas que no es cremava i que feia lletosa l'aigua de calç. Es tractava del diòxid de carboni, CO_2 . El 1768, **Joseph Priestley** s'adonà que dels recipients on es produïa la fermentació de la cervesa es despenia el mateix gas, diòxid de carboni, i que quan, en un núvol de gas carbònic, trasbalsava aigua d'un vas a un altre, l'aigua adquiria una efervescència que recordava la de les aigües minerals. Priestley acabava d'obtenir artificialment aigua carbonatada, o, vist d'una altra manera, acabava de descobrir que l'aigua efervescent consistia en aigua que contenia diòxid de carboni. Una millora del procés de formació de l'aigua de carbonatada consistí en passar el diòxid de carboni, obtingut en fer reaccionar àcid sulfúric sobre carbonat de calci, per una columna d'aigua.

Priestley mai no mostrà interès en l'aplicació

comercial de l'aigua carbonatada. Aquesta tasca la desenvolupà **Jacob Schweppe**, un empresari alemany que intuï les possibilitats comercials que oferia l'aigua gasificada artificialment. Schweppe patentà un mètode d'obtenció de l'aigua semblant al de Priestley i fundà la companyia Schwebbes.

Alguns, interessats també amb el negoci, afegiren sucre o edulcorants, i saboritzants de taronja, maduixa, llima, etc.

Especialment exitosa fou la que ara coneguem com a aigua tònica. Com a tractament i prevenció de la malària els soldats britànics que estaven a l'Índia havien de prendre quinina. Per a pal·liar l'amargor d'aquesta substància els soldats s'acostumaren a mesclar-la amb aigua carbonatada i sucre. Ací aparegué de nou Schweppe per a elaborar un producte que incloïa l'aigua amb gas, el sucre i la quinina. Amb el temps, l'aigua tònica Schwebbes adquirí gran expansió.

Pel que fa a l'envàs de l'aigua amb gas es popularitzaren els sifons, que permetien l'eixida d'aigua d'una manera fàcil. Després de diferents models, el 1837 aparegué el que podem considerar el síf modern. Els sifons antics eren de vidre i anaven recoberts d'una malla metàl·lica per tal de previndre possibles explosions.

Més econòmic que el síf resultava la fabricació casolana d'aigua carbonatada. Per a això es comercialitzaren unes bossetes que contenien àcid tartàric i hidrogencarbonat de sodi, les quals s'afegien a 1 l d'aigua. La botella es tancava i s'agitava. En formar-se diòxid de carboni, s'obtenia aigua amb gas. Fins la dècada de 1970 l'aigua de litines fou un producte popular.

El nom d'aigua de litines de la dissolució prové de l'èxit que assolí, a finals del s. XIX i principis del XX, les *Lithinés* del **Dr. Gustin**. El nom, Lithinés, fa referència al carbonat de liti que s'utilitzava com a component actiu en el tractament de diverses malalties (gota, reuma, diabetis, trastorns psiquiàtrics, etc.). Per a facilitar la dissolució del carbonat de liti se l'acompanyava de sals efervescent (sulfat de sodi, hidrogencarbonat de sodi, hidrogenfosfat de sodi, etc.) i un àcid (tartàric, cítric, etc.).

En la dècada de 1950 quan es constatà la toxicitat del liti, el carbonat de liti caigué en desgràcia entre el col·lectiu mèdic. Com a resultat s'eliminà el carbonat de liti de la mescla de la bosseta de litines, però no el nom, de manera que actualment les sals de litines només contenen hidrogencarbonat de sodi i un àcid. Tot i que encara es comercialitzen, el seu consum ha disminuït considerablement.



Contaminació marina

Unes notes

Josep Hernández Melero

Llicenciat en ciències ambientals i enginyer tècnic agrícola

“**Més i més plàstics** de fa dècades des de les Rotes al Molinell”, “Recollida de 2000 burilles en un sol matí a la costa de Benissa”, “Dénia tanca al bany la platja de Punta dels Molins, per contaminació”, “Veïns de Monte Pego denuncien que els abocaments d'aigües arriben a multiplicar per 10 els nivells de contaminació permesos”, “Xàbia investiga l'aparició de peixos morts al canal de la Fontana”. (Titulars de notícies, extretes dels diaris Marina Plaza i Levante-Mercantil Valenciano)

Són titulars de premsa local, però que fàcilment podrien extrapolar-se a la premsa nacional, i mundial. A més de ser una alarma, són una mostra inequívoca del desenvolupament de la nostra societat i del nostre model econòmic. Però per què i com es donen aquests titulars? La solució és fàcilment contestada, per la premissa “la solució a la contaminació és la dilució”. A causa de la immensitat i profunditat dels oceans, els gestors del nostre model econòmic, i per tant, empreses, organismes i finalment el nostre propi model de vida, hem cregut que els mars i oceans podrien ser els abocadors d'escombraries i substàncies químiques en quantitats il·limitades, sense que això tingués conseqüències importants.

En termes estadístics, recordem que els oceans tenen una extensió aproximada de 360 000 000 km², és a dir, un 71% de la superfície de la planeta. És el mar, on es troben la major part dels ecosistemes del planeta, i és a més, el responsable, a través del fitoplàncton, algues i plantes marines, de l'intercanvi atmosfèric o de la formació dels núvols que es descarreguen sobre la terra, generant les degudes condicions d'humitat, per al desenvolupament de la vida.

Tot i així, resulta paradoxal que castiguem al nostre principal mitjà de vida, de totes les maneres possibles, amb una bàsica justificació econòmica, principalment.

Aquest article podria ser interminable a l'hora d'enumerar les diferents maneres de contaminar el nostre principal generador de vida, però ens centrarem, molt per damunt, en com afecten les nostres activitats locals, reduïdes a l'entorn de la Marina Alta, que en major o menor mesura, poden arribar a afectar el nostre apreciat mar Mediterrani.

Entre els contaminants que causen major preocupació en el nostre entorn més immediat, caldria destacar els següents:

- La **presència de plaguicides**. S'ha constatat una alta presència de contaminants orgànics persistents



en les aigua subterrànies d'aquells aquífers que es troben en regions d'agricultura intensiva. Molts d'aquests plaguicides tenen la facultat de acumular-se en els teixits de les espècies animals i vegetals, amb el consegüent problema que ocasiona en la cadena tròfica. En concret, hem de destacar el greu problema dels nitrats, provinents de la fertilització en grans àrees, que resulten gairebé impossible d'eliminar mitjançant tècniques de depuració convencionals. En les aigües, afavoreixen processos d'eutrofització, i aquells que pogueren estar presents en aigües potables, poden provocar problemes de salut i són considerats cancerígens.

- Les **aigües residuals**, provinents del sanejament de les cases, indústries i comerços, i abocades a la mar, bé directament o depurades. Aquestes aigües contenen excrements, detergents, residus industrials, petroli, olis i altres substàncies que són tòxiques per a les plantes i animals aquàtics, i si no estan degudament depurades, poden provocar problemes



de degradació anaeròbica, provocant processos de putrefacció, els quals consumeixen gran quantitat de l'oxigen dissolt, i les aigües deixen de ser aptes per a la major part dels éssers vius.

- Abocament d'**escombraries** a l'aigua. Es calcula que uns 700 000 kg d'escombraries són abocats a la mar cada hora, dels quals un 50% són plàstics, que es desintegren en petites peces i s'acumulen en les aigües marines, arribant a passar a la cadena tròfica. Els plàstics i altres deixalles com les llaunes o els envasos, acaben descomponent-se i alliberant substàncies tòxiques a la mar durant llargs períodes. A més, molts animals marins moren per ingerir o quedar atrapats en ells.

- Abocaments de **greixos i olis** que al ser menys densos que l'aigua, i immiscibles amb ella, fa que es difonguen per superfície. Redueixen la oxigenació a través de la interfase aire-aigua, disminuint l'oxigen dissolt i absorbint la radiació solar, de manera que afecten l'activitat fotosintètica i en conseqüència la producció interna d'oxigen dissolt.

- Aplicació de **fenols**, molts d'ells utilitzats en la indústria farmacèutica, així com utilitzats també com a desinfectant. Són compostos que s'absorbeixen ràpidament per inhalació de vapor, en contacte amb la pell i per ingestió. Són substàncies nocives per als organismes aquàtics, provocant efectes adversos de diferent magnitud en funció de la concentració a la qual es troben exposats. Segons el Registre Estatal d'Emissions i Fonts Contaminants, són substàncies

classificades com VOC, compostos orgànics volàtils, que poden contribuir potencialment a la formació d'ozó, nociu per a cultius, fauna i home.

- Abocaments de **salmorra** procedents de les dessaladores. De diversos treballs científics es pot desprendre efectes negatius associats amb un increment de la salinitat en les praderies de posidònia, com són afectacions sobre el metabolisme del nitrogen i del carboni, així com una disminució de la fotosíntesi.

L'efecte dels incendis. La destrucció dels boscos, pot produir efectes adversos sobre la qualitat de l'aigua, ja que en eliminar-se la seua funció de filtre natural, augmenta la velocitat de drenatge de les terres superficials, augmentant la probabilitat d'erosió. Si hi ha erosió, pot arribar al lixiviat de nitrats o a l'arrossegament de cendres a la mar.

Com ja s'ha indicat, aquesta problemàtica, expressada a nivell local, fàcilment és extrapolable a un entorn mundial, sent conseqüència principalment, de la nostra societat o model econòmic. La nostra economia, basada en la màxima producció, el consum, l'explotació il·limitada dels recursos i el benefici com a únic criteri de bon creixement econòmic, és totalment insostenible, d'acord amb els recursos del nostre planeta. L'única solució a aquest problema, passa per abordar aquests qüestions de manera global, ja que els sistemes naturals, tenen molt poc a veure amb la delimitació de les fronteres en els mapes.

amjasa
aigües municipals de xàbia, s.a.

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

Introducció a l'estudi dels terratrèmols

La sismologia

Rosend Amores i José Fenollar
IES Ribot i Serra · Sabadell

Introducció

La sismologia és una branca de la geofísica que s'encarrega d'estudiar els terratrèmols i la propagació de les ones sísmiques que s'originen a l'interior i en la superfície de la Terra. És una ciència relativament nova ja que els seus mètodes i instruments d'observació es van desenvolupar durant el segle XX. La sismologia busca conèixer l'estructura interna de la Terra per així descobrir les causes que provoquen els terratrèmols i poder prevenir danys sísmics. A més, també estudia altres fenòmens relacionats amb els moviments sísmics com els sismes submarins i les vibracions prèvies a les erupcions volcàniques.

El registre instrumental dels terratrèmols o, altrament dit, l'obtenció de sismogrames que registren el moviment de terra durant un terratrèmol, no començà fins a l'últim quart de segle XIX i, encara que, en pocs llocs i de forma molt elemental. El registre no es generalitzà realment fins al començament de segle XX.

La posició de la Península Ibèrica, en la proximitat de la zona de contacte entre les grans plaques Euroasiàtica i Africana, i el seu peculiar moviment relatiu respecte d'ambdues, dona lloc a l'aparició de cordons o cinturons de sismicitat, tant en els voltants de la serralada pirinenca com en les serralades bètiques. Estant la Comunitat Valenciana situada a l'extrem nord-oriental de les mateixes, no són d'estranyar les evidències, tant de caràcter geològic, paleosismicitat, com de caràcter històric-documental i recentment instrumental, en favor de l'ocurrència periòdica d'episodis sísmics, d'intensitat moderada, si bé en ocasions no gaire llunyanes han arribat a produir autèntiques catàstrofes per a la població. En l'actualitat, l'Institut Geogràfic Nacional té instal·lades a la Comunitat Valenciana dos estacions de detecció de terratrèmols: en Xera, València i en Los Montesinos, Alacant. Els terratrèmols que han ocorregut a la Marina Alta, són de molt petita magnitud, el màxim, ha estat de 3,1 graus en l'escala Richtre, entre el 26 de juliol i 2 d'agost del 2018 on l'epicentre va estar situat en Benissa.

Terratrèmols

Un terratrèmol o sisme és un fenomen natural que es produeix a l'interior de la Terra quan l'energia acumulada s'allibera a través d'ones sísmiques que provoquen una o diverses sacsejades en l'escorça terrestre. Les roques de l'escorça es poden com-

portar elàsticament i acumular tensions (energia) fins al punt que supera el límit del material i es fractura. Els terratrèmols més comuns es produeixen quan s'allibera energia potencial elàstica acumulada en la deformació gradual de les roques contigües al pla d'una falla activa, encara que també poden donar-se per altres causes com el xoc entre dues plaques tectòniques, els processos volcànics, els impactes d'asteroides, etc. Fins i tot, l'ésser humà els pot crear realitzant pràctiques nuclears, per exemple. El punt on s'origina un terratrèmol es diu hipocentre i la seva projecció a la superfície es diu epicentre (figura 1).



Figura 1. Quan es registra un terratrèmol, les ones sísmiques es propaguen en totes les direccions des del hipocentre. L'estudi de les ones registrades permet localitzar l'epicentre i la profunditat a la qual s'ha originat el terratrèmol. Font: imatge de <http://www.obsebre.es/ca/sismica-instruments-i-metodologia>.

Sismògraf

Un sismògraf (figura 2) és un instrument usat per mesurar moviments de la Terra. Consisteix d'un sensor que detecta el moviment de terra, el qual es denomina sismòmetre i està connectat a un sistema de registre. Un sismograma (figura 3) és un registre de moviment de terra dut a terme per un sismògraf. L'energia mesura en un sismograma resulta de fonts naturals com són els sismes (o terratrèmols), o de fonts artificials com són els explosius (sismes induïts).

Un sismòmetre senzill (figura 2), que és sensible a moviments verticals del terreny pot ser visualitzat com un pes suspès d'un ressort que al seu torn estan suspesos sobre una base que es mou amb els moviments de la superfície de la Terra. El moviment relatiu entre la massa i la base, proporciona una mesura del moviment vertical de la terra. Per afegir un sistema de registre es col·loca un tambor que gira a la base i un marcador subjectat a la massa.

El moviment relatiu entre el pes i la base, pot ser registrat generant una sèrie de registres sísmics que coneixem com sismograma.

Parts d'un sismògraf

Seguint un esquema molt clàssic, en un sismògraf (veure figura 2) podem distingir tres parts principals: sensor, amplificador i inscriptor. El sensor, també anomenat sismòmetre o geòfon, és l'element que detecta el moviment de terra i el converteix en un senyal que puguem registrar de forma convenient. La part amplificadora és, com el seu nom indica, la que amplifica el senyal registrat pel sensor a causa de que aquesta és, en general, de magnitud massa petita per a la seva observació directa. Finalment, la part inscriptora, que ens permet obtenir algun tipus de gràfica del registre obtingut pel sensor, és a dir, el sismograma (figura 3). En aquesta última part s'inclou també algun sistema, generalment anomenat cronògraf, que ens permeti la introducció d'una referència temporal en la gràfica i, per tant, puguem conèixer a quina hora s'ha registrat les diverses fase i ones que componen un registre.

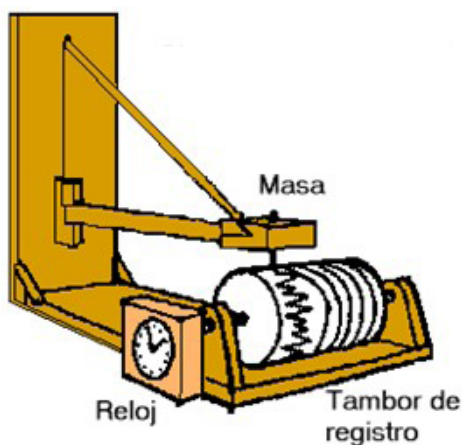


Figura 2. Sismògraf.

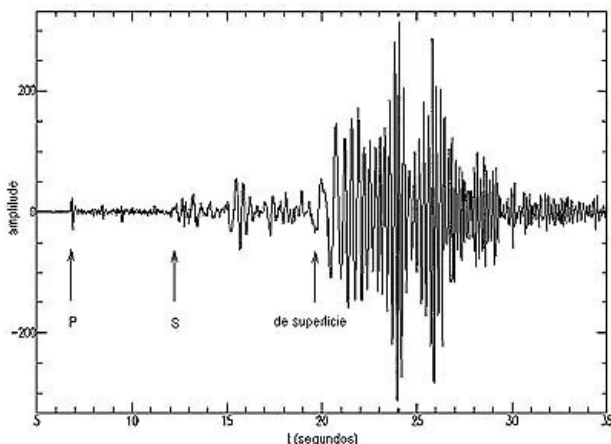


Figura 3. Sismograma. Registre d'un terratrèmol amb les corresponents ones. Primer les ones Primàries (P), després Secundàries (S) i finalment les ones superficials (de superfície). (Font: imatge de <http://www.obsebre.es/ca/sismica-instruments-i-metodologia>).

Ones primàries (p), secundàries (s) i les ones superficials

Els terratrèmols se solen produir en els primers quilòmetres de l'escorça terrestre (tot i que també hi ha terratrèmols molt profunds associats a zones de subducció). El punt on es produeix la "ruptura" es diu focus o hipocentre, mentre que aquest mateix punt projectat en superfície es denomina epicentre (figura 1).

Les ones sísmiques són un tipus d'ona elàstica que es propaguen des del hipocentre del terratrèmol o moviment sísmic a través d'un medi material elàstic. També es pot dir que són paquets d'energia de deformació elàstica que es propaguen cap a fora des d'una font sísmica, com pot ser un terratrèmol o una explosió. Hi ha dos tipus d'ones sísmiques:

- Les ones secundàries (S) (figura 3) són ones transversals o de tall, és a dir, es desplacen perpendicularment a la direcció de propagació de l'ona. La velocitat de les ones S (de 4 a 6 km/s aproximadament) és menor a la de les primàries (P) (veure figura 3), encara que aquestes causen més danys.

- Les ones superficials (figura 3): quan les ones internes arriben a la superfície es creen les ones superficials que es propaguen a través de la interfase de la superfície. Són les ones que tenen menys velocitat de propagació, però són les que provoquen més danys. A més, només apareixen amb terratrèmols amb magnituds i intensitats considerables.

Com hem dit abans, durant un terratrèmol es generen diverses ones sísmiques (figura 3), unes viatgen per l'interior (ones internes) de la Terra: són les primàries P i secundàries S, i altres ho fan per la superfície (ones superficials) com les ones *Rayleigh* i *Love*. Les ones internes viatgen a través de l'interior, són les més ràpides. Segueixen camins corbats causa de la variada densitat i composició de l'interior de la Terra. Aquest efecte és similar al de la refracció de les ones de llum. Les ones superficials quan les ones internes arriben a la superfície, es generen les ones L (Love), que es propaguen per la superfície de discontinuïtat de la interfase de la superfície terrestre. Són les causants dels danys produïts pels sismes en les construccions.

Atès que les ones P es propaguen a més velocitat que altres tipus d'ones, són les primeres a ser registrades en un sismograma. Després arriben les ones S i per fi les ones superficials (ones *Rayleigh* i *Love*). En un sismograma podem veure que les ones P tenen una amplitud d'ona molt petita mentre que les ones superficials tenen l'amplitud d'ona més gran (figura 3).

L'estudi dels sismogrames permet conèixer la distància a la qual s'ha produït un determinat terratrèmol. La diferència de temps entre l'arribada de l'ona P i S ens informa el proper o llunyà que ha estat aquest terratrèmol. Per definir correctament l'epicentre d'un terratrèmol és necessari un mínim de 3 estacions sísmiques que ho registrin.



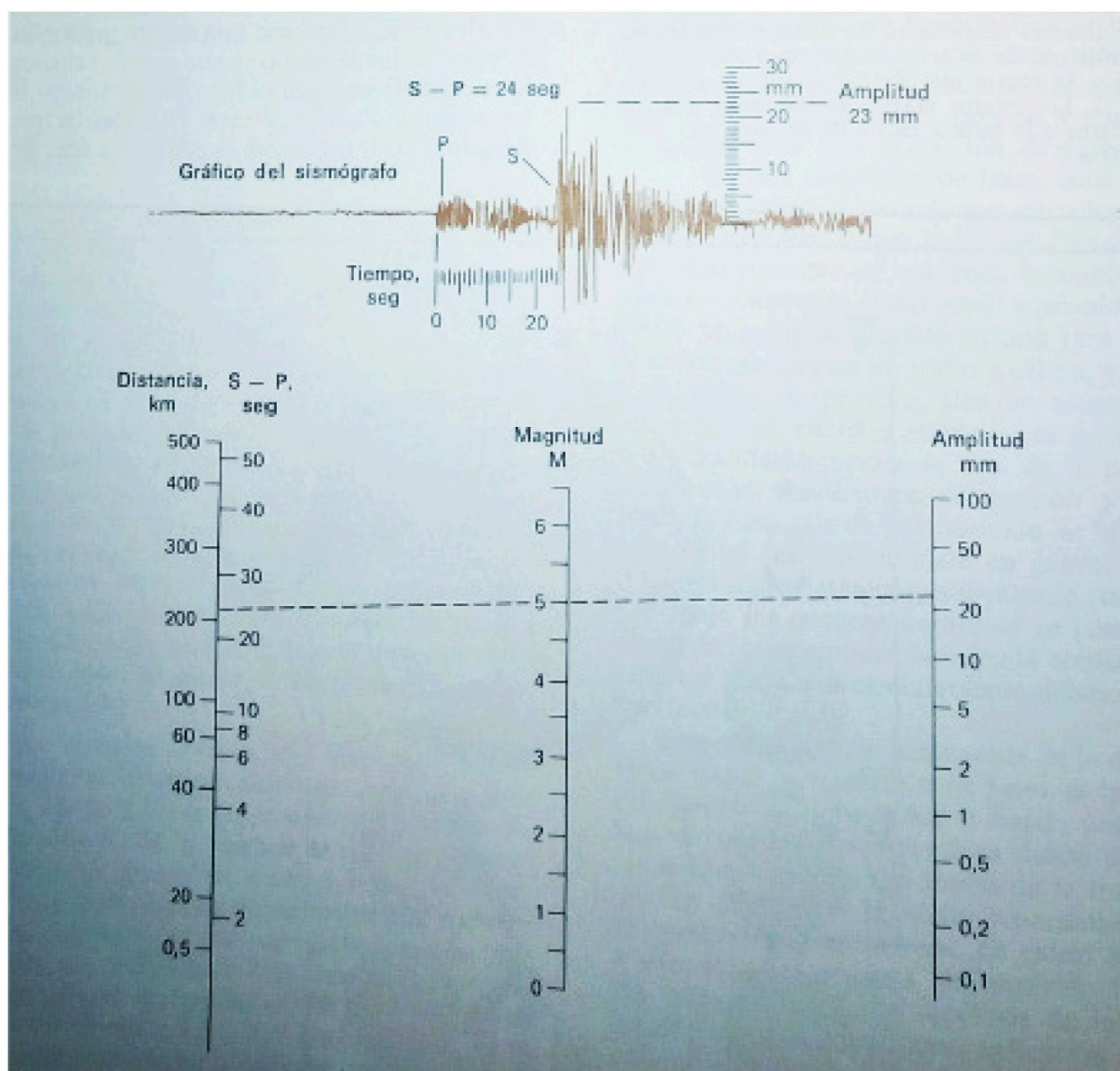


Figura 4. Gràfica que mostra com determinar la magnitud d'un terratrèmol sabent l'amplitud d'ona i la diferència del temps d'arribada de les ones P i les ones S (mètode que s'utilitza per determinar l'epicentre). Les dades s'extreuen d'un sismograma.

Determinació de la magnitud d'un terratrèmol

Mitjançant un sismograma (figura 3) sabent l'amplitud de l'ona i la diferència del temps d'arribada de les ones P i les ones S (mètode que s'utilitza per determinar l'epicentre) podem determinar la magnitud d'un terratrèmol (figura 4).

Quan es produeix un terratrèmol les ones sísmiques P (primàries) i S (secundàries) generades, es dispersen en totes les direccions. Per les seves característiques de propagació, aquestes ones viatgen a diferents velocitats, sent l'ona P més veloç que la S, amb la qual cosa l'ona P es va allunyant poc a poc de l'ona S a mesura que ens apartem de l'epicentre. Per tant, com més lluny es troba una estació de l'epicentre de terratrèmol, més gran serà la diferència de temps d'arribada entre l'ona P i l'ona

S; de manera que aquesta diferència de temps (S-P) proporciona una mesura de com de distant està l'epicentre del lloc de mesurament.

Conclusions

L'estat de coneixement actual de la ciència que estudia els terratrèmols, ens diu que, per desgràcia, aquests moviments sísmics no es poden predir, ni a Espanya ni a cap altra part de món. Per aquesta raó caldria prendre dos tipus de mesures. Una primera mesura que seria donar suport a la investigació per d'aquesta manera conèixer cada vegada millor aquests fenòmens naturals i mentre la investigació va avançant, una qüestió molt important és la prevenció perquè cada ciutadà sàpiga que ha de fer en cas de terratrèmol.



ANDREA BARRETT
la fiebre negra

Catalina Luque

Professora de Llengua i Literatura
IES Antoni Llidó · Xàbia

Recordeu quan érem menuts i miràvem els dibuixos animats? Sembla mentida però els dibuixos ens van educar. Amb Maya vam aprendre a estimar la diversitat (amb Willie a ser mandrosos); amb Vickie que la intel·ligència guanya a la força (era ficció, naturalment); amb Bugs Bunny que ser un poquet descarats pot ser divertit... Fins i tot vam aprendre coses que hem hagut de desaprendre (recordeu a Pepe La Pest, l'assetjador de gates?)... Però no sé si sou conscients que els dibuixos ens van ensenyar qui era Linné i van constituir el primer contacte de molts de nosaltres amb la nomenclatura científica de la biologia. No recordeu les historietes del Correcaminos i el Coyote? Indefectiblement començaven amb la presentació dels personatges: primer, el Correcaminos (*Accelleratii Incredibus*), després el Coyote (*Carnivorous Vulgaris*); així, amb eixos noms en llatí macarrònic marca Acme. Què poc sabíem de tot el treball de Linné i de molts naturalistes que van arriscar vida i fortuna (literalment) a fer el que, segons la Bíblia, Adam va resoldre en un parell de vesprades al Paradís: donar nom als éssers vius i, amb els noms, ordenar el món.

I què tenen en comú el Correcaminos, Linné i el llibre que ens ocupa? Doncs que l'autora, Andrea Barrett, ha trobat la fórmula per a introduir dins del món de la ficció figures científiques reals i Linné, Mendel, Darwin, Alfred Russel Wallace, entre d'altres, són el focus dels quals es deriven històries de ficció on la ciència té un paper preponderant. L'evocació d'estes figures constitueix la base sobre la qual es presenta un món ficcional que fluctua entre el passat i el present i que no deixa de banda la reivindicació del paper de les dones en la ciència.

Especialitzada en novel·la històrica, Andrea Barrett sempre ha estat una apassionada de la ciència i del paper de les dones a la ciència. Amb este recull de relats de regust amarg que tota la premsa ha qualificat amb raó com a extremadament elegants, Barrett va guanyar el *National Book Award* el 1996, un dels premis literaris més prestigiosos dels Estats Units. La crítica ha comparat la seua obra amb la d'Alice Munro i fins i tot amb Faulkner (i nosaltres som molt de Faulkner, com en *Amanece que no es poco*) perquè sembla que hi ha personatges que salten d'una obra a un altra, donant una visió global del món literari a la manera del geni de Yoknapatawpha.

Ciència, amor i amor a la ciència són els tres punts sobre els quals descansa la ficció. Barrett resol magníficament el difícil repte d'incloure figures sobradament conegudes i de profusament documentades. És el cas de Mendel, el monjo que va formular les lleis de l'herència genètica, des d'un jardí perdut d'un monestir oblidat. La seua figura és evocada mitjançant una carta manuscrita del monjo dirigida a l'avi de la protagonista. La carta es converteix en un objecte de culte pel marit de la protagonista, en la base del seu matrimoni. Però acaba convertint-se en símbol del fracàs amorós quan.... (fins ací, no vull desvetllar més del convenient).

Linné és motiu central d'un parell de relats. Però no un Linné jove o madur, pletòric i en plena acció creativa, sino envellit i destruït per la malaltia. Linné va sofrir diversos atacs cerebrals que el van privar de la memòria. Ironies de la sort, aquell qui va passar a la posteritat per crear la nomenclatura clàssica de la biologia i liderar un exèrcit de naturalistes que es va estendre arreu del món, al final de la seua vida va oblidar-se de tot i de tots. Confonia dades, persones, llocs, paraules. Als relats de vegades és el protagonista, afonat al pou de la desmemòria; de vegades és una esperança, la promesa del reconeixement per a un dil·lant o un jutge vanitós que rebusca una teoria si l'autora (i ací tenim el component de denúncia del menyspreu històric de les capacitats de les dones per a la ciència) té la desvergonya de posar en dubte una pròpia. Ah, fins i tot els grans genis estan sotmesos als mateixos prejudicis socials que la resta dels mortals!

L'últim dels relats, el més extens de tot el conjunt, està dedicat a un tema que, per desgràcia, ens resulta molt actual: una epidèmia que amenaça diversos països i posa en perill l'ordre social i la felicitat individual. A la segona meitat del segle XIX una tremenda fam assolà Irlanda i la població escapà en massa cap als Estats Units i Canadà. La població, debilitada en extrem i amuntegada a les bodegues dels vaixells, arribava als punts de control d'immigració ja malalta: el tifus i el còlera causaren una gran mortandad i el temor a que es poguera estendre a la població autòctona portà al confinament forçós dels immigrants a centres de quarantena. Els serveis mèdics, sense personal, sense material, poc pogueren fer més que certificar les morts i donar sepultura. El protagonista d'este relat és un jove metge, educat a França, innovador i un punt soberbi, que no acaba d'encaixar en la puritana societat canadenca. Enamorat sense esperança d'una jove casada, amb la necessitat de redimir-se davant els ulls de l'estimada de la imatge frívola de dandy inútil, el nostre protagonista marxa a una illa en la desembocadura del riu Sant Llorenç per a ajudar al control de l'epidèmia. L'horror de la mort i la desolació de la impotència, convertides en una rutina que aplasta l'ànima del nostre protagonista, són sentiments amb els quals molts sanitaris actuals es podran sentir identificats, perquè són els mateixos que han estat els seus companys de viatge durant l'últim any. No ens ha de sorprendre: la virtut de la literatura és explicar-nos a nosaltres mateixos, de manera que ens pugam reconèixer en un relat o en un poema escrit fins i tot fa segles i esta virtut és curativa.

En conclusió, us anime a gaudir d'esta petita joia on ciència, amor i vida es vinculen de manera inseparable. No oblideu que l'*homo sapiens* és *homo fabulatrix*.



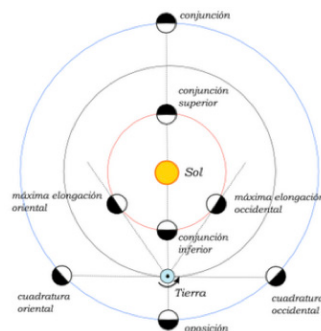
Efemèrides astronòmiques per a l'estiu i la tardor de 2021

Juan José Ortuño

President de l'Associació Astronòmica Marina Alta

La informació següent està referida al Temps Universal (TU), o siga, l'hora oficial del Meridià Zero de la Terra sense les correccions d'hora legal que pot tindre cada país. A la península Ibèrica, per a conèixer l'hora oficial de cada fenomen, sumeu (als horaris indicats), 1 hora a la tardor i l'hivern i 2 hores a la primavera i l'estiu.

Els planetes Mercuri, Venus, Mart, Júpiter i Saturn, són visibles en el cel nocturn o en el crepuscle, i es distingeixen de les estrelles en el fet que ells no parpellegen ni canvien de color. S'indiquen les millors dates per a la seua observació per la seua situació en el cel.



Aspectes astronòmics

Posició dels astres en el cel (planetes, Sol i Lluna) respecte a un observador, en el nostre cas, la Terra. La configuració és diferent per als planetes interiors Mercuri i Venus (línia roja) i per als restants, denominats, exteriors (línia blava).

El SOL estarà en el punt més allunyat de la Terra (apogeu), el 5 juliol (22 h).

La nostra estrella entrarà en les següents constel·lacions en les dates:

Lleó: 22 juliol (14:26 h).

Verge: 22 agost (21:35 h).

Lliura: 22 setembre (19:21 h), equinocci de tardor.

Escorpi: 23 octubre (04:51 h).

Sagitari: 22 novembre (02:34 h).

Capricorn: 21 desembre (15:59 h), solstici d'hivern.

Tindrem un eclipsi parcial de LLUNA, el 19 de novembre (de 06:02 a 12:05 h), per l'horari, pràcticament invisible des d'Espanya.

MERCURI. És un planeta visible al crepuscle, vespertí en els mesos d'agost, setembre i desembre, i matutí a juliol i octubre. Des de la Terra, la seua major separació del Sol (elongació màxima), serà visible cap a l'oest, el 25 d'octubre (5 h), i cap a l'est el 14 setembre (4 h). El veurem prop de la Lluna el 3 novembre (19 h), una mica més allunyat el 8 juliol (5 h), i serà ocultat per ella el 3 novembre (19 h).

VENUS. Visible en el crepuscle vespertí a l'estiu i a la tardor. La seua major separació del Sol, serà visible cap a l'est, el 29 octubre (21 h). Aquest planeta el veurem junt a la Lluna el 7 desembre (1 h), i mes pròxim a ella els dies 10 setembre (2 h) i 9 octubre (19 h). Serà ocultat per la Lluna el 8 novembre (5 h).

MART. Visible en el crepuscle vespertí a l'estiu, i a la tardor per la matinada. Es trobarà pròxim a la Lluna el 10 agost (1 h), i serà ocultada per ella els dies 3 desembre (0 h) i el 31 desembre (19 h).

JÚPITER. Serà visible quasi tota la nit a l'estiu, i a la tardor fins a la mitjanit. Aquest planeta estarà pròxim a la Lluna els dies 26 juliol (1 h), 22 agost (5 h) i 18 setembre (7 h). El planeta gegant tindrà la seua oposició el 20 agost (0 h).

SATURN. Serà visible quasi tota la nit a l'estiu, i a la tardor fins abans de la mitjanit. La millor visibilitat del planeta dels anells, en oposició, el 2 agost (6 h). Aquest planeta estarà pròxim a la Lluna els dies 20 agost (22 h), 17 setembre (3 h), 14 octubre (7 h) i 8 desembre (2 h).

Podrem veure la conjunció planetària, de Mart i Mercuri, el 19 agost (4 h), i de Venus i Mercuri, que seran pròxims, el 29 desembre (1 h). Càncer: 21 juny (3:32 h), és el solstici d'estiu.

(Efemèrides del Observatori Astronòmic Nacional. Mapes creats amb Heavens-Above).

(Més informació en la web de l'Associació Astronòmica Marina Alta, www.astromarinaalta.org).

El racó de Fibonacci

Loreto Signes

Les bessones

A l'avi no li resultava fàcil diferenciar les dues germanes bessones, Rosa i Maria. Mentre que la Rosa era una trapatrola i mai no deia la veritat, Maria, per contra, era incapaç de mentir. Un dia que estaven tots tres al saló, l'avi va preguntar a una d'elles si hi havia pollastre per a sopar. La xica va mussitar unes paraules i se'n va anar cap a la cuina. Com que era un poc sord i no havia sentit la contestació de la xica, l'avi li va preguntar a l'altra néta què havia dit la seua germana, i aquesta va contestar: «Ha dit que no hi ha pollastre».

Podries tu ara dir si hi havia o no hi havia pollastre per a sopar?

Solució del problema *La suma de lletres*, de DAUALDEU 19

Per tal que les dues sumes donen el mateix resultat, el valor de les lletres ha de ser:

A = 8 B = 7 C = 4 D = 6 E = 5 F = 2 G = 1 H = 0 I = 9

DAUALDEU

Edició digital

<http://meridia-zero.jimdo.com>



Ajuntament
de
Pedreguer



Ajuntament
de
Beniarbeig



AJUNTAMENT
DE
GATA DE GORGOS



AJUNTAMENT  D'ONDARA



ACADÈMIA
VALENCIANA
DE LA LLENGUA



 G O V E R N
P R O V I N C I A L
A L A C A N T
La Dipu dels pobles

AMPA

IES Antoni Llidó - Xàbia

IES Historiador Chabàs - Dénia

IES Matemàtic Vicent Caselles - Gata de Gorgos

IES Número 1 - Xàbia

IES Pedreguer