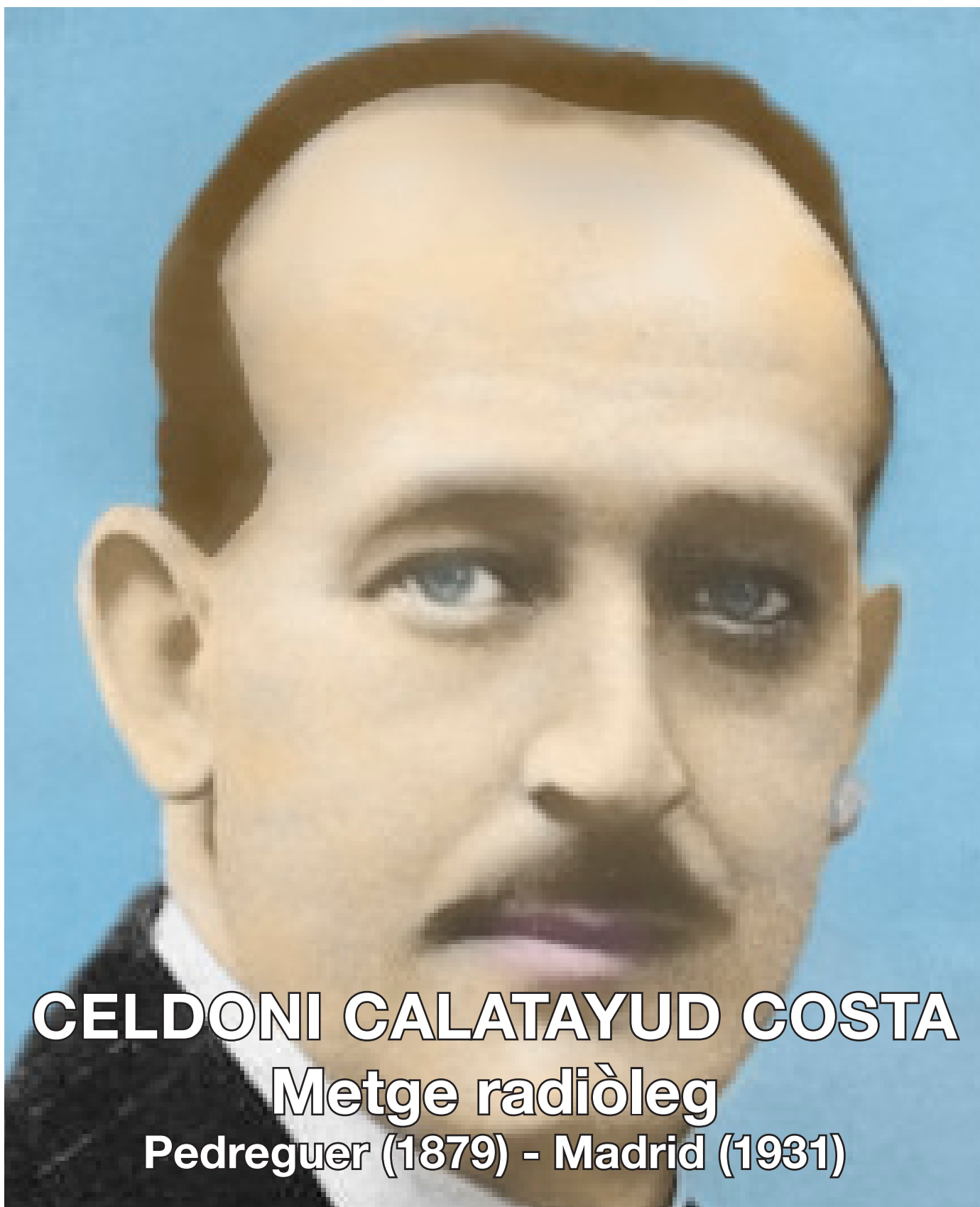


# DAUALDEU

REVISTA DE DIVULGACIÓ científica i tecnològica  
Núm. 19 · HIVERN DE 2020



**CELDONI CALATAYUD COSTA**

**Metge radiòleg**

**Pedreguer (1879) - Madrid (1931)**

## SUMARI

Editorial	3
Animal artificial	4
Sinestèsies	5
A carcasselles	10
Crònica Ginecològica	13
Física, per favor!	16
Galileu	19
Celdoni Calatayud	22
Radioisòtops	27
Radiologia vascular	32
Noms propis	40
Premis Nobel 2020	44
Llibres	46
Efemèrides	47
El Racó de Fibonacci	47



# DAUALDEU



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

REVISTA DE DIVULGACIÓ CIENTÍFICA  
Primera època. Número 19 Solstici  
d'hivern de 2020. Marina Alta  
Edita: **MERIDIÀ ZERO**  
Consell de Redacció: Teresa Arabí, Vicent R.  
Chorro, Josep Lluís Doménech, 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: **Celdoni Calatayud**.  
Fotografia: **Arxiu família Calatayud**.

**MERIDIÀ ZERO** no es fa responsable de les opi-  
nions personals expressades pels col·laboradors  
de **DAUALDEU**.  
Contacte: [daualdeu@gmail.com](mailto:daualdeu@gmail.com)  
**Patrocina:** AMPA dels IES Chabàs de Dènia,  
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.



# El greuge del Premi Nobel a Lise Meitner

**Josep Lluís Doménech**  
 Doctor en Química

La no concessió del Nobel de Química d'enguany a l'il·licità **Francis Mojica**, professor de la Universitat d'Alacant, ha significat una decepció gran per a tot el sistema universitari valencià, atés el reconeixement a nivell mundial que el guardó haguera representat. Tanmateix, no és ni de bon tros la primera vegada que l'Acadèmia sueca ignora investigadors que han fet aportacions rellevants a la comprensió de descobriments que han sigut premiats. Un exemple n'és el de **Lisa Meitner**.

Durant quatre anys, la física austríaca Lise Meitner, i els químics alemanys **Otto Hahn** i **Friedrich W. Strassmann** investigaren els suposats elements transurànics formats en irradiar urani amb neutrons. Mentre Meitner s'ocupà del bombardeig i estudi de la radioactivitat dels elements, Hahn i Strassmann s'encarregaren de separar i identificar els elements. La culminació d'aquest treball fou la troballa de la fissió nuclear, procés pel qual el nucli d'un element pesant es fragmenta i origina dos nuclis mitjans. En reconeixement, Hahn, però no cap dels altres dos, fou guardonat amb el premi Nobel de Química de 1944.

Per què l'exclusió d'aquests si tots tres havien treballat conjuntament? És que Meitner i Strassmann tingueren un paper secundari en la descoberta?

Strassmann era un especialista en anàlisi química, però quan ocorregué el descobriment, el 1938, era encara un químic prometedor, i tradicionalment l'Acadèmia de ciències sueca ha premiat investigadors veterans. No obstant això, aquesta raó no val per a Meitner, ja que era de la mateixa edat i tenia el mateix estatus científic que Hahn.

És cert que Meitner no estava a Berlín quan, el desembre de 1938, Hahn i Strassmann, sorprenentment, detectaren, entre els subproductes de desintegració, bari, un element de pes atòmic aproximadament la meitat que el de l'urani. Des de finals de juliol, Meitner, fugint del règim nazi per la seua ascendència jueua, vivia exiliada a Estocolm, però el contacte epistolar entre ella i Hahn no s'interrompé en cap moment. Ella sempre estigué al corrent del treball experimental de Hahn i Strassmann.

Tant és així que l'endemà de la detecció del bari, Hahn li demanava per carta a Meitner que explicara l'origen d'aquest element. Un parell de setmanes després, Meitner i el seu nebot **Otto Frisch**, físic també, havien elaborat una explicació en què, per primera vegada, s'utilitzava el terme *fissió nuclear*.

És més, fou a la llum d'aquest marc teòric que Meitner suggerí a Hahn que cercara entre els subproductes la presència de criptó, l'element que, amb el bari, s'hauria format en la divisió del nucli d'urani. La detecció del criptó no féu sinó confirmar la fissió.

Fou tan activa la participació de Meitner en la troballa que des del primer moment alguns denunciaren la injustícia i menyspreu que suposava la seua exclusió del guardó.

Hahn haguera pogut pal·liar el greuge, però, tot i l'amistat que l'unia a la física austríaca pel fet d'haver treballat junts durant més de vint anys, ell mai no qüestionà la decisió de l'Acadèmia, ans al contrari, sovint minimitzà el treball de Meitner en el descobriment. Hahn sempre indicà que la concessió del premi fou pels experiments químics fets després de la partida de Meitner a l'exili.

Es més, en alguna ocasió, afirmà que no només no tenia res que agrair-li a Meitner, sinó que la defensa que ella havia fet que els subproductes de l'urani irradiat havien d'estar pròxims a aquest element en la taula periòdica, havia demorat la descoberta.

Siga com siga, Hahn mai no reconegué el paper essencial jugat per Meitner. Fins i tot, quan posteriorment formà part del comitè de nominacions al Nobel, Hahn mai no proposà la seua candidatura.

Strassmann no era del parer de Hahn, i sempre afirmà que ella era la líder intel·lectual del grup. Però Strassmann no tenia prou pes com a científic per a canviar el paper secundari que Hahn i l'Acadèmia sueca li atribuïen a Meitner.

Sovint, hom ha presentat l'exclusió com una mostra de la misogínia de l'Acadèmia. Tanmateix, tot i que Meitner sempre afirmà que el fet de ser dona perjudicà la seua carrera científica, també confessà que no tenia una percepció clara sobre l'actitud dels professors universitaris envers les dones: «encara ara», afirmava quan ja era ben major, «no puc dir si els meus professors d'universitat eren partidaris o enemics de que les dones estudiaren». És possible que els acadèmics ignoraren Meitner per ser dona, però no hi ha proves directes d'aquest comportament masculista.

En els darrers anys, quan s'han fet públics els documents elaborats per l'Acadèmia relatius a Meitner, alguns han apuntat que tot un grapat de condicionants jugaren en contra de la concessió del guardó a Meitner. A més de raons polítiques i pressions exercides per alguns acadèmics, s'ha posat èmfasi en la incapacitat del comitè de química de l'Acadèmia, comitè que des de sempre s'ha encarregat de tot allò relacionat amb la radioactivitat, per avaluar una investigació interdisciplinària com fou la que portà a la descoberta de la fissió nuclear. El comitè no sabé apreciar la importància de la tasca de Meitner, i es limità a valorar l'habilitat experimental de Hahn per a detectar el bari.

Ras i curt, aquests informes a més de deteriorar el prestigi l'Acadèmia confirmen la injustícia comesa amb Meitner.

# FRANCIS MOJICA

## El Nobel que no va poder ser

J. M. Mulet

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

**En setmanes recents** hem vist com el premi Nobel de química anava a parar a l'estadounidenca **Jennifer Anne Doudna** i a la francesa **Emmanuelle Charpentier**, pels avanços en la tècnica del CRISPR/Cas9. Aquesta tècnica, igual que va passar fa uns anys amb la PCR, o amb l'ADN recombinant, està destinada a canviar la nostra vida. La PCR és una tècnica d'amplificació de l'ADN que ens permet, entre altres coses, detectar si una persona està infectada per COVID o si apareixen restes a les aigües residuals. L'ADN recombinant ens permet ficar ADN d'un organisme en un altre i, per exemple, produir cultius resistents a plagues o sintetitzar de forma barata i segura insulina o altres fàrmacs. El CRISPR/Cas9 ens permet modificar el propi ADN d'un organisme per fer petites correccions que poden ser bàsiques, com per exemple per a posar remei a malalties genètiques o per a reproduir una mutació en un animal experimental i tenir una eina fonamental per al seu estudi. La tècnica està en ús en molts laboratoris des de fa uns anys i, fins i tot, a Estats Units es comercialitza una varietat de xampinyons que no es fan negres quan els talles, que han estat modificats amb aquesta tecnologia.

Com en qualsevol altre descobriment, darrere hi ha una història. La majoria d'aplicacions biotecnològiques es basen en la selecció d'un sistema que ha descobert la natura per a una funció en concret i modificar-lo o utilitzar-lo en un altra funció. Per exemple, la salicilina es una molècula que usen les plantes per defensar-se, però nosaltres en fem una extracció, una modificació química i la convertim en aspirina, ja que és molt efectiva per a inhibir la ruta metabòlica de les prostaglandines i d'ací els seus efectes analgèsics i antiinflamatoris. De la mateixa manera, el CRISPR és una tècnica que es basa en un mecanisme que tenen els bacteris per a defensar-se dels atacs dels virus. Quan una soca de bacteris es atacada per un virus, i sobreviu, una seqüència del genoma del virus queda integrat en el genoma dels bacteris, de forma que la seua descendència té una memòria d'aquest virus, i aquesta informació permet que una proteïna específica (Cas9) talle la seqüència d'ADN i inactive el virus. Aquest descobriment ens cau molt a prop, ja que el primer que va veure aquest fenomen va ser l'investigador **Francis Mojica**, investigant el

microbi tolerant a la sal *Haloferox mediterranei* a les salines de Santa Pola i va ser Mojica qui li va donar el nom (tan complicat) a la tècnica. Como ell mateix conta, va ser complicat publicar el descobriment ja que no hi havia cap revista científica disposada a admetre que els bacteris tenien quelcom paregut a un sistema immune. Al final, va aconseguir publicar en una revista bona, encara que menys del que es mereixia un descobriment tan important. Després, la feina d'altres científics, com **George Church** o **Feng Zhang**, a més de les premiades, la van convertir en l'eina que és en l'actualitat.

I com sempre, el que ens passa, des dels temps de **Sant Vicent Ferrer**, és que valorem més el que ve de lluny que el que tenim ací. El descobriment de Francis Mojica va passar més o menys desapercbut fins que la revista *Cell* va publicar el 2015 una revisió escrita per **Eric S. Lander** sobre la història del CRISPR, amb l'eloqüent títol de "Els herois del CRISPR" i va posar en el primer lloc del mapa Santa Pola i va assenyalar com a primer heroi Francis Mojica, professor de microbiologia de la Universitat d'Alacant, que per cert, portava uns anys sense aconseguir finançament del Ministeri per a investigar.

Llavors, van venir tots els reconeixements que se li havien negat. Uns anys abans el premi Príncep d'Astúries havia recaigut a les mateixes Doudna i Charpentier (hom diu, maliciosament, que el seu nom va sonar, però que va jugar en contra seva el fet de no ser catedràtic). Ja sabem que a Espanya som molt de títols. I clar, si a Espanya no li reconeixem el mèrit, no podem retreure res a la acadèmia sueca. Arribats en aquest punt, diguem-ho tot: darrere dels premis Nobel hi ha una gran campanya de *lobbies* per part de les més prestigioses institucions acadèmiques, i a Espanya, amb sols un premi Nobel de ciència i ja fa més d'un segle (el de **Severo Ochoa** no hi compta, ja que tenia passaport nord-americà i va fer tota la investigació als Estats Units) no tenim experiència d'aconseguir premis científics, se'ns donen millor les visites al **Papa** o els esdeveniments esportius. Pot ser si Francis Mojica hagués estat a Harvard o a Stanford en compte de la Universitat d'Alacant, hagués obtingut més suport i ara tindria un Nobel. El que es ben segur, es que ningú no li pot treure el mèrit d'haver estat el primer.



# Els calendaris dels quaranta dies

**Daniel Climent**

Professor de Ciències

**En l'article** “De quarantenes i quaresmes” (Daualdeu 18), vam comprovar la relació etimològica entre ambdós termes: els quaranta dies. Però, més enllà del caràcter sanitari i/o religiós, eixe període ha servit per a unes altres coses, com ara, anunciar els canvis d'estació. Parlem-ne.

En l'antiguitat, l'any es dividia en només dues estacions, semestrals i de caràcter climàtic: la del “bon oratge” i la del “mal oratge”, *vernum tempus* (o *aestivum tempus*) i *hibernum tempus*. Aquesta divisió va perdurar a molts llocs fins ben entrada l'edat mitjana<sup>1</sup>.

Amb notables diferències amb aquest, el model actual compartimenta l'any en quatre estacions<sup>2</sup> que transcorren entre solsticis i equinoccis i que no són de caràcter climàtic<sup>3</sup>, sinó més aïna de canvis lumínics en què la claror creix o decreix progressivament segons l'estació i el dia és més llarg o no que la nit.

Antigament, els inicis de cadascuna de les dues estacions climàtiques no coincidien amb les efemèrides solars; però sí que en depenien, ja que es produïen 40 dies després de cada equinocci. Una partició com l'esmentada també es donava entre celtes i germànics<sup>4</sup>, que dividien l'any en dos períodes: un de primer<sup>5</sup> i “ombrívol” (novembre-abril) seguit per un de “clar” (maig-octubre).

Eixa estructura seria assumida en gran part pel cristianisme, que va saber integrar determinats trets d'aquelles cultures “paganes” mitjançant el canvi terminològic o del sentit primigeni, la qual cosa permetia bastir-ne ponts per a introduir-s'hi i captar-los a la nova religió, aculturar-los.

## 1. Els inicis de les estacions en els calendaris celta i germànic

Els celtes<sup>6</sup> tenien una cultura fonamentalment oral, transmesa pels druides, i només en determinats temes i en la comptabilitat feien servir l'escriptura, basada en els caràcters grecs.

Pel que fa al calendari cèltic, gràcies al descobriment (1926) a Coligny (Alvènia-Roine-Alps) dels fragments d'una gran taula de bronze amb grafia llatina del s. II dC s'han pogut esbrinar nombrosos aspectes de la cultura cèltica referits a l'astronomia, el calendari<sup>7</sup>, les festes religioses, la

determinació dels dies fasts i nefasts, el vocabulari cèltic, etc.

Pel que fa a les estacions en consideraven dues, i els inicis eren anunciats per festivitats quaranta dies després dels equinoccis<sup>8</sup>.



Calendari gal de Coligny. Musée des antiquités gallo-romaines de Lyon.



Pel que fa a les estacions en consideraven dues, i els inicis eren anunciats per festivitats quaranta dies després dels equinoccis.<sup>8</sup>

### 1.1. L'estació del mal oratge i la festa de l'1 de novembre<sup>9</sup>

L'estació del “mal oratge” començava l'1 de novembre, quaranta dies després de l'equinocci de la tardor (21-24 de setembre), del moment en què “la foscor” triomfa progressivament sobre “la llum”. Era el senyal per estabular el ramat, tancar l'any agrari i realitzar determinats rituals, com acomiadar-se dels déus protectors de la natura i preparar-se per entrar en el món de la mort de la natura.

Per als celtes era l'inici de l'any, i del mes de Samanios, i ho celebraven amb la festa del Samain o Samhain, l'entrada a l'època ombrívola.





Fotograma de *El senyor de la guerra* (1965), de F. J. Schaffner.

## 1.2. L'estació del bon oratge i la festa de l'1 de maig

L'estació del bon oratge esdevenia a partir de l'1 de maig, quaranta dies després que el dia comence a ser més llarg que la nit, quan "la llum" li guanya a "la foscor" en superar l'equinocci vernal o primaveral (19-21 de març); aquest inici era celebrat amb rituals de caràcter floral i de veneració arbòria (*dendrolatria*). Els celtes celebraven eixe dia el *Beltane* ("bon foc"), més tard conegut com *May Day*; ornaven cruïlles de camins amb garlandes florals<sup>10</sup>, se celebraven els matrimonis, etc.

Per la seua part, els pobles germànics i escandinaus celebraven la nit de *Walpurgis*, amb aquellarres de dones (més tard, "bruixes") al voltant d'una foguera.

## 2. Les festes "dels quaranta dies" posteriors als solsticis

### 2.1. El 2 de febrer

L'ànsia de què arribara el bon temps primaveral feia que a molts llocs l'estació del "bon oratge" s'anunciara el tres mesos abans, el 2 de febrer. Això sí, de nou quaranta dies després, però del solstici d'hivern (20-23 de desembre).

Els celtes celebraven en aquesta data l'Imbolc (en gaèlic irlandès, *Ambiwoika*) en honor de la deessa Briganti/Brigid. Es feien fogueres sagrades en talaies i al cim de muntanyes, i duien candeles enceses en processons aurorals pels camps.

I no tan sols a Europa. De fet, a l'Amèrica precolombina hi havia festes com la del foc Purhépecha, a Mèxic, que se celebrava quaranta dies després del solstici hivernal i com a inici de l'any nou; s'hi encenia el nou foc ritual que, portat a cada casa, alimentaria les llars domèstiques durant tot l'any.

### 2.2. L'1 d'agost

Quaranta dies després del solstici estival (20-21 de juny)<sup>11</sup> també hi havia una festa, dedicada al déu solar Lug<sup>12</sup>, les *Lugnasad* o "bodes de Lug", per commemorar la plenitud estival. Eixa festa va ser assimilada pels romans quan van conquerir Lyon (antiga *Lugdunum*) i la van dedicar a l'emperador August<sup>13</sup>.

Ara pràcticament perduda, la festa només roman com a dia nacional a Suïssa, l'antiga pàtria dels

celtes helvecis, i a la comuna de Canzo (regió de Como, a la Llombardia), al peu dels Alps.

## 3. Per què els quaranta dies?

Quina podria ser l'explicació al fet que tants pobles culturalment allunyats hagen considerat que calen quaranta dies després d'una efemèride solar per a percebre el canvi d'oratge? Hi ha alguna base física o climàtica darrere d'eixe període d'espera perquè hi coincideixen tants pobles i cultures distintes i distants?

Només com a hipòtesi, podríem suposar que eixos quaranta dies corresponen a una mena d'inèrcia tèrmica, un temps necessari perquè es manifesten els efectes anunciats pels basculaments solars. Altrament dit, es tractaria d'una mena de "temps d'espera" perquè es puga registrar el canvi tèrmic resultat del fet que la insolació haja superat a la foscor (a partir de l'equinocci de primavera) o a l'inrevés (equinocci de tardor).

En certa mesura, es podria considerar que els antics havien comprovat, empíricament, que per a notar el canvi tèrmic no era prou que el Sol guanyara o perdera protagonisme en contra de la foscor, sinó que la Terra tardava a manifestar els canvis d'insolació com a canvis d'oratge, i que eixe temps era de quaranta dies! Com a mínim, curiós, no?

En resum, tots aquests inicis estacionals o paraestacionals (el 2 de febrer) tenen en comú una cosa: se celebren quaranta dies després d'un equinocci o d'un solstici.

## 4. La cristianització de les festes "dels quaranta dies"

L'ordre temporal de les celebracions catòliques no és casual, respon a simbolismes de caràcter divers: astronòmic (solsticis, equinoccis), agropecuari (verema, sega), fenològic (aparició o arribada d'animals o plantes), professional (festes de gremis), relatives a l'oratge esperable (pluges, per exemple), numerologia màgica (40, 7, 9, etc.), etc.

I és un calendari construït històricament, ja que l'Església hi integrà d'antuvi moltes festes i símbols precristians. I l'estructura bàsica del calendari cristià és el fruit d'una triple herència: romana, jueva i pagana.

El calendari solar, d'herència romana, ve assenyalat pels solsticis i per l'equinocci de primavera; això sí, amb petites incongruències entre l'efemèride astronòmica i la data de celebració degudes a la història del calendari.<sup>14</sup>

El calendari lunisolar gira al voltant d'una antiga festa jueva, la Pasqua, que els cristians situen en el diumenge posterior a la primera lluna plena de



primavera<sup>15</sup>. Com que depèn de la combinació de dues efemèrides incongruents, sense divisors comuns, canvia de dates cada any<sup>16</sup>.

En tots dos calendaris, els senyals tenen caràcter festiu: Nadal, Sant Joan<sup>17</sup>, Sant Josep<sup>18</sup>, Pasqua<sup>19</sup>, etc. Però n'hi ha un altre calendari camuflat que és de clara herència pagana, el dels quaranta dies. Això sí, amb un afegit respecte als anteriors: n'hi ha festivitats que se celebren no tant després de la festa de referència, sinó abans. Vegem-ho.

EFEMÈRIDE SOLAR I FESTA ASSOCIADA	QUARANTA DIES MÉS TARD I FESTA ASSOCIADA, PAGANA > CRISTIANA
24 de desembre, solstici hiemal o hivernal. > Nadal.	2 de febrer. Imbolc > La candelera. deessa Brigid > Santa Brígida [1 de febrer].
20 de març, equinocci vernal o primaveral. > Sant Josep.	1 de maig. Beltane → La vera/santa Creu [3 de maig], [metàfora de l'arbre sagrat ornat de flors]. Walpurgis (germànic) > Santa Valpurga.
22 de setembre equinocci autumnal o tardoral.	1 de novembre Samain > Tots Sants.

#### 4.1. L'1 de novembre

La celebració cristiana de Tots Sants<sup>20</sup> i Difunts va ser proclamada pel papa **Gregori IV** (c. 835)<sup>21</sup> com un intent d'aculturar la festa que els pobles germànics (com els francs) es resistien a eradicar.

Més tard cristianitzada com a Tots Sants (o l'americana *Halloween* < *All Hallow's Eve*, "vespra de Tots Sants"), conserva trets pagans o de les antigues creences, com l'homenatge als deus de la natura ("tots els sants") seguida d'un altre als difunts que des de l'inframón poden enviar-nos les seues ànimes en forma de palometes nocturnes o arnes, a les que orientem en la foscor domèstica mitjançant llumetes<sup>22</sup>.

La idea de fons, el que es tracta d'un canvi substancial de l'oratge, l'entrada a l'època freda,



ha perdurat en la paremiologia: "Per Tots Sants, guarda l'avanico i trau els guants".

#### 4.2. El 2 de febrer

Segles abans de Gregori IV, el papa Gelasi I s'havia trobat amb un problema similar: el d'intentar acabar amb l'Imbolc i la veneració dels pobles cèltics de les illes britàniques a la deessa Briganti/Brigid. I ho va resoldre inaugurant un manera de fer que després seria un model general, assumint com a pròpia la festa pagana, cristianitzant-la: va santificar la deessa, que va passar a dir-se **Santa**

**Brígida**<sup>23</sup> (celebració, l'1 de febrer), un personatge en el qual es mesclen dades reals d'una abadessa amb de llegendàries, com era d'esperar. I finalment, l'any 496 va cristianitzar l'Imbolc, equiparant-lo a la purificació de **Maria** (2 de febrer), del final del *puerperi* o quarantena postpart, quaranta dies després del part de la Mare de Déu, del natalici de **Jesús**.

La cristianització de la festa va integrar el ritual igni de les candeles, per la qual cosa va passar a dir-se la Candelera<sup>24</sup>. De fet, en l'*Ordo* romà de **Sant Amand** (segle VIII) consta que els assistents a la cerimònia ara ja cristianitzada portaven *cerea ascensa* (ciris encesos, candeles), com l'autor d'aquest article encara ha portat quan era jove en les processons que se'n feien a l'alba.



La idea de fons, el que es tracta d'un canvi substancial de l'oratge, l'entrada a l'època freda, ha perdurat en la paremiologia: "Per Tots Sants, guarda l'avanico i trau els guants".

### 4.3. L'1 de maig

La cristianització d'aquesta festa va consistir, als països nòrdics, en "crear" una santa, **Santa Valpurga**, que actuara d'element aculturador de la nit de Walpurgis.

Més al sud, la invenció d'una festa que recollira el culte dendrolàtric i floral<sup>25</sup> de la festivitat gala de Beltane i transformar-lo en la festa de les Creus de Maig, o de la Vera Creu<sup>26</sup>.

### 4.4. Els quaranta dies en el cicle pasqual

Ja hem vist que moltes de les festes nuclears del calendari solar tenen unes altres associades que podríem anomenar "de segon grau" en la mesura en què han fet servir els quaranta dies entesos com a temps d'espera per a un canvi qualitatiu.

Pel que fa al calendari lunisolar, ha esdevingut una cosa de semblant, amb l'afegit de què alguna de les festes no corresponen als quaranta dies posteriors, sinó anteriors a la festa principal, alguna de les que giren al voltant de la Pasqua<sup>27</sup>.

En l'Ascensió, com que el cel s'ha obert momentàniament, deuen haver caigut sobre la

natura alguns dels seus dons i serà el moment idoni per eixir al camp a recollir herbes medicinals especialment salutíferes<sup>28</sup>; i a uns altres llocs s'iniciava la recollida del fruit estival més primerenc, la cirera: "El dia de l'Ascensió, cireretes a muntó".

El 2 de febrer, era una mena de pseudoinici anunciador de la futura primavera, i així s'explicitat en dites associades a la festivitat cristiana, com "Si per la Candelera flora, l'hivern ja està fora"<sup>29</sup>. Una dita vicariant amb la francesa "*Si la Chandeleur pleure, l'hiver ne demeure*" ("Si la Candelera plora, l'hivern no s'hi queda"). També hi ha indicadors zoofenològics associats a aquest dia, com "Per la Candelera l'ós surt de l'ossera" o "Per la Candelera, la cigonya campanera". En la mateixa data se celebren el "dia de la tortilla" (amb eixida festiva al camp) del madrileny "corredor del Henares"; o el més nòrdic del "dia de la marmota"<sup>30</sup>.

Dit tot això, encara queden més coses relacionades amb els quaranta dies, i amb el número quaranta. Però, com diria **Rudyard Kipling**, "això és una altra història".

Que si tot va bé comentarem en el proper número de Dauldeu, el 20.

## EFEMÈRIDE LUNISOLAR

### I FESTA ASSOCIADA

Diumenge de Rams.

Diumenge de Resurrecció  
o de Pasqua (florida).

## QUARANTA DIES

### ABANS O DESPRÉS DE LA FESTA

40 dies abans de Dimecres de cendra, inici del període de Quaresma.

40 dies després de l'Ascensió de Jesús al cel.

1. En *Milagos de Nuestra Señora*, el poeta castellà Gonzalo de Berceo (†1264) encara considera només dues estacions: *verano* i *invierno*.

2. L'evolució del concepte d'estació la vam tractar en el número 5 de Dauldeu: <https://daualdeu.wordpress.com/2014/01/19/el-calendari-estacional-i-la-idea-destacio-uns-conceptes-que-cal-matisar/>; i també a <https://www.youtube.com/watch?v=lfz75fo0a7o>

3. De fet, quan el dia és més llarg (les setmanes anteriors i posteriors a Sant Joan) no per això la temperatura és més elevada; i en el mateix sentit, l'època "de fred" va encavalcada entre el tardor novembre i l'hivernal febrer i no s'ajusta a l'estació lumínica.

4. Els romans anomenaven Germania al conjunt de pobles situats al nord de la frontera Rin-Danubi, i el gentilici n'era *germanus* (res a veure amb germà, més enllà de la semblança morfològica). Formaven un gran grup etnolingüístic indoeuropeu, i durant l'edat Mitjana van assolir una gran expansió (fins arribar al nord d'Àfrica). Tant en època romana com durant l'edat Mitjana molts germani eren coneguts pel nom de l'ètnia, que sovint donava nom al territori: sueus (→Suàbia), vàndals (→[v]Andalusia), llombards (→Llombardia), burgundis (→Borgonya), saxons (→Saxònia), juts (→ Jutlàndia), turingis (→Túringia), francs (→ França), gots, cimbres, teutons, marcomans i altres. La confederació d'alguns grups donava l'ocasió per redefinir els noms. Així, l'aliança de tribus que vivien entre el Rin i el Danubi, de tots (all) els hòmens (Mann) va el nom d'alamanni,

origen del gentilici francès alemand (> cat. alemany, cast. alemán, port. alemão) i el nom que nosaltres li donem al país, Alemanya.

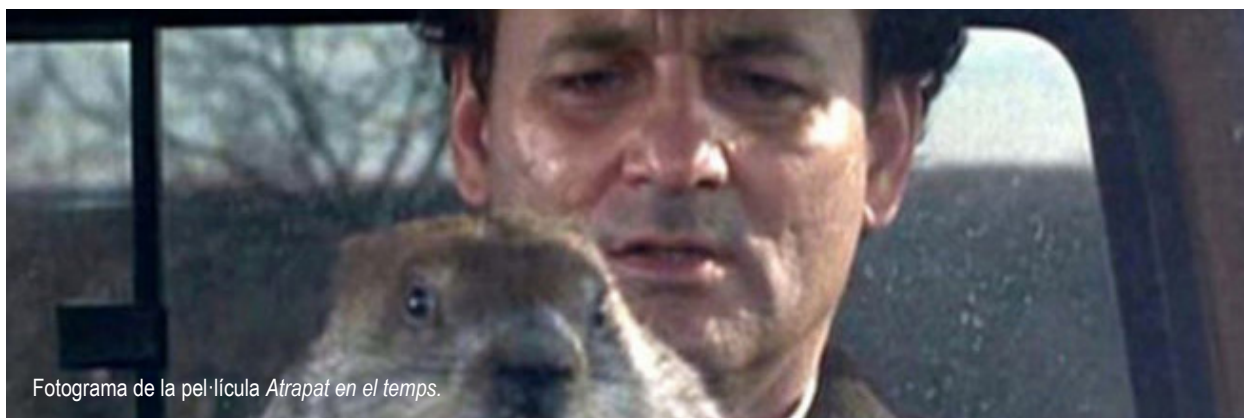
De manera similar, a partir del vocable llatí *totus* ("tots" > "tothom"), derivaria teutó i, d'aquest, l'alemany *Deutsch* (pronunciat doitz; que és el nom que actualment es donen els alemanys a si mateixos), el neerlandés *duits*, el francès antic *tudesque*, l'italià *tedesco*, el danès *tysk* i el suec *tyska*. Els anglesos es basaren en el nom clàssic *germanus*, i en feren *German*, i els romanesos *germana*.

5. Per als celtes el "dia" començava amb el crepuscle vespertí, i la llum seguia a la foscor; Juli Cèsar ho recull a *De bello gallico* (*La guerra de les Gàl·lies*; VI: XVIII): *Ob eam causam spatia omnis temporis non número dierum sed noctium finiunt; dies natales et mensum et annorum initia sic observant ut noctem dies subsequatur* (Per això mesuren la duració del temps, no pas segons el nombre dels dies, sinó segons el de les nits; els natalicis, així com el començ dels mesos i dels anys els compten talment com si la nit fos primer que el dia) [Traducció de Joaquim Icart. Fundació Bernat Metge. 1975]

6. Per celtes entenem un seguit de grups ètnics de llengües indoeuropees emparentades i distribuïts per gran part d'Europa durant el primer mil·lenni abans de Crist i entre els que incloem: 1) Els britans > Bretanya, Gran Bretanya. 2) Els celtibers, de l'altiplà ibèric. 3) Els helvecis, dels Alps centrals. 4) Els gals, que van originar topònims com la Galícia ibèrica; la Galítsia ucraïnopolonesa; la Galàcia d'Àsia Menor –"Epístola de Sant Pau als gálates" ho recordem? –; pobles







Fotograma de la pel·lícula *Atrapat en el temps*.

com els gaèlics d'Escòcia (Alba) i Irlanda (Éire); Gal·les (Cymru); i, per suposat, la Gàl·lia, que Juli Cèsar definia així en el començament del seu llibre *De bello gallico* [La guerra de les Gàl·lies]—«*Gallia est omnis divisa in partes tres, quarum unam incolunt Belgae, aliam Aquitani, tertiam qui ipsorum lingua Celtae, nostra Galli appellantur*» [“La Gàl·lia està dividida en tres parts: una que habiten els belgues, una altra els aquitans, la tercera els que en la seua llengua s’anomenen celtas i en la nostra gals”]. Triturats per la doble mola dels romans i dels germànics, van ser pràcticament destruïts i assimilats culturalment pels primers.

7. Era un calendari lunisolar que ajustava l'any solar i els mesos lunars mitjançant l'afegit d'un mes extra cada dos anys i mig.

8. En parle al video: “Les festes dels 40 dies”: <https://www.youtube.com/watch?v=8SziSzTbR6c&t=624s>

9. Per a les dates farem servir les equivalents en el nostre calendari.

10. Consideracions sobre maig com a mes floral: <https://revistasao.cat/maig-mes-de-maria-rosa-mistica/>

11. “Sant Joan, el zenit del cicle solar”, a: <https://revistasao.cat/sant-joan-el-zenit-del-cicle-solar/>

12. Origen de topònims com Lugdunum (“fortalesa de Lug”, actual Lyon); Lugones i Lugas, a Astúries; i, tot i que en controvèrsia amb Lucus (“bosc sagrat”), Lugo, a Galícia.

13. De manera similar a com farien els cristians, dedicant a sants o al mateix Déu la festa de l'equinocci de primavera (Sant Josep) o els solsticis (Sant Joan, Jesús -Nadal-).

14. “Per què no coincideixen el solstici i el Nadal?”, de Joan Olivares, físic, professor de matemàtiques i gnomonista (dissenyador i constructor de rellotges de sol), d'Otos (la Vall d'Albaida): <http://otos4.blogspot.com/2014/12/per-que-celebrem-la-nativitat-de-jesus.html>

15. La primera lluna plena primaveril sempre il·lumina la Setmana Santa. <https://revistasao.cat/pasqua-la-renovacio-de-la-natura/>

16. També són variables, per tant, les festes associades a la Pasqua: Carnestoltes (setmana anterior a l'inici de la Quaresma) Dimecres de cendra (inici de la Quaresma; quaranta dies abans del Diumenge de Rams, Diumenge de pinyata (primer diumenge de quaresma), Diumenge de Rams, Setmana Santa (conté la primera lluna plena de primavera), Sant Vicent (huitava de Pasqua, primer dilluns després de la setmana de Pasqua), Santa Faç (primer dijous després de la huitava de Pasqua: <https://revistasao.cat/sintesi-religiosa-exit-la-santa-fac-alacant/>), l'Ascensió (quaranta dies després del Diumenge de Ressurrecció o de Pasqua florida), Pentecosta o Pasqua granada (quinquagèsim dia del temps de Pasqua), la Trinitat (una setmana després de Pentecosta) o Corpus Christi (dijous següent a la huitava de Pentecosta; <https://revistasao.cat/corpus-christi/>).

17. <https://revistasao.cat/sant-joan-per-que-ara/>, d'Antoni Biosca, professor titular de filologia clàssica de la Universitat d'Alacant.

18. <https://revistasao.cat/falles-setmana-santa/>

19. <https://revistasao.cat/pasqua-la-renovacio-de-la-natura/>

20. “Tots sants i difunts: el canvi d'estació”: <https://www.youtube.com/watch?v=dz7aPh6NsVI>, <https://www.youtube.com/watch?v=Ofj4tdaVvoo> o <https://www.youtube.com/watch?v=dz7aPh6NsVI&t=143s>

21. En temps de la guerra civil entre el rei franc Lluís el Pietós (fill de Carlemany) i el seu fill Lotari; és l'època que el novel·lista de Cocontaina Juan Francisco Ferrándiz recrea en la novel·la històrica “La terra maleïda” ambientada en la Barcelona de la Marca Hispànica.

22. <https://www.diarilaveu.com/veu/48952/49-el-vol-vii-palometes-animetes-i-psiue>

23. Una de les patrones d'Irlanda, junt als sants Patrici i Iona.

24. <https://www.diarilaveu.com/veu/48944/la-candelera-purificacio-i-espera>

25. Sobre els aspectes etnobotànics d'aquest inici estacional es pot consultar l'article “L'arç blanc i l'oracle d'Agamèmon” en el número 71 (tardor de 2011) de la revista *Mètode* <https://metode.cat/revistes-metode/document/larc-blanc-i-loracle-dagamemnon.html>; o bé en el llibre recopilatori “Herbari. Viure amb les plantes” (Publicacions de la Universitat de València; 2012), de Ferran Zurriaga i Daniel Climent.

26. A la revista *Espores* es pot consultar l'article “Maig, antic inici de la primavera”: <https://espores.org/etnobotanica/el-calendari-i-les-plantas-maig-el-mes-de-les-flors/>; i pel que fa a les festes seculares modernes que s'han apropiat de l'antic 1 de maig: <https://espores.org/etnobotanica/el-calendari-i-les-plantas-mes-flors-al-mes-de-maig/>

27. La festivitat de Pasqua no és tant climàtica com fenològica: combina la floració de la civada i el part de les ovelles amb l'inici de la transhumància quan la el pleniluni il·lumina les nits.

28. En particular al Baix Vinalopó (Elx, Crevillent i Santa Pola); eixe dia, en un ambient encara “de Pasqua”, es va “al camp” i es canten cançons etnobotàniques com “El dia de l'Ascensió” i “Venim de fer herbetes”: <https://www.youtube.com/watch?v=Vtbcva--k4&t=3s>; <https://www.youtube.com/watch?v=FiC-i5dNS5s&t=44s>

29. Que ve a dir que si eixe dia han esclatat els capolls de l'ametler es considera que l'alba metàfora nival notifica la proximitat de la primavera; i també amb la variant «plora» (metàfora de la pluja) en lloc de «flora»; i amb l'afegit cautelar de “... I si no flora, ni dins ni fora”. Sobre eixe tema parle també al vídeo i l'article següents: <https://www.youtube.com/watch?v=YAjlUXi9eFU&t=276s>; <https://revistasao.cat/la-candelera/>

30. “El dia de la marmota”, d'origen alemany, és molt popular als estats del nord-est dels EEUU (en particular Pennsilvània) i els fronterers de Canadà, i va adquirir fama mundial arran de la pel·lícula *Groundhog Day* (*Atrapat en el temps*, 2005). L'afegit cautelar del refrany de la Candelera “... i si no flora, ni dins ni fora” mostra un cert paral·lelisme amb el del “dia de la marmota”: tots dos fan una mena de predicció, amb dosi d'incertesa, sobre l'arribada o no del bon oratge i de la possible espera a què es materialitze l'anhelada millora tèrmica; en el *Groundhog Day* l'indicador no és, però, cap floració sinó el comportament d'una marmota (una mena d'esquirol gran i terrestre) que s'espera a que isca del seu cau eixe dia; si, en eixir del cau se'n va al bosc, això indica que la primavera ja ha començat, mentre que si torna al cau cal esperar sis setmanes més (quaranta (-dos-) dies més!) Eixa iteració temporal sembla que també es donava a Grècia, on segons conta Lawrence Durrell a *The Greek Islands* (1978), s'hi considera que l'oratge que faça el dia de la Candelera (*Ypapanti*) durarà uns altres quaranta dies!



# CRISPR

## El Nobel de FRANCIS MOJICA

**Joan Borja Sanz**

Director de la Càtedra Enric Valor · Universitat d'Alacant

**Competir:** heus ací un instint atàvic de la condició humana. Disputar, rivalitzar, contendir. És com si necessitàrem ordenar tots els prodigis de la realitat —els fets, les coses, les qualitats; els gestos, els anhels, els sentiments— d'acord amb un vell simplisme heretat de temps remots, ancestrals, rupestres, primitius: guanyar o perdre. Sembla que tot ho vulguem reduir a aquesta dualitat absurda de vèncer o fracassar —que tot ho vulguem sotmetre a aquesta pobra, trista i miserable dicotomia entre la victòria i la derrota.

«Com heu quedat? Heu guanyat o heu perdut?» És la pregunta que devien formular els avantpassats paleolítics quan veien tornar a la cavana, consirosos i malferits, els familiars bregats en una dura jornada de cacera. També quan concloïa una batalla tribal o una guerra fratricida: «Com heu quedat? Heu guanyat o heu perdut?» I la pregunta continua sent consuetudinària a les cases contemporànies: quan els fills tomen de jugar al futbol o al bàsquet; quan la banda de música del municipi ha participat en un certamen; quan una colla d'amics concorre en una olimpíada matemàtica... «Però com heu quedat? Heu guanyat o heu perdut?», volen saber els progenitors, a manera de resum, per damunt de qualsevol altra consideració.

En l'amistat com en el treball, en els estudis com en l'art, parlem tothora de guanyar i de perdre: guanyar o no la confiança d'algú, guanyar o no una oposició, guanyar o no una negociació, guanyar o no una matrícula d'honor, guanyar o no el premi extraordinari de final de carrera, guanyar o no un concurs de pintura, d'arquitectura, de fotografia, de literatura. Guanyar un Òscar, guanyar el Pulitzer, guanyar el Sant Jordi, guanyar el Premi Nacional... Guanyar, guanyar, guanyar. Fins i tot, quan inventem ocupacions lúdiques per a omplir l'oci i el neguit existencial —en l'esport, o en els jocs de taula, o en els concursos televisius— sembla que inevitablement necessitem unes regles orientades a aquesta raquílica divisió: guanyar o perdre.

«Perquè un guanye l'altre ha de perdre», sentenciem com si això formara part de l'ordre natural i ineluctable del món. Som, ja es veu, animals

competitius. I no seré jo qui qüestionarà ara el valor —per al desenvolupament individual i per al progrés social— d'una mínima voluntat d'excel·lir o un cert afany de superació. Tanmateix, de vegades —ai!— em fa l'efecte que l'espècie humana ha perpetuat fins a la hipertròfia un pervers instint de rivalitat que ens delata irracionalment hereus de la selecció natural: esclaus inconscients de l'època en què l'existència era una contínua i permanent disputa per la supervivència; del temps en què guanyar i perdre venien a ser equivalències exactes de viure i morir.

No ho sabem evitar: tenim l'instint de guanyar. I aquest instint de guanyar comporta sovint, inevitablement, la figura del perdedor, el derrotat, el vençut. No obstant això, fora més evolucionat, més intel·ligent —i més humà— jugar a jocs en què tots els participants poden guanyar solidàriament. I és que, si bé es mira, els jocs més delictosos són justament aquells jocs en què les parts que hi juguen ixen guanyant sempre. Jocs sense perdedors, derrotats ni vençuts: heus ací un signe de civilitat. L'amor, per exemple, quan es juga bé, és un joc en què guanyen totes les parts concurrents. O l'art: és un joc on guanyen al mateix temps el creador que proposa i l'espectador que hi frueix. La comunicació, en general, és també un joc que fa possible que totes i tots siguin, alhora, guanyadores i guanyadors. I què dir del joc de la literatura, del joc de la docència o del joc del periodisme? Són, sempre, jocs que ben jugats permeten a totes les parts guanyar satisfactòriament. Més encara: són jocs que sabem que hem jugat malament, precisament, quan hi ha algú que no hi ha guanyat res.

El coneixement —el joc de la curiositat i de la conquesta del coneixement— és, possiblement, el més bell, divertit, noble, entretingut i excels de la condició humana: al costat del joc de la creació, indistriablement vinculat al joc de la comunicació. Hi juguem, sempre —al·leluia!— a guanyar o guanyar.

Però és com si no ho poguérem passar, sense embrutar aquests jocs delictosos amb vel·leitats





Francis Mojica.

confrontatives, pugnitives, jerarquitzants. I és així que adesiara ens sentim impel·lits a establir preferències, cànons, certàmens, concursos, comparacions, índexs, llistes i premis. És la manera que tenim d'organitzar i d'ubicar en calaixos mentals obres, autors, descobriments, tendències i creacions. Ningú no seria capaç de discutir en públic que l'art, l'amor o el coneixement són fets per a competir. Però no ens sabem estar de convocar premis literaris, certàmens de pintura, festivals de cinema, concursos de fotografia... I tendim a estimar les pel·lícules segons els Òscars obtinguts, de la mateixa manera que atorguem credibilitat instintiva a les novel·les guanyadores del *Booker Prize*, als artistes reconeguts en la *Biennale di Venezia* o als fotògrafs distingits amb els honors del *Wildlife Photographer of the Year*.

Aquesta irreprimible temptació nostra de convertir l'art i la creació en matèria de competició s'estén impunement —això volíem dir— fins a

l'àmbit de la ciència i la investigació. És així que els Premis Nobel disposen d'una projecció social i mediàtica —en diaris, ràdios, xarxes socials i televisions— amb dimensions comparables a les del Roland Garros, la Champions League, la NBA, el Mundial de Futbol o els Jocs Olímpics.

Efectivament: els Premis Nobel —incloent-hi el Premi Nobel de Química, el Premi Nobel de Física i el Premi Nobel de Medicina o Fisiologia— són l'aparador mundial més clar i evident d'aquesta dèria competitiva projectada fins i tot sobre la ciència i el coneixement. Sembla que ens va en la sang la necessitat de declarar-hi uns guanyadors. I els Nobel ens proveeixen, una volta a l'any, d'aquesta il·lusió de disposar d'uns vencedors: uns herois victoriosos universalment reconeguts.

Aquesta setmana, sense anar més lluny, hem sabut que la Reial Acadèmia Sueca de Ciències ha resolt distingir amb el Premi Nobel de Química les senyores **Emmanuelle Charpentier** i **Jennifer Doudna** «pel desenvolupament d'un mètode d'edició del genoma» per mitjà de la tecnologia CRISPR.

Sobra dir que qualsevol tipus de reconeixement a les investigadores Emmanuelle Charpentier i Jennifer Doudna és, per descomptat, merescudíssim. Digne i escaient, just i necessari: no s'hi valen bromes en això. Per poc familiaritzats que estiguem amb el món fascinant de la genètica, comprendrem de seguida que el desenvolupament de la tecnologia CRISPR és, indubtablement, un dels avanços científics més extraordinaris de tots els temps, que obri les portes a noves possibilitats de recerca i a aplicacions biomèdiques fins ara inimaginables. Es tracta —per expressar-ho amb una metàfora socorreguda en aquest camp— d'una tecnologia que permet operar en el nivell molecular com si disposàrem d'una mena de tisores genètiques per a retallar i corregir amb precisió absoluta una determinada seqüència genòmica. I això, en qualsevol tipus de cèl·lula: incloent-hi, per descomptat, les cèl·lules humanes.

Impossible no imaginar, per tant, la revolució genètica que aquest desenvolupament en el camp de l'anomenada edició genètica potser farà possible: no solament en la detecció, la correcció i la superació de malalties de transmissió genètica, sinó també —posem per cas— en la reprogramació del sistema immunològic i, conseqüentment, en futurs possibles tractaments terapèutics alternatius per a les malalties infeccioses i, també, per a segons quins tipus de càncer.

Hi ha, amb tot, un detall gens menor que convé explicar en relació amb aquest Premi Nobel. I és que el just reconeixement al desenvolupament de la tecnologia CRISPR s'ha produït sense

el reconeixement en idèntics termes (amb la concessió del Premi Nobel, vull dir) al veritable pare de CRISPR. Em referisc, òbviament, al microbiòleg de la Universitat d'Alacant **Francis Mojica**, a qui es deu —com se sap— la recerca bàsica que ha fet possible el desenvolupament posterior de tota aquesta línia d'investigació. Tant és així que el mateix nom CRISPR (sigla provinent de l'anglès *clustered regularly interspaced short palindromic repeats*) va ser encunyat pel científic il·licit de la UA, amb plena consciència que «seria una cosa molt important». Tan important que al seu dia ja hi va dir: «Això tindrà repercussió. I aquest nom quedarà.»

Fet i fet, l'any 2017 el nom de Francis Mojica sí que va ser inclòs, juntament amb el de les flamants Premis Nobel, Emmanuelle Charpentier i Jennifer Doudna, en la terna de científics guanyadors del Premi Albany: el més prestigiós dels EUA i, segons els entesos, l'avantsala dels Nobel. Però ara que els Nobel reconeixen en les persones d'Emmanuelle Charpentier i Jennifer Doudna els espectaculars avanços aconseguits en el desenvolupament de la tècnica CRISPR, el científic d'Elx n'ha quedat lamentablement despenjat. I tots els mitjans de comunicació del rodal es lamenten pel Nobel escamotejat a Mojica. Sospesen com d'important hauria estat aquest Premi Nobel per a la Universitat d'Alacant i, en general, per al sistema universitari valencià. I publiquen titulars escandalitzats sobre l'afer, de l'estil: «Deixen fora l'investigador que va descobrir la CRISPR», «Decepció imperdonable», «El Premi Nobel de Química premia la tècnica de CRISPR, però n'ignora el creador, Francis Mojica», «Francis Mojica: el valencià a qui han birlat el Nobel de Química»...

Però amb la humilitat i la discreció que el caracteritza, Mojica s'ha limitat a declarar, amb admirable serenitat: «La gent es fa moltes il·lusions. Jo no m'he cansat de dir-ho, que la probabilitat era molt baixa. Fins i tot li l'han donat a CRISPR i no a mi. Ja em puc relaxar. Estic prou més tranquil.»

Tinc per a mi que l'investigador Francis Mojica, de la mateixa manera que ha sabut penetrar alguns dels secrets més íntims i recòndits del codi de la vida, deu haver superat sobradament, fa molts anys, la instintiva tirania de les vanitats, i el parany innoble de la rivalitat, de la competició i de la jerarquia. Contra l'atàvica temptació de jugar la partida del coneixement en clau de guanyar o perdre, fa l'efecte que juga el joc de la investigació amb la consciència que cada nou coneixement conquerit és —al marge de supèrbies, arrogàncies i concurrències— una victòria compartida del conjunt de la humanitat.

Per això, vivament els recomane que lligen,

com a homenatge a aquest home d'Elx que des de la Universitat d'Alacant ha jugat els partits del coneixement en la màxima categoria de la Lliga Nobel, l'entrevista divulgativa i d'aproximació que Lucía Sapiña li va fer en la revista *Mètode* al juny de 2018 [<https://metode.cat/revistes-metode/monografics/entrevista-francisco-mojica.html>]. Hi podran inferir la veritable importància de les contribucions que aquest científic ha fet a la història del coneixement —que és, a fi de comptes, la història de la humanitat. L'aventura de les seues investigacions, des que al principi dels anys noranta va començar a estudiar l'arqueobacteri *Haloferax mediterranei* (un microorganisme que habita les salines de Santa Pola, en un ambient amb una enorme concentració de sal, i que presentava unes intrigants informacions repetides en diverses regions del cromosoma), és la crònica de l'origen de CRISPR. I això és tant com dir: de l'origen de la capacitat humana per a manipular, editar, corregir i reescriure el codi de la vida.

«Si la vida són instants...», proposava dijous el professor de la Universitat de València Alexandre Bataller en el solemne acte d'obertura del III Congrés Internacional Geografies Literàries, a Vic —que és des d'on ara mateix els estic escrivint. Era al sendemà d'anunciar-se el Premi Nobel atorgat al desenvolupament de CRISPR. I, involuntàriament, vaig completar la frase per al meu fur intern: «Si la vida són instants... Per sempre mai més recordaré com un instant d'emoció desbordant la notícia de la concessió del Premi Nobel a CRISPR». Ni que siga per l'orgull, el respecte i l'admiració que em procura el privilegi de formar part d'una comunitat acadèmica, la de la Universitat d'Alacant, al si de la qual el senyor Mojica ha dut a terme la investigació bàsica d'aquest camí decisiu per a l'esdevenir de la humanitat.

«Si la vida són instants...» —em repetisc, com en una espècie d'eco mental. Si la vida són instants —resolc— aquesta setmana toca celebrar que el treball de Francis Mojica en la Universitat d'Alacant ha fet possible el desenvolupament d'una tècnica d'edició genètica reconeguda amb el Premi Nobel. I sobretot i per damunt de tot: que amb els coneixements assolits en aquest camp de l'edició genètica totes i tots guanyem en la partida principal que, mentre el món serà món, sempre valdrà la pena de disputar: la de l'amor contra la confrontació, la de l'art contra la petulància, la del coneixement contra la inòpia. La de la salut, la joia, la llum i la vida contra la malaltia, el dolor, la mort i la desesperança.

CRISPR, al capdavant, també podria ser la sigla de «competir resulta idiota si pots regalar»...



# COVID19 i embaràs

**Matias Monfort**  
Metge ginecòleg

**Pandèmia:** s'anomena pandèmia a la propagació mundial d'una nova malaltia (OMS).

**Covid19:** els coronavirus (CoV) són una gran família de virus que produeixen malalties que van des del refredament comú fins a malalties més greus.

Al començament, el virus fou anomenat 2019-nCoV (de l'anglès *2019-novel coronavirus*). El coronavirus actual és un virus de la família SARS (Síndrome Respiratori Agut Greu, en anglès) i seria el setè de la llista que va aparèixer, amb el nom de SARS-CoV-2.

Els virus són com segments d'ARN que no poden viure, si no és a l'interior de les cèl·lules (en aquest cas, del pulmó), tenen una gran capacitat de replicació, penetren en el nostre cos produint obstrucció de les vies respiratòries (i altres tipus de alteracions, com ara, grumolls de sang) a causa d'una reacció immunitària de caràcter inflamatori del teixit pulmonar.

**Transmissió vertical:** és una infecció causada per patògens, com ara, bacteris i virus que utilitza la transmissió de mare a fill, és a dir, la transmissió directa de la mare a l'embrió, el fetus o el nadó durant l'embaràs o el part.

## Els inicis

L'embaràs s'ha descrit com un estat d'alt risc en el context de malalties infeccioses, per la particular susceptibilitat als patògens que les produeixen. Les implicacions de la Covid19 sobre l'embaràs estan poc estudiades. L'escàs nombre de casos explica que no hi haja evidència estadística.

Des de la detecció del coronavirus Sars-Cov-2 han estat publicats més de 9 000 articles científics de referència als primer mesos de l'any. Els efectes específics sobre les embarassades eren pràcticament desconeguts a l'inici de la pandèmia.

En un primer estudi en dones embarassades infectades amb covid19, sembla no haver-hi diferències respecte de la resta de la població (tal com suggereix una sèrie de l'OMS de 147 dones de la Xina). Actualment, més estudis, la majoria

de la Xina, mostren que la proporció de dones embarassades amb malaltia greu era semblant a la de la població en general i que un percentatge superior a la meitat eren asimptomàtiques en el moment del part.

La lactància materna és la manera més completa de nutrició per als nounats, ja que els proporciona anticossos encara no desenvolupats en el nadó i que són necessaris per a defensar-se de les infeccions respiratòries en els primers mesos de vida, com podria ser en aquest nou coronavirus. La lactància materna es recomanada per l'OMS, encara que la mare desenvolupi la infecció amb el nou coronavirus Sars-Cov-2.

La majoria de nounats d'embarassades infectades han donat negatiu per al virus, però un petit nombre hi han donat positiu. És important determinar si es produeix transmissió vertical, així com els mecanismes de desenvolupament. No obstant això, les mares infectades poden tenir un major risc de complicacions respiratòries greus.

Una revisió d'abril de 2020 mostra que la Covid19 en dones embarassades sol tenir un curs relativament benigne, com es correspon a les dones joves, encara que més greu que en no embarassades de la mateixa edat. Aquest resultat seria similar al de les dones embarassades amb altres malalties infeccioses com la Grip49. No s'ha demostrat la possibilitat de transmissió placentària.

D'altra banda, alguns estudis conclouen que les dones embarassades, pel seu estat immunosupressor així com pels canvis fisiològics durant aquest període, són particularment propenses davant patògens respiratoris i pneumònia severa, com la causada per la Covid19 i també que, malgrat la lleu malaltia que suposa la Covid19 a l'embaràs, demostrem la vasculopatia de la placenta en presència de virus Covid19. La qual cosa planteja una possible transmissió vertical; a més, els canvis immunològics únics de l'embaràs poden suprimir la virulència del virus Sars-CoV-2, i fins ara no hi ha dades sobre la influència de la infecció per Sars-Cov-2 en l'embaràs en el primer i segon trimestre, especialment amb danys potencials del teixit placentari i les funcions de la placenta.

El debat es damunt la taula. Existeix una necessitat de investigació addicional per a l'actuació en la pràctica clínica diària en aquests casos. No hi ha evidència consistent d'una transmissió vertical de Sars-CoV-2.

### Evolució

**Sampieri i Montero**, de l'Institut de Salut Pública de la Universitat Veracruzana de Veracruz (Mèxic) publiquen al Diari Sanitari de maig de 2020, una revisió de les noves evidències sobre la transmissió vertical de la Covid19. La conclusió és que no s'han trobat estudis que demostrin la detecció del Sars-Cov-2, juntament amb l'aïllament viral i l'avaluació de la capacitat infectiva de partícules virals, en mostres clíniques de líquid amniòtic, placenta o membranes, sang de cordó umbilical i llet materna, en dones diagnosticades clínicament o amb covid19. No obstant això, no es pot descartar la transmissió vertical i es requereixen estudis més grans amb ARN Sars-Col-2 i tècniques de localització *in situ*.

A títol anecdòtic, hi ha un informe de la presència de MERS-CoV (un altre coronavirus de la família Covid19) en dromedàries i un estudi d'una persona probablement infectada pel consum de llet crua de camella.

Encara hi ha molt desconeixement sobre l'impacte de la malaltia en l'embaràs. La majoria dels casos notificats d'infecció per Covid19 en pacients embarassades han mostrat un curs lleu o asimptomàtic de la malaltia, amb només uns pocs casos que requereixin cures intensives (UCI), similar a les infectades no embarassades. Fins ara, no hi ha la certesa de transmissió serològica a través de la placenta.

Un estudi de juliol/2020 a l'Hospital Methodist Presbiterià de Nova York mostra que les partícules Sars-Cov-2 són rares en placentes d'embarassades al final de la gestació. Sembla que no hi ha cap relació entre l'estatus matern amb la Covid19 i la patologia placentària. La presència de partícules virals en l'endometri no significa transmissió al teixit fetal.

A Brasil, les morts maternes relacionades amb el Covid19 van superar les xifres publicades arreu del món. Els resultats negatius per Covid19 en aquesta població correspondrien als afectats per les característiques clíniques, però els determinants socials de la salut i les barreres per a accedir a una atenció adequada semblen tenir un paper important. En aquests casos, és urgent reforçar les mesures de contenció dirigides a la població obstètrica i garantir una atenció d'alta qualitat.

Aquest estudi de revisió també considera que

«Els treballs recents han suggerit que les dones embarassades no mostren cap transmissió vertical de la infecció per Covid 19»

la no disponibilitat dels sistemes de salut, a causa de la pandèmia Covid19, crea més complicacions per a les dones embarassades, especialment, les que necessiten tractament en unitats de cures intensives (UCI).

### CONCLUSIONS

Els treballs recents han suggerit que les dones embarassades no mostren cap transmissió vertical de la infecció per Covid19. La transmissió vertical és possible; no obstant això, no està clar si els nounats positius Sars-Cov-2 estaven infectats en l'úter, l'intrapart o postpart.

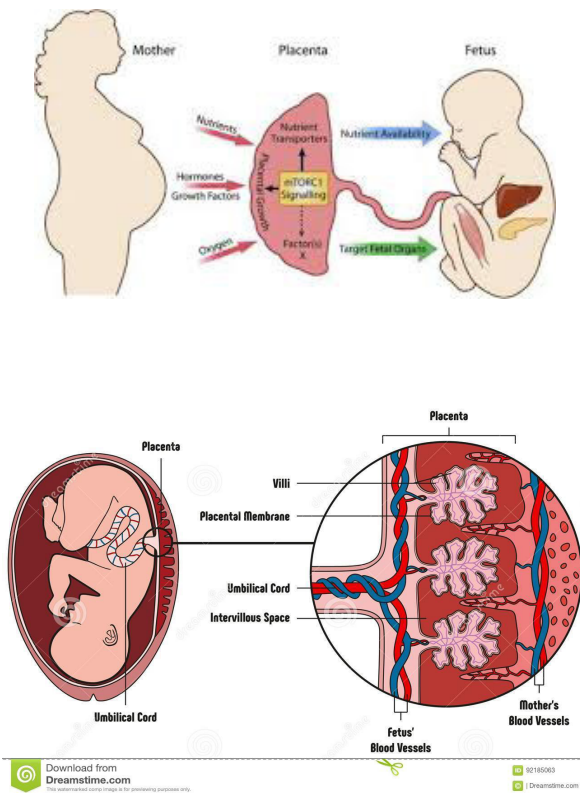
A més, cal assenyalar que en dones embarassades infectades amb Sars-cov-2 no hi ha canvis histològics placentaris significatius en el tercer trimestre de l'embaràs ni evidències que suggerisquen un possible pas del virus des de la mare infectada al líquid amniòtic. També es van descobrir incidències semblants de troballes histopatològiques en comparar placentes de pacients amb infecció per Covid19, amb o sense presència de simptomatologia típica de la infecció.

Les característiques del laboratori de la infecció per Sars-Cov-2 no diferia entre dones embarassades i no embarassades.

En general, les evidències científiques mostren una evolució clínica favorable en mares i nadons infectats per Covid19. També cal assenyalar que les dones embarassades infectades de Covid19 tenen el mateix curs clínic que les dones no embarassades infectades, i fins ara, tots els nadons sospitosos de Covid19 per transmissió vertical de Sars-Cov-2 han tingut una evolució favorable, però es recomana el seguiment a llarg termini d'aquests nadons.

Els resultats de l'estudi en nens després de la infecció per SARS-CoV-2 materna no estan ben clars. En un registre potencial dels EUA, de 263 nadons de mares que fan proves positives o negatives per SARS-CoV-2, l'estat de SARS-CoV-2 no es va associar amb el pes del naixement, dificultat per a respirar, apnea o infecció respiratòria superior, o inferior, a través de huit setmanes d'edat.





Atès el paper crucial de la placenta en el desenvolupament i manteniment del fetus, hi ha una necessitat d'estudis sobre l'impacte de la COVID-19 sobre l'embaràs, per a la qual cosa cal incorporar la recollida de teixit placentari i la seua avaluació. La col·laboració entre professionals per a augmentar el nombre de mostres analitzades en experiments individuals farà créixer la fiabilitat i objectivitat dels resultats de l'estudi. Hom preveu que una millor comprensió de l'associació entre la infecció per SARS-CoV-2 materna i disfunció placentària i/o patologia informarà de l'evolució de la salut materna durant la pandèmia.

Ens trobem amb el fet que la majoria del estudis revisats han recomanat que les dones embarassades han de parar atenció especial a les etapes anteriors de l'embaràs.

A hores d'ara, el SARS-CoV-2 continua tenint un impacte devastador en els sistemes sanitaris de tot el món, i moltes preguntes romanen sense resposta. L'efecte de la COVID-19 sobre la població embarassada s'ha debatut àmpliament, però els riscos en l'embaràs no s'han dilucidat.



**SCITO - MERIDIÀ ZERO**  
**Novetat editorial 2020**

Ja està a la venda **De Dunkerque al Montgó. L'aventura de la mesura del metre**, de Florencio Burruel, Vicent Chorro, Josep Lluís Doménech i Pep Martínez, tots quatre redactors de DAUALDEU. Edicions en paper i digital (Amazon).

**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

# Es pot viatjar a més velocitat que la llum en el buit?

**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

**Segons la mecànica newtoniana** un cos material augmenta la seua velocitat respecte a l'anomenat espai absolut en transferir-li energia cinètica, i pot igualar o inclús superar la velocitat de la llum en el buit ( $c$ ), uns 300 000 km/s. Com es ben conegut, els experiments de **Michelson-Morley**, al segle XIX, varen demostrar que no cal parlar d'un sistema de referència privilegiat associat a l'espai absolut i, a més a més, la velocitat de la llum és sempre la mateixa independentment del moviment de la font i de l'observador. **Albert Einstein**, en la teoria de la relativitat especial, refereix el moviment de qualsevol cos físic, la llum inclosa, a un sistema de referència inercial, és a dir, sense acceleració. Aleshores, la llei d'adició de velocitats de **Galileu** queda substituïda per una nova llei tal que mai un objecte material no pot superar la velocitat de la llum en el buit, en qualsevol sistema inercial de referència.

De fet, el paradigma actual de la física afirma que és impossible enviar cap partícula ni ona d'un punt a un altre de l'espai amb una velocitat superior a  $c$ . A banda, només els cossos sense massa en repòs, com el fotó (quantum de la llum), poden viatjar a la velocitat  $c$ . Si un cos té una certa massa en repòs (com, per exemple, un protó) i el volem accelerar (com en el col·lisionador LHC del CERN), al principi és fàcil, però a mesura que adquireix velocitat cada vegada requereix més energia per a accelerar-ho (podem dir que la seua "massa en moviment" augmenta) i mai no pot assolir la velocitat de la llum. Seria necessària una energia infinita.

Per tant, la velocitat de la llum, com a la velocitat límit per a la transmissió de senyals (de qualsevol tipus, partícula, llum o el que siga), és a dir, d'informació, és una constant fonamental de la natura i determina les relacions causa-efecte entre els esdeveniments de qualsevol tipus del nostre univers. Per exemple, podem estar segurs que l'assassinat de **Juli Cèsar** a Roma ha estat connectat causalment amb el naixement de **Brutus** (un dels magnicides) uns anys abans, però no

tingué res a veure amb l'explosió d'una supernova detectada per astrònoms xinesos l'any 1054.

Una vegada dit tot això, l'amable lector deu estar convençut que la velocitat de la llum és una frontera insalvable per a la transmissió de senyals, d'acord amb multitud d'observacions experimentals fins hui.

Ara bé, recordem que la teoria especial de la relativitat es refereix sols a sistemes de referència inercials en un espai-temps uniforme i estable amb una mètrica de **Minkowski** o pseudoeuclidiana. Però, què passa en el nostre univers? Està descrit per un espai-temps prou diferent del de la relativitat especial. Segons la hipòtesi tradicional del *Big Bang*, es va produir una singularitat en l'instant "zero" que va crear el temps i l'espai que va començar a créixer amb un ritme diferent al llarg de la història del cosmos. Molt poc després de la Gran Explosió, l'univers cresqué d'una manera exponencial: passà de la grandària d'un àtom al d'una taronja en una menudíssima fracció de segon. Fou l'època inflacionària de l'univers.

Seguidament, l'univers va continuar creixent, però ja a un ritme molt més "tranquil", durant els següents 10000 milions d'anys, en una època dominada successivament per la radiació i per la matèria. En el present, 13800 milions d'anys després de la Gran Explosió, la situació ha canviat i ens trobem en una època dominada per l'anomenada energia fosca que genera una antigraetat que de nou accelera l'expansió de l'univers i de la qual ningú no té ni idea de què és (l'energia del buit o un camp de força desconegut).

És clar que, al contrari de l'espai-temps de Minkowski, on qualsevol desplaçament espacial o temporal de l'origen no ha de canviar la descripció dels fenòmens físics, l'univers en expansió no gaudeix d'una invariància sota tals desplaçaments. Entre altres coses això vol dir que l'energia total de l'univers no té per què conservar-se (!) i que cal repensar el concepte de moviment dels cossos i de la llum.

En efecte, com a conseqüència d'aquesta





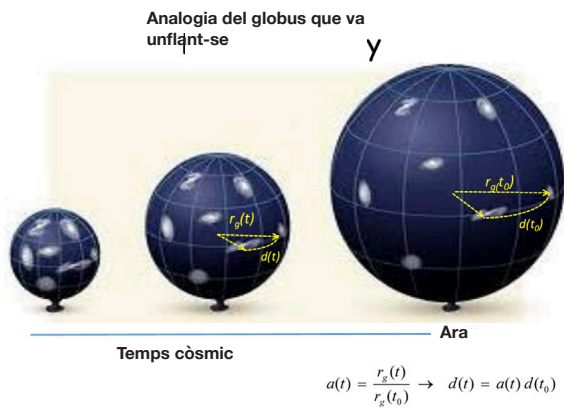


Figura 1. Analogia de l'expansió de l'univers mitjançant un globus que s'infla. El radi del globus creix proporcionant el factor d'escala de comparació de distàncies entre el present i un temps cosmològic anterior. És important destacar que la grandària dels objectes (grans o menuts) de l'univers no canvia com a conseqüència de l'expansió de l'espai perquè les forces d'atracció (gravitatòria, electromagnètica o nuclear) són prou fortes per a mantenir-los lligats (sempre que l'energia fosca fantasma no "s'empodere" de l'univers i pugui trencar els enllaços químics i físics de la matèria, fins i tot els protons i neutrons, que es desintegrarien en quarks).

expansió de l'espai cal distingir dos grans tipus de moviment dels cossos celestes. D'una banda, el moviment causat per l'expansió de l'espai mateix (anomenat *comòbil*); D'altra, l'anomenat moviment "peculiar" referit a un sistema de referència local, és a dir, a prop del cos que estem observant. A aquest moviment s'aplica la relativitat especial i per tant mai no superarà *c*. Aleshores, escrivim la velocitat (radial) de qualsevol cos de l'univers (diguem-ne, respecte a la Terra) com la suma de dues velocitats: peculiar i d'expansió, respectivament:

$$\mathbf{v}_{\text{tot}} = \mathbf{v}_{\text{pec}} + \mathbf{v}_{\text{exp}}$$

on el valor positiu correspon al sentit d'allunyament de la Terra.

L'exemple d'un globus que està inflant-se es prou adequat per a entendre el significat i conseqüències de l'expansió de l'univers (figura 1). La superfície de l'esfera representa l'univers (bidimensional, la tercera dimensió de la figura sols té sentit per a facilitar la visualització). Les taques representen galàxies que s'allunyen unes de les altres a mesura que s'infla el globus com es mostra a la seqüència d'imatges. Assenyalem que totes les galàxies s'allunyen unes de les altres i no cal buscar cap punt privilegiat sobre el globus corresponent a l'origen de la Gran Explosió.

És important també assenyalar que la grandària de les galàxies, i en general de qualsevol cos (siga un bacteri, una pedreta, el Sol o el sistema solar), no canvia com a conseqüència de l'expansió de l'espai mateix, perquè les forces de lligam (gravitatòries,

electromagnètiques o nuclears) són prou fortes per a aconseguir mantenir la distància entre molècules, àtoms o electrons i nuclis atòmics, segons les lleis de la física i la química. És per això que podem ser conscients de l'expansió de l'univers, ja que qualsevol regla de mesurar, i aleshores la unitat de longitud (figura 2 és una constant al llarg del temps cosmològic. Si no fóra així, no tindria gens de sentit parlar d'expansió.

La primera prova experimental de l'expansió de l'univers és deguda a l'astrònom americà **Edwin Hubble** (el satèl·lit porta el seu nom) quan va mesurar la velocitat d'allunyament de les galàxies respecte a la Terra mitjançant el desplaçament cosmològic de la llum cap al roig. Quantitativament la llei de **Hubble-Lemaître** s'escriu com:

$$v = H_0 d$$

on *v* es la velocitat de retrocés de la galàxia causada per l'expansió còsmica, *H*<sub>0</sub> és la constant de Hubble (≈ 70 km/s/Mpc) i *d* la distància actual entre nosaltres i la galàxia observada.

Res impedeix matemàticament que, per a valors prou grans de la distància *d*, *v* pugui superar a *c*. De fet, es defineix el radi de Hubble (*R*<sub>h</sub>) com la distància a què les galàxies (o qualsevol cos celeste) retrocedeixen respecte a nosaltres (per exemple) amb exactament la velocitat de la llum, és a dir, quan es compleix

$$R_h = c/H_0$$

Aquest radi defineix una esfera (també anomenada de Hubble) que separa virtualment les galàxies que s'allunyen de nosaltres a velocitats supralumíniques d'aquelles amb una velocitat inferior a *c*. Hom podria pensar que les velocitats superiors a *c* estan prohibides en la física relativista d'Einstein, però això no és cert perquè localment cada galàxia sempre tindrà una velocitat peculiar inferior a *c* (de fet, no relativista). La raó de moure's

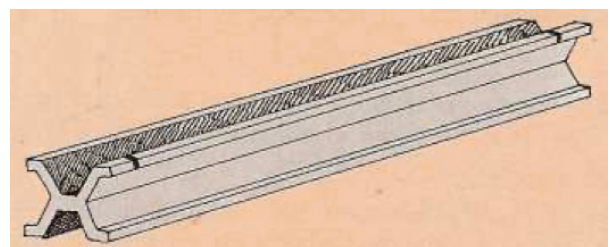


Figura 2. El metre patró original definit mitjançant unes marques en una barra de platí-iridi no s'altera a causa de l'expansió de l'espai, perquè les forces atòmiques no ho permeten. Tampoc l'actual definició de metre a partir de la distància recorreguda per la llum en el buit en una fracció 1/299792458 de segon tampoc no canviarà quan serà absolutament menyspreable l'expansió de l'univers en eixa fracció de segon. Perquè el "regle" per a mesurar longitud ens permet adonar-nos de l'expansió cosmològica a escales de milions d'anys, ja que roman inalterable.



amb velocitats relatives tan elevades és que l'espai mateix creix, sense acceleració dels cossos. Com més allunyades estiguen dues galàxies, més espai hi haurà entre elles, acumulant-s'hi els increments d'espai, i per això, augmentant la seua velocitat relativa i sobrepasant  $c$ .

Podríem pensar, també, que l'esfera de Hubble coincideix amb l'anomenat univers observable perquè les galàxies que viatgen a una velocitat major a la de la llum mai es podran observar des de la Terra. Amb aquest raonament mai no podríem aconseguir veure galàxies supralumíniques. Ara bé, això no és correcte en general, i dependrà del ritme i sentit de l'acceleració cosmològica, com veurem tot seguit.

Suposem, per exemple, que l'univers està expandint-se a un ritme elevat, com seria el cas d'un univers dominat per l'energia fosca. Llavors, fotons emesos dins de l'esfera de Hubble en un

temps cosmològic anterior, han de patir l'efecte de l'expansió accelerada i ser arrossegats més enllà de l'esfera de Hubble. En efecte, un fotó emès en direcció de la Terra (sentit negatiu) tindrà una velocitat combinada com hem comentat adés:

$$v_{\text{foto}} = -c + v_{\text{exp}}$$

Si la velocitat causada per l'expansió de l'univers  $v_{\text{exp}}$ , en aquest cas suposadament accelerada, esdevé superior a  $c$ , el fotó serà arrossegat per sempre i mai no arribarà a ser vist a la Terra.

En canvi, en el cas d'un univers en expansió desaccelerat, un fotó emès per una galàxia supralumínica en un temps cosmològic determinat, podria acabar trobant-se dins de l'esfera de Hubble (quan  $c$  supere  $v_{\text{exp}}$ ) i al cap d'un temps, més o menys llarg, acabarà arribant a la Terra, ja que  $v_{\text{foto}}$  esdevindrà negatiu.

## Racó matemàtic

Com hem comentat, en el moviment dels cossos celestes cal considerar el creixement de l'espai mateix en un univers en expansió (o decreixement en el cas d'una eventual contracció). Per això s'introdueix en cosmologia l'anomenat factor d'escala,  $a(t)$ , per a tindre en compte la variació de les distàncies deguda a l'expansió. En l'analogia de la figura 1.a,  $a(t)$  és pot identificar intuïtivament amb el quocient dels radis del globus en diferents temps cosmològics.

En alguns models cosmològics habituals, el factor d'escala presenta una dependència de tipus potencial amb el temps

$$a(t) \approx t^n \quad (n > 0)$$

el radi de l'esfera de Hubble (respecte a la Terra, per ser concrets) adopta la forma:

$$R_H = ct/n$$

Aleshores la superfície de l'esfera de Hubble s'allunya de nosaltres amb velocitat  $v_H = c/n$

Observem que per a  $n=1$  correspon a un univers en expansió lineal (velocitat constant) amb  $v_H = c/n$ , per tant, el nombre de galàxies dins (i fora) de l'esfera de Hubble es mantindrà sense variació. En canvi, en un univers dominat per la matèria amb  $n=2/3$ , l'esfera de Hubble s'expandeix amb velocitat  $3c/2$  "atrapant" i sobrepasant galàxies amb velocitat  $c/2$  relativa a nosaltres que passen a ser observables. En un univers dominat per la radiació  $n=1/2$ , l'esfera de Hubble s'expandeix amb velocitat  $2c$  sobrepasant galàxies amb velocitat  $c$  relativa a nosaltres. Tot això ocorre perquè els universos d'aquests dos tipus estan desaccelerant-se i regions que no eren visibles passen a ser-ho.

En canvi, en un univers en expansió accelerada es compleix

$$a(t) = a_0 \exp(t-t_0)$$

En aquest cas el radi de Hubble roman constant amb el temps (el mateix resultat s'obté en el límit  $n \rightarrow \infty$  de l'expressió anterior). Llavors, les galàxies creuaran la superfície de Hubble i ja no seran mai visibles des de la Terra. No ho veurem, naturalment (falten milers de milions d'anys) però el cel es quedarà fosc sense estrelles de nit. Una llàstima, sobre tot per als poetes i per als astrònoms!



# Com van els cels, no com anar al cel

## Ciència i religió en Galileu

Joaquín Lambies

Professor de Filosofia · IES de Pedreguer



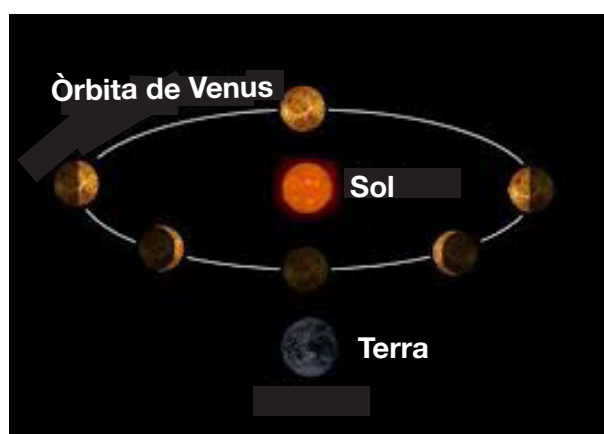
Galileu Galilei.

**Tal vegada** no siga possible determinar amb total exactitud quan **Galileu** va passar definitivament a ser un convençut defensor del sistema copernicà. Sabem que durant el seu període de docència a Pisa a partir de 1589 va haver d'explicar en les seues classes l'astronomia geocèntrica i que, inclús, va dur a terme un comentari de l'*Almagest*. A partir de 1592, coincidint ara amb el seu llarg període de docència a Pàdua, Galileu es va dedicar principalment a temes de física terrestre. Nogensmenys, açò no significa que deixara totalment de costat les seues inquietuds astronòmiques. De fet, en sengles cartes dirigides en 1597 a **Kepler** i a **Mazzoni**, es declara partidari de l'heliocentrisme. Encara que, malgrat això, alhora, i segurament per prudència, les intervencions públiques de Galileu en l'àmbit universitari seguien decantant-se del costat de **Ptolemeu**.

Tot açò canvia radicalment quan, a partir de 1609, Galileu comença a fer ús del telescopi per dur a terme observacions astronòmiques. La

nova evidència observacional obtinguda gràcies al telescopi farà de Galileu no sols un físic (o filòsof natural) profundament convençut de la veritat de l'heliocentrisme, sinó també de la necessitat de defensar públicament aquesta veritat i difondre-la tant com fóra possible.

No obstant això, aquesta defensa i difusió de l'heliocentrisme no resultaven, ni de bon tros, tasca fàcil, ja que, com bé sabem, entraven frontalment en conflicte amb diversos passatges bíblics, igual que amb el marc de pensament que encara predominava institucionalment i que era bàsicament aristotèlic. Les circumstàncies obligaven, per tant, a una extrema prudència i a intentar, d'alguna manera, preservar un espai en què fóra lícit defensar qüestions de física, o filosofia natural, sense patir les interferències de l'Església. Galileu va intentar justificar la legitimitat d'aquest espai propi per a la tasca del científic sobretot o, almenys, de manera més extensa, en la carta a **Cristina de Lorena** de 1615. En aquest text, Galileu acaba compromentent-se amb la necessitat de provar de forma absolutament concloent la veritat d'una tesi científica, si volem que aquesta prevalga sobre allò literalment afirmat en la Bíblia. Ara bé, en el cas que així fóra, s'hauria, segons Galileu, ni més ni menys, de reinterpretar el text bíblic per a donar cabuda a la nova veritat coneguda per mitjans racionals. Com podem comprovar, açò constitueix –en temps d'Inquisició



Fases de Venus. Inexplicables per al sistema ptolemaic eren, però una predicció del sistema copernicà.



i poder omnímode de l'Església— una primerenca i valenta defensa del principi d'autonomia de la raó que serà fonamental per al futur desenvolupament de la ciència i el pensament moderns.

Entre els anys 1609 i 1613, Galileu va recopilar un conjunt d'importantíssimes, tal vegada determinants, proves, basades en observacions astronòmiques telescòpiques, a favor del copernicanisme. Estos descobriments es van divulgar en 1610 per mitjà de l'obra titulada *Sidereus Nuncius*, que incloïa informes sobre observacions de la Lluna, les estrelles i els planetes mediceus o satèl·lits de Júpiter. Més tard, eixe mateix any, Galileu va poder observar el "triple aspecte" de Saturn i les decisives fases de Venus. Estos últims descobriments no es van incloure en el *Sidereus* però van ser publicats en forma de criptograma. És per tant comprensible que, tenint tanta evidència acumulada, durant els anys subsegüents i en la curta mesura en què li va ser permés, Galileu es dedicara a difondre els seus descobriments, i intentara persuadir els adversaris per mitjà de proves i arguments per a, així, aconseguir el nombre màxim possible de suports.



La Lluna no és etèria. Dibuixos del Sidereus Nuncius mostrant els seus accidents geogràfics.

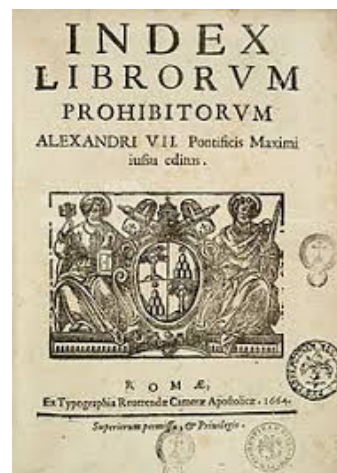
No obstant això, el caràcter polèmic de la nova astronomia no podia tardar a sorgir ja que, com hem dit, les seues afirmacions entraven en clar conflicte amb alguns passatges bíblics i amb la doctrina de l'Església. Galileu no podia obviar aquesta qüestió. Havia de trobar una solució que encarara el problema i que, d'alguna manera, fera compatibles la defensa del sistema copernicà amb el respecte als textos bíblics. L'ocasió per a elaborar una proposta d'aquest tipus li la donà un antic alumne, **Benedetto Castelli**, qui havia assistit

a una vetlada celebrada per la gran **Duquesa Cristina de Lorena**. Durant aquesta reunió, s'havia plantejat el tema de com conciliar el sistema copernicà amb els passatges de la Bíblia en què s'afirma la mobilitat del Sol.

Galileu va ser informat pel mateix Castelli, mitjançant **Niccolò Arrighetti**, d'allò que s'havia tractat durant la vetlada. En resposta a la polèmica suscitada, Galileu va escriure en primer lloc una carta a Castelli (1613), exposant les seues idees al voltant de les relacions entre ciència i religió. Posteriorment, va escriure una nova carta (1615), dirigida esta vegada directament a la gran Duquesa Cristina de Lorena, en la qual donava un major desenrotllament a les tesis ja presentades en la carta a Castelli.

El que Galileu defensa en ambdues cartes és, clarament i obertament, l'autonomia de la ciència, la independència entre ciència i religió. Però, atesa l'autoritat reconeguda en aquells temps als textos sagrats, com podia açò ser possible? Si la investigació científica pot establir determinats resultats de manera completament autònoma, significa això que és indiferent el que diguen les escriptures, si és que s'han ocupat d'aquest mateix assumpte? Potser hem d'admetre que determinades afirmacions bíbliques estan equivocades, en cas de no coincidir amb els resultats obtinguts per la ciència? Per descomptat, Galileu no podia defensar que les escriptures contenen errors. De fet, de manera insistent admet que no pot haver-hi error en els textos bíblics.

Com solucionar llavors les discrepàncies entre allò que s'ha afirmat per la ciència i allò que s'ha afirmat per la religió? La solució galileana passa, en primer lloc, per distingir clarament dos tipus de contingut en el text bíblic. Tindríem, d'una banda, continguts destinats a transmetre als éssers humans un missatge moral i religiós i, d'una altra



El Diàleg de Galileu va ser finalment inclòs a l'Index en 1633.



banda, continguts referits al que podríem anomenar qüestions fàctiques o naturals. I, evidentment, segons Galileu, el propòsit principal (primari) de la Bíblia consisteix en la primera cosa i no en servir de font de coneixements naturals. Fent-se eco de les paraules del cardenal **Baronius** recorda que el Llibre Sagrat ens ensenya *com anar al cel*, no *com van els cels*.

Una vegada acceptat açò, la nostra forma d'entendre, sobretot d'interpretar, el primer tipus de continguts -el missatge espiritual- no ha de ser la mateixa que la forma d'entendre el segon tipus de continguts -els de caràcter fàctic o natural-. En el primer cas, haurem d'acceptar literalment el que diu la Bíblia. En el segon cas, serà lícit procedir a una interpretació metafòrica o figurativa del passatge bíblic, quan el seu contingut literal estiga en conflicte amb algun resultat científic demostrat amb plena certesa. El resultat final d'aquesta reinterpretació haurà de ser, per descomptat, un sentit compatible amb el resultat científic en qüestió. Galileu fonamenta aquesta possibilitat reinterpretativa en el fet que, segons ell, en aquests casos el llenguatge bíblic hagué d'"acomodar-se" a les capacitats de comprensió del poble al qual anava dirigit.

La maniobra de Galileu és, com podem veure, doblement perillosa, ja que, d'una banda, participa de la rebel·lió, ja iniciada per altres copernicans, contra la jerarquia medieval, però encara acceptada, de les ciències i, d'una altra, posa en dubte els rígids criteris hermenèutics que l'Església catòlica, després del concili de Trent, estava intentant imposar a fi d'assegurar-se el monopoli interpretatiu del text sagrat.

En efecte, tant el sistema d'ensenyança escolàstic com l'universitari, encara en els temps de Galileu, assumia una ordenació de les ciències segons la qual era la teologia la que ocupava el lloc més alt en l'escala del coneixement i a ella havien de subordinar-se totes les altres ciències. Aquest plantejament va trobar el seu principal suport teòric en el pensament aristotèlic que justificava la preeminència de la teologia com a ciència primera. Però, a més, l'esquema medieval havia de comptar també amb la presència fonamental dels continguts revelats que constitueixen la base de la teologia cristiana i que eren del tot aliens a l'aristotelisme. L'existència d'aquest camp de veritats revelades va fer que el pensament cristià haguera d'ocupar-se, des dels seus inicis, de les relacions existents entre raó i fe. Va ser **Tomás d'Aquino** qui de manera més elaborada va abordar aquesta qüestió. Segons aquest autor, la raó humana era capaç d'aconseguir per si mateixa coneixements vàlids, però operava sempre dins de certs límits i estava

exposada a l'error. La revelació, per la seua banda, ens permet conèixer continguts fonamentals que estan més enllà d'aquest límit de la raó. D'aquesta manera, la revelació i la fe no anul·len, segons Tomás d'Aquino, la raó, sinó que la perfeccionen. Aquesta diferenciació de continguts -els abastables per mitjà de la raó i els abastables per revelació- no ens porta, però, a dos conjunts estrictament separats. Hi ha coneixements racionals sobre els quals no es pronuncia la revelació i existeixen continguts revelats que no poden ser coneguts per la raó; però també hi ha veritats a les quals podem accedir per les dos vies. S'admetia, així, un camp comú de veritats que podien ser obtingudes tant per la raó com per revelació però, i aquest és el fet més important, en cas de conflicte, havia de prevaldre sempre la revelació, la veritat comunicada per Déu als homes en el text bíblic. La fe i la revelació apareixen, així, com a criteris externs que permeten esmenar al coneixement racional, sempre amenaçat per l'error.

Com podem constatar, el propòsit clar de Galileu és acabar amb aquesta subordinació medieval de la raó a la fe i ampliar, així, l'espai d'autonomia tradicionalment atorgat al coneixement natural. Recordem que, segons el mateix Galileu, en cas de conflicte entre una proposició natural fermament establida i un passatge bíblic, s'ha de procedir a reinterpretar el passatge bíblic i no a l'inrevés. És per tant lícit, pensa Galileu, que les ciències es desenvolupen i que acceptem els seus resultats quan estiguen fermament establits. Si, en fer açò, es produeixen conflictes aparents amb la Bíblia, atés que dos veritats no poden contradir-se, s'haurà de procedir a reinterpretar el passatge bíblic perquè s'ajuste a la veritat científica. En realitat, el que està fent Galileu és, com podem veure, atrevir-se a limitar l'autoritat de la Bíblia a qüestions d'índole estrictament espiritual o religiós, és a dir, que se situen més enllà de l'abast de la raó humana (les veritats de fe) i reivindicar la prioritat de la ciència en tot allò que es pot demostrar concloentment per mitjans racionals. Es tracta, per tant, d'una clara defensa del principi d'autosuficiència de la raó que de manera tan fonamental caracteritzarà la ciència i el pensament moderns i que, generalment, sol ser més vinculada a la figura de **Descartes** que no a la de Galileu. I això a pesar que el cautelós *Discurs del mètode* cartesià va ser publicat en 1637, mentre que les, quasi desafidores, cartes de Galileu a Castelli i a Cristina de Lorena van ser escrites més de vint anys abans.

#### BIBLIOGRAFIA

Galileo Galilei, *Carta a Cristina de Lorena y otros textos sobre ciencia y religión*. Madrid: Alianza, 1987.

# Un capdavanter de l'electrologia i la radiologia mèdiques

## L'obra de

# CELDONI CALATAYUD COSTA

## (Pedreguer 1879 - Madrid 1931)

**Josep Bernabeu-Mestre**

Professor de la Universitat d'Alacant

**Xavier Bernabeu Sendra**

Metge

### La tradició sanitària de la família Calatayud

**Salvador Celdoni Calatayud Costa** va nàixer a Pedreguer el 29 d'octubre de 1879. Era fill del metge **Salvador Calatayud Cabrera** i de **Dorotea Costa Ribes**. La família paterna provenia de Parcent, tot i que Celdoni era ja la quarta generació que residia a Pedreguer. El seu besavi era **Francesc Calatayud**, cirurgià de professió i casat amb **Pasquala Pérez**. Dos del seus fills exerciren professions sanitàries: **Joaquim Calatayud Pérez** com a sagnador, i **Salvador Calatayud Pérez**, l'avi de Celdoni, com a cirurgià. A més, un germà de son pare, **Jaume Calatayud Cabrera**, va exercir de practicant. Tots ells van estudiar a la Universitat de València.

Amb tots aquests antecedents, al jove Celdoni no li va costar molt decidir-se per estudiar medicina, com també va fer els seu germà **Julio**. Son pare no era un metge a l'ús i ho va demostrar mitjançant la seua preparació i compromís amb el component més social de l'exercici de la medicina. Va publicar el 1879 una topografia mèdica de Pedreguer que establia allò que hui anomenaríem un diagnòstic de salut del municipi, en analitzar les condicions de vida i la seua relació amb les patologies més prevalents, a més de dedicar una anàlisi monogràfica al problema de salut pública que suposava la presència endèmica de la lepra en terres pedregueres.

Després de superar els estudis de batxillerat a l'Institut de Segon Ensenyament d'Alacant amb unes bones qualificacions (9 excel·lents, 3 notables i 2 aprovats), Celdoni Calatayud, amb l'edat de sols 15 anys, iniciava el curs 1894-1895 la carrera de metge a la Facultat de Medicina de València.

### De València a Madrid, en busca de l'excel·lència

A la Universitat de València va cursar els tres primers cursos, fins que el curs 1897-1898 va demanar el trasllat a Madrid per poder continuar els estudis a la Facultat de Medicina de la Universitat Central, on finalment obtindria el títol de metge l'any 1901. No tenim constància documental dels motius que el dugueren a prendre la decisió d'aquell canvi, però molt probablement hi deguera pesar la manca d'adaptació de la Facultat de València als canvis que estaven vivint la ciència i la medicina a les acaballes del segle XIX. No seria fins les primeries del segle XX quan s'incorporarien al claustre de professors de la institució valenciana destacats regeneracionistes que feren possible el canvi a la universitat del Cap-i-Casal.

L'any 1900, quan encara era estudiant, Calatayud va viatjar a París amb motiu de l'Exposició Universal. Com li agradava recordar, aquella circumstància li va permetre assistir al Primer Congrés Internacional d'Electrologia i Radiologia Mèdiques, un dels molts esdeveniments que formava part de les activitats organitzades al voltant de l'Exposició. Va tenir l'oportunitat de conèixer de primera mà els avanços que s'estaven produint en aquesta incipient especialitat mèdica. Aquest fet va resultar determinant per a dirigir el seu futur professional envers el camp de la física mèdica i el nou però apassionant món de l'electricitat, els raigs X i la radioactivitat.

El 1901, una vegada obtingut el títol de metge, va viatjar a França, Alemanya i Àustria a fi de veure com treballaven els més prestigiosos especialistes en electrologia i radiologia, i visitar algunes de les fàbriques especialitzades en la producció de





Celdoni Calatayud Costa. Fotografia de l'arxiu familiar.

material electromèdic. L'any 1902, va obrir l'Institut d'Electricitat Mèdica a Dènia, que va traslladar dos anys després, el 1904, a la ciutat de València.

### **L'etapa valenciana i les primeres passes per a avançar en la constitució de l'especialitat d'electrologia i radiologia mèdiques**

A València va romandre fins l'any 1915. Durant tot aquell temps, a més de donar-li anomenada i prestigi al seu Institut, va començar a publicar els primers treballs relacionats amb la tècnica electroterapèutica de la diatèrmia, en aplicar corrents d'alta freqüència en el tractament de diverses patologies. Però on més va destacar va ser en l'ús dels raigs X en el tractament dels fibromes uterins, recerques amb les quals va obtenir el doctorat l'any 1912. Ha estat considerat el primer metge espanyol que va utilitzar radi en el tractament del càncer.

Junt amb el desenvolupament exitós de les activitats professionals i el seu afany per promoure la recerca en electrologia i radiologia a l'àmbit terapèutic i difondre'n els resultats, cal destacar l'interès per fundar una societat científica i per incorporar l'ensenyament teòric i pràctic de la nova especialitat a les facultats de medicina.

Per avançar en aquests objectius, va fundar la *Revista Española de Electrología y Radiología Médicas* (1912-1919). Tot i tractar-se d'una iniciativa i un projecte personal, la publicació va contribuir de manera decisiva a la institucionalització de la nova especialitat, atès que era l'única revista de la matèria publicada en castellà.

El 1912, va ser elegit vicepresident primer de l'Institut Mèdic Valencià, una institució que va resultar clau en la renovació de la medicina valenciana en el període de la Restauració. A aquest reconeixement es va sumar el nomenament, l'octubre de 1914, com a professor auxiliar honorari d'electrologia i radiologia de la Facultat de Medicina, a proposta del claustre de professors, i l'abril de 1915, de radiòleg de l'Hospital Clínic.

També va resultar molt destacada la participació de Celdoni Calatayud en els congressos nacionals i internacionals d'electrologia i radiologia. L'any 1910 va participar, en qualitat de delegat valencià, en el V Congrés Internacional d'Electrologia i Radiologia Mèdiques de Barcelona, on va tenir l'oportunitat de contactar i relacionar-se amb les principals figures de l'especialitat. Però va ser al VII Congrés Internacional, que va tindre lloc a Lyon l'any 1914, on Calatayud, amb el català **Lluís Cirera Sausé** i el reconegut **Joaquín Decref i Ruiz**, fundador dels Instituts d'Ortopèdia i Física Terapèutica i Mecanoteràpia i professor d'electroteràpia a l'Hospital Clínic de San Carlos de Madrid, decidiren iniciar els tràmits per a constituir la Societat Espanyola d'Electrologia i Radiologia. Aquest projecte seria un dels motius que dugueren Celdoni Calatayud a abandonar València i traslladar-se a Madrid.

### **Tancat el cercle amb el retorn a Madrid**

En una entrevista concedida el 1918 a la revista *La Esfera*, Calatayud explicava per què havia decidit deixar València i renunciar "al benestar i la clientela". No tenia cap inconvenient per a manifestar que va ser en part per afany de nom, però també deixava caure que havia estat pel seu desig de servir a la causa de l'electroradiologia i contribuir a la seua consolidació com a especialitat, el que l'havia dut a prendre tal decisió. Era des de l'escenari madrileny com millor podia afavorir, i si més no liderar, la coordinació dels esforços d'electròlegs i radiòlegs per a dignificar la seua professió i mostrar al conjunt de la societat els progressos de la disciplina i la seua utilitat dins l'àmbit de la medicina.

En arribar a Madrid va compartir amb els doctors **Piga i Ferran** l'Institut Electromèdic, fins que va crear l'any 1917 l'Institut Clínic d'Electrologia i

Radiologia del Dr. Calatayud. La posada en marxa del nou centre va coincidir amb una frenètica activitat mediàtica i de gestió política de Celdoni Calatayud, que va donar com a resultat la posada en marxa de la Reial Societat Espanyola d'Electrologia i Radiologia el febrer d'aquell mateix any.

Com assenyalava el mateix Calatayud en el discurs que va pronunciar en la sessió de constitució de la nova societat, presidida pel rei Alfons XIII, la seua creació s'havia convertit per a ell en una vertadera obsessió, perquè considerava que era la millor manera de superar el menyspreu que rebia la disciplina per part del món mèdic. Una desconsideració que es traduïa en els somriures irònics d'alguns professionals de la medicina quan l'escoltaven parlar del tractament radioteràpic del càncer, de l'ènema elèctric en un cas d'obstrucció intestinal o quan proposava substituir el raspament uterí per l'electròlisi en determinades metritis. Calia disposar d'un marc associatiu que promoguera l'estudi de les dues branques del saber mèdic que apareixen agrupades sota el paraigua de l'electricitat mèdica (l'electrologia i la radiologia), però que fóra també capaç de defensar els interessos dels professionals que les practicaven.

L'avanç en matèria d'associacionisme científic que representava la constitució de la Societat s'havia de completar amb la regulació de l'ensenyament de l'electroradiologia mèdica a totes les facultats i la creació de càtedres, tal com va reivindicar el mateix Calatayud en el discurs de la sessió de constitució de la nova institució.

Contràriament al que calia esperar, fou Joaquin Decref, com ja hem dit més amunt, un altre dels referents en el camp de l'electrologia mèdica a Espanya durant la primera meitat del segle XX, qui va ser elegit per ocupar la presidència de la societat que s'acabava de crear. Calatayud es va haver d'accontentar inicialment amb el càrrec de secretari, fins que uns mesos després va assumir la presidència de la Societat, després de la renúncia de Decref al·legant que tenia unes altres responsabilitats per atendre. Recuperava així el protagonisme que havia tingut en tot el procés de constitució i que va detallar de manera precisa en el discurs esmentat. Tot i això, el seu manament només es va prolongar fins al 1919. L'acomiadament de la presidència va coincidir, a més, amb la desaparició de la revista que havia creat l'any 1912. El personalisme que va guiar la gestió de la Societat, els conflictes generats pel fet d'intentar que la seua revista es convertira en l'òrgan oficial d'expressió, i el distanciament amb personatges com Decref, podrien explicar la desactivació que va patir la Reial Societat Espanyola



Foto de la família Calatayud Costa. Salvador i Dorotea amb els seus fills: Aurèlia, Hermínia, Enedina, Julio i Celdoni (el que du el Barret fort).



Comitiva de l'homenatge al doctor Calatayud que va tenir lloc a Pedreguer el 15 de juliol de 1928.



La premi Nobel Madame Curie en la visita que va fer en abril de 1919 a l'Institut Clínic d'Electrologia i Radiologia del Dr. Calatayud, amb motiu de la seua estada a Madrid per assistir al Primer Congrés Nacional de Medicina.







d'Electrologia i Radiologia en aquella primera etapa.

El ben cert es que l'abandó d'aquelles responsabilitats li va permetre embarcar-se plenament en el projecte d'organitzar l'abril de 1919 el Primer Congrés Nacional de Medicina. El pes de l'organització va recaure en Calatayud, en qualitat de tresorer i promotor de la iniciativa. **Florestan Aguilar Rodríguez**, l'impulsor de l'especialitat d'odontologia, el va acompanyar en qualitat de secretari del Comitè Organitzador, que estava presidit pel fisiòleg **José Gómez Ocaña**. Com va manifestar el mateix Celdoni Calatayud, la idea de llançar un congrés d'aquelles característiques calia situar-la en la necessitat de promoure la ciència nacional, a banda de l'interès que reunia una convocatòria com aquella per a avaluar l'estat de la medicina espanyola, en un moment en què encara eren molt presents les mancances que havia posat de manifest la pandèmia de grip de 1918 o "grip espanyola".

Calatayud va aprofitar la seua condició d'organitzador del Congrés per donar-li protagonisme a l'electroradiologia. Una de les seccions va estar dedicada a aquesta qüestió i ell mateix va pronunciar la ponència oficial sobre la radioactivitat en la terapèutica. A més, en aconseguir la presència al Congrés de la premi Nobel **Madame Curie**, va acaparar bona part de l'impacte mediàtic que tingué una reunió com aquella. Celdoni va fer coincidir l'estada de Curie amb el Curs de Radiologia que havia organitzat des de la Reial Societat Espanyola d'Electrologia i Radiologia, i la va nomenar presidenta d'honor.

El reconeixement a la tasca que va desenvolupar Calatayud en l'organització del Congrés i la visibilitat que va proporcionar a l'electroradiologia, facilitaren la creació d'una Càtedra d'Electrologia i Radiologia a la Facultat de Medicina de la Universitat Central.

La titularitat de la Càtedra es va resoldre el juliol de 1920 a favor de Celdoni Calatayud, qui es va convertir així en el primer catedràtic de l'especialitat

d'electrologia i radiologia. El resum dels mèrits al·legats i que va considerar la comissió encarregada de jutjar el concurs, mostra la trajectòria i el perfil de l'activitat científica que havia desenvolupat fins aleshores: 49 treballs originals (17 d'electrologia, 24 de roentgenologia i 5 de radiumteràpia) i 59 traduccions de treballs dels principals electròlegs i radiòlegs del món (18 d'electrologia, 21 de roentgenologia i 13 de radiumteràpia).

Arrel de l'obtenció de la càtedra, Celdoni Calatayud va ser objecte d'un multitudinari sopar-homenatge a l'Hotel Ritz de Madrid. A l'acte van assistir més de dos-cents comensals. El presidiren el rector de la Universitat Central i el degà de la Facultat de Medicina, professors **Carracido** i **Recassens**, i va comptar amb la presència d'algunes de les figures més destacades de l'àmbit mèdic i sanitari. Els metges-alumnes que havien seguit els seus cursos d'electrologia i radiologia mèdiques li dedicaren un reconeixement especial per a l'ocasió. També en el transcurs del sopar es varen llegir les adhesions de moltes de les persones que no pogueren assistir; i d'institucions nacionals, entre altres, les de l'Institut Mèdic Valencià i l'Acadèmia i Laboratori de Ciències Mèdiques de Catalunya, i d'estrangeres, com ara, les de les societats de radiologia mèdica d'Alemanya, França, Itàlia i Portugal. A més, s'hi va llegir el telegrama que va enviar **Pascual Miralles**, alcalde de Pedreguer, i on indicava: "en honorar-li a vosté ens envaneix a tots".

Tot i tractar-se d'un sopar-homenatge, Celdoni Calatayud no va deixar passar l'ocasió per a denunciar les mancances que mostrava l'ensenyament i la pràctica de l'electroradiologia. En el discurs d'agraïment es queixava de la parquedat de coneixements que podien adquirir els seus alumnes per no disposar dels mitjans adequats. Denunciava que el material electròradiològic de la Facultat de Medicina de Madrid era molt dolent i defectuós, i subratllava allò de dolent, que no antiquat: "un material inservible, tot i ser recent la seua adquisició i construcció".

La consolidació de Calatayud en l'àmbit acadèmic i universitari li va atorgar dimensió internacional: el viatge, o "excursió científica", com el van descriure alguns mitjans de l'època, que va fer a EUA i Cuba l'any 1927 i que va tenir una durada de tres mesos. A Nord-amèrica, va impartir diverses conferències; són especialment ressenyables, les dictades a la Universitat de Colúmbia a Nova York i el reconeixement que va rebre per part de l'Associació Mèdica Americana. L'estada a la ciutat de l'Havana s'explica per la seua participació en el Congrés Mèdic Iberoamericà, formant part





La premi Nobel Madame Curie amb el rei Alfons XIII, el doctor Calatayud i altres autoritats en la inauguració del Primer Congrés Nacional de Medicina de abril de

d'una delegació espanyola que va compartir amb **Gregorio Marañón** i Florestan Aguilar.

Com explicàvem adés, el viatge fou objecte d'una cobertura informativa ampla i va ser ressenyat en les principals capçaleres i revistes. Com a mostra del ressò que va tenir, en el trajecte de tornada en el vaixell Cristòfol Colon, es va veure obligat, a petició del passatge i de la tripulació, a impartir una conferència sobre les aplicacions mèdiques del radi.

Finalment, és obligat recordar l'homenatge que li dedicaren el 15 de juliol de 1928 al seu Pedreguer natal en el marc de les festes en honor a Sant Bonaventura, patró de la localitat. A més de nomenar-lo fill predilecte, l'Ajuntament va acordar posar el nom de Celdoni Calatayud a la plaça on estava ubicada la casa natalícia de l'homenatjat.

## Per la ciència i per Espanya

Així resumia Celdoni Calatayud Costa la filosofia que havia guiat la seua activitat professional i en certa manera també el seu posicionament vital. Interessat i compromès des de ben jove amb l'electrologia i la radiologia, a través de l'anàlisi de la seua trajectòria hem pogut seguir l'accidentat procés d'institucionalització que visqueren moltes especialitats mèdiques a l'Espanya de la primera meitat del segle XX i que, com va passar amb el cas que ens ocupa, foren el resultat de la iniciativa individual o de l'acció no institucionalitzada d'un grup de professionals.

Calatayud, que va tenir el reconeixement acadèmic, científic i social, va denunciar fins l'últim moment la manca de recursos i l'absència

d'institucions docents i assistencials on dur a terme les activitats de recerca i formació que requeria una especialitat mèdica com l'electroradiologia.

La mort prematura, amb només 50 anys, el 24 de gener de 1931, va impedir molt probablement que completara la tasca encetada en aquell París de l'Exposició Internacional que li va brindar l'oportunitat de descobrir l'electroradiologia. Casat amb **Manela Costa Ferrando**, morta també prematurament sis anys abans que Celdoni, el 14 de desembre de 1925, va tenir una filla, **Àngela Calatayud Costa**, que es va casar amb **José Carasa** i va tenir dos fills, **José Antonio** i **Manolita**.

Més enllà de la faceta professional i científica, un amic de la infantesa i company d'estudis, definia Celdoni Calatayud com un músic notable, sobretot, amb la guitarra (va arribar a establir amistat amb **Francesc Tàrraga**); com un artista complex i delicat, i com un bohemí de bohèmia fina i discreta. En l'àmbit polític va destacar per les seues idees conservadores i per ser un fidel defensor de la monarquia: va formar part de la Junta Suprema del Partit Nacionalista Espanyol, que va fundar i dirigir el seu amic i company, el metge valencià **José Maria Albiñana**

### Agraïments

Els autors volen agrair la col·laboració de Fernando Carasa, descendent de Salvador Celdoni Calatayud Costa, i Teresa Ballester Artigues per la informació proporcionada. Al personal dels Arxius Històrics de la Universitat Complutense de Madrid i la Universitat de València per les seues facilitats a l'hora proporcionar la documentació sol·licitada.



# Radioisòtops en medicina

Jesús Navarro

Professor d'Investigació de CSIC a l'IFIC · València

**Radiografies**, TAC, ecografies, ressonàncies... són noms familiars de proves diagnòstiques. En totes s'utilitza una font externa de raigs X, d'ultrasons o de camps magnètics per a visualitzar l'interior del cos humà sense necessitat de bisturí. Amb radioisòtops és possible utilitzar una font interna de radiacions amb la mateixa finalitat. Els radioisòtops són elements químics inestables que es transformen en altres elements, emetent alhora diversos tipus de radiacions que ionitzen la matèria. Les radiacions ionitzants poden alterar el funcionament normal de les cèl·lules i originar algun tipus de càncer. Però són també una poderosa eina que permet visualitzar l'interior del cos humà, diagnosticar malalties i eliminar tumors cancerosos. Farem en aquest article un ràpid recorregut d'aquestes aplicacions, començant amb unes idees bàsiques de física.

## Nuclis i isòtops

La posició d'un àtom en la taula periòdica dels elements ve determinada pel seu nombre atòmic  $Z$ , que és el nombre de protons continguts al seu nucli. Però el nucli conté també un cert nombre  $N$  de neutrons, el que significa que àtoms amb les mateixes propietats químiques poden tindre masses diferents: són isòtops de l'element  $Z$ . La notació mínima per a distingir els diferents isòtops d'un element és escriure el seu símbol químic i, separat per un guionet, el nombre màssic  $A=Z+N$  de l'isòtop. Per exemple, H-1, H-2 i H-3 indiquen els isòtops de l'hidrogen ( $Z=1$ ) amb zero, un i dos neutrons al seu nucli.

No totes les combinacions de  $Z$  i  $N$  resulten en un nucli estable, com es pot deduir de l'existència de la radioactivitat. Si els valors de  $Z$  i  $N$  no estan «equilibrats», es produeix una desintegració radioactiva. I què vol dir que una combinació de  $Z$  i  $N$  estiga «equilibrada»? Per a ser estable, un nucli ha de tindre la mínima energia compatible amb les forces que mantenen units protons i neutrons. En cas contrari, l'excés d'energia s'emet principalment de tres maneres, que se'n diuen radioactivitat alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) i gamma ( $\gamma$ ). En el primer cas, el nucli es desprèn d'una partícula  $\alpha$ , nom donat al He-4, que té dos protons i dos neutrons. Aquesta emissió es dona principalment en els nuclis pesants. En la

desintegració  $\beta$ , el nucli inestable emet un electró i un antineutrí. En el context que ens ocupa, l'antineutrí és irrellevant pel fet que a penes interacciona amb la matèria. Aquesta emissió es dona quan el nucli té un excés de neutrons. Finalment, en el procés de desintegració, es pot arribar a un nucli que es trobe en un estat excitat. L'excés d'energia s'emet en forma de radiació i constituïda per fotons. És simplement radiació electromagnètica, del mateix tipus que la llum visible o els raigs X, però amb una energia molt més gran.

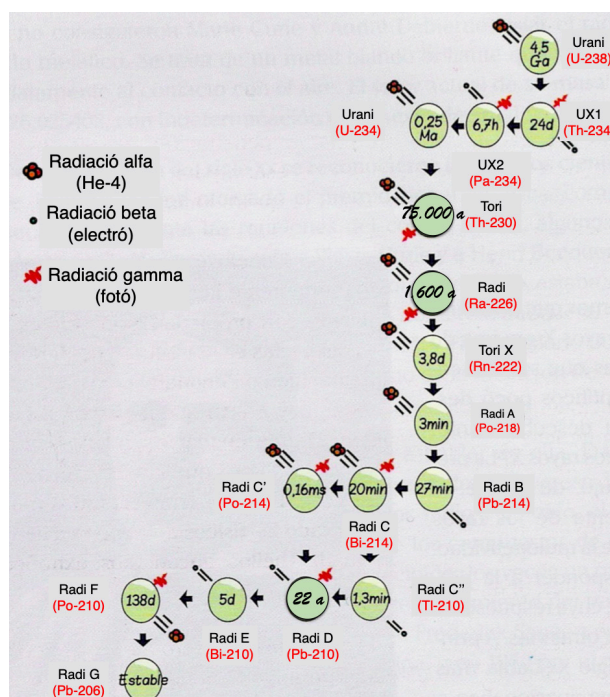


Fig. 1 La cadena radioactiva de l'urani, tal com es podia concebre a principis del segle XX, quan encara no es coneixia l'existència dels isòtops. En cada element de la sèrie s'indica el nom donat inicialment, el tipus de desintegració, la semivida de l'element i, entre parèntesis, la identificació actual.

Així, un nucli inestable emet radiacions i es transforma en un altre, seguint un procés que només s'atura en arribar a un nucli estable. En la figura 1 es mostra la sèrie de desintegracions de l'U-238. L'urani és el nucli amb el major  $Z$  que existeix a la natura, i és radioactiu. Partint d'una certa massa d'urani pur, al llarg del temps apareixen àtoms d'altres elements en detriment de l'urani, i aquesta desintegració es fa a un ritme constant. Es defineix la semivida (o període de semidesintegració) d'un element radioactiu com el temps necessari perquè el nombre dels seus àtoms en una mostra donada



es reduïska a la meitat. Les semivides dels nuclis radioactius varien en un interval molt ampli de valors, com es pot veure a la figura. El U-238 té una semivida de 4,5 milers de milions d'anys (Ga), similar a l'edat de la Terra, la del Po-214 és de 0,16 mili segons (ms).

### El mapa dels nuclis

Bombardejant un nucli amb protons, deuterons, partícules  $\alpha$ , neutrons o altres nuclis, s'han produït nuclis que no existeixen en la natura, perquè son inestables i la seua semivida és molt menor que l'edat de la Terra. Si existien en el moment de la formació de la Terra, ja no en queden actualment. En la figura 2 es mostra un diagrama on es representen els nuclis coneguts i els seus modes de desintegració. En la figura apareixen desintegracions  $\beta^-$  i  $\beta^+$ . En la primera s'emet un electró, de càrrega negativa. En la segona, s'emet un positró -l'antipartícula de l'electró-, amb càrrega positiva i es dona quan el nucli té un excés de protons. L'emissió  $\beta^+$  es va descobrir quan es va produir el primer radioisòtop artificial.

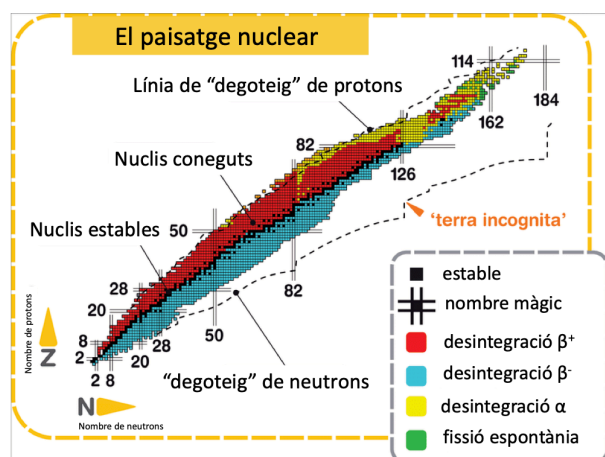


Fig. 2 Els nuclis coneguts en funció dels nombres Z (ordenades) i N (abscisses). Els nombres màgics es refereixen als valors de Z i N d'alguns nuclis amb propietats molt particulars. Les línies de «degoteig» indiquen els límits estimats als nombres màxims de protons i de neutrons per a un valor donat de N o Z, respectivament.

A hores d'ara, coneixem més de 3000 nuclis, però sols uns 300 són nuclis estables o de semivida molt llarga, indicats pels quadres negres al diagrama. La resta són nuclis radioactius o radioisòtops. Restava encara una ampla regió per explorar, indicada amb el nom de *terra incògnita*. La construcció i estudi d'aquest mapa és important per motius diferents: un millor coneixement dels nuclis i de les forces nuclears, identificació de nuclis que es poden crear en les explosions de supernoves o la formació dels elements a l'Univers.

De tots aquests nuclis, només una cinquantena de radioisòtops són utilitzats en medicina nuclear per a fer radiodiagnosi i radioteràpia. Més endavant veurem que els radioisòtops d'interès mèdic s'obtenen en reactors nuclears i en acceleradors de partícules.

### Les radiacions ionitzants

Les radiacions nuclears ionitzen la matèria que travessen, és a dir, arranquen electrons dels àtoms. Perden energia i son frenades a mesura que penetren en la matèria fins aturar-se del tot. Segons el tipus de radiació, de la seua energia i de la matèria travessada, les radiacions ionitzants poden recórrer una distància més o menys llarga. En igualtat de condicions, les partícules  $\alpha$  s'aturen abans que les  $\beta$ , que al seu voltant tenen un recorregut menor que la radiació  $\gamma$ .

En una cèl·lula, les radiacions ionitzants trenquen enllaços químics de les molècules que conté, sobretot, de les abundants molècules d'aigua. Es formen radicals lliures OH i H, tots dos d'una gran reactivitat química, que al seu voltant trenquen altres molècules i fan més malifetes dins de la cèl·lula. Així, una molècula tan fonamental com l'ADN pot ser alterada directament per les radiacions o indirectament pels radicals lliures. Apareixen ruptures, translocacions o inversions de bases que afecten el funcionament i l'evolució cel·lular.

Però utilitzades de manera controlada, les radiacions ionitzants poden ser administrades en un tumor i destruir-lo, limitant al mateix temps els efectes en les zones sanes que l'envolten. Les cèl·lules canceroses son més sensibles a les radiacions que les sanes, perquè es reproduïxen molt més ràpidament i, per tant, les alteracions produïdes es propaguen més ràpidament. Els tumors poden ser eliminats o, almenys, el seu creixement pot ser atenuat. Aquest és l'objectiu de la radioteràpia, amb dos modalitats: externa i interna.

Als pocs mesos del seu descobriment, els raigs X es van utilitzar també per a tractar algunes malalties i destruir tumors. L'energia<sup>1</sup> típica dels raigs X es mesura en keV, i és molt difícil obtenir energies majors amb el mètode usual de producció. La possibilitat de més altes energies va aparèixer, poc després de la Segona Guerra Mundial, amb la construcció de fonts de raigs  $\gamma$ , la més coneguda de les quals és la que, en l'ambient postbèl·lic, s'anomenà «bomba de cobalt». Consisteix en un recipient blindat que conté Co-60, disposat en un braç articulat que pot girar al voltant del pacient. El Co-60, que té una semivida de 5,6 anys, és un emissor  $\gamma$  de 1,17 i 1,33 MeV. Però actualment s'utilitzen acceleradors lineals d'electrons, que es poden accelerar a energies superiors al MeV i, en ser frenats, produir radiació  $\gamma$ . La grandària relativament petita d'aquests acceleradors fa que molts hospitals n'estiguen dotats i puguen aplicar aquesta teràpia externa.

Ara com ara, el Co-60 s'utilitza sobretot per a esterilitzar materials mèdics, com xeringues, instruments de cirurgia, cotó, guants, pròtesis... perquè la radiació gamma és un agent molt eficaç per a matar microorganismes nocius. La esterilització es fa quan el producte ja està embalat



i tancat, i es manté fins el moment d'obrir l'envàs. Un dels avantatges d'aquest procés és que es poden esterilitzar productes que no suporten la calor d'un autoclau.

### Radioteràpia interna

**Pierre Curie** va experimentar els efectes de la radiació d'una manera molt atrevida. En un dels seus braços va dipositar directament una sal de radi durant 10 hores. Va observar una rojor immediata, la formació de crostes i també l'aparició d'una nafra, que cinquanta dies més tard encara no havia desaparegut. De resultes d'aquest experiment, a principis del segle XX els metges van començar a utilitzar radi de manera controlada amb finalitats terapèutiques. El radi es col·locava dins de tubs o d'agulles molt fines, que s'aplicaven en certs tumors cancerosos, com per exemple en l'úter.

Aquesta tècnica, inicialment coneguda com a «curieteràpia», rep actualment el nom de braquiteràpia (el prefix grec *braqui* significa pròxim). De l'ús exclusiu de Ra-226 en els seus començaments, es va passar a utilitzar altres isòtops radioactius, com ara, I-125, Ir-129, Au-198, Sr-90, Ru-106, etc. Per a cada tumor tractable es tria el radioisòtop més convenient, segons els valors de la seua semivida i de l'energia dipositada per la radiació. El radioisòtop pot ser introduït en el tumor un temps curt, o bé pot deixar-se permanentment dins de l'organisme. Tot es qüestió de maximitzar els efectes en la zona tumoral i minimitzar-los en els teixits sans que l'envolten. En aquest tractament, utilitzat per exemple en càncers de mamella, de pròstata o de pell, el radioisòtop no s'aplica directament. Està contingut en un recipient metàl·lic que impossibilita tant les possibles reaccions químiques com la seua difusió en l'organisme. Només n'interessa la radiació dipositada per la seua desintegració.

Ara bé, certes substàncies acompleixen una funció específica en un teixit o en un òrgan particular. Per exemple, el 1936, es va demostrar que la glàndula tiroide absorbeix iode més que qualsevol altre element químic. El iode té 37 isòtops, però només el I-127 és estable. Bombardejant amb neutrons una solució de iode natural es va obtenir I-128, que és un emissor  $\beta$ . La solució radioactiva es va injectar en conills i, amb un detector, es va seguir el seu camí fins a la tiroide, on es va concentrar. El I-131, emissor  $\beta$  i  $\gamma$ , s'utilitza habitualment en forma de iodur de sodi per a tractar hipertiroïdisme i tumors tiroïdals. La radiació  $\beta$  destrueix les cèl·lules tumorals, mentre que la radiació  $\gamma$  pot utilitzar-se per obtenir una imatge del tumor, com veurem tot seguit<sup>2</sup>.

### Radiodiagnosi

Alguns radioisòtops poden integrar-se en una molècula que, per les seues propietats bioquímiques, es concentre preferentment en

la zona tumoral. Es crea així un radiofàrmac, o molècula «marcada» amb un radioisòtop, que s'incorpora al procés biològic i s'excreta exactament igual com ho fa el fàrmac normal, però permet que el radioisòtop complisca la seua missió. Es subministra a un pacient i, amb detectors exteriors, s'estableix un mapa dels punts emissors de radiació de la zona a estudiar. L'ús d'ordinadors i algorismes permet traduir el mapa en una imatge, a partir de la qual s'obté informació sobre el metabolisme i funcionament de l'òrgan, les característiques d'un possible tumor, etc. És una imatge «funcional», diferent de la imatge «estructural», obtinguda per exemple amb raigs X.

El tecneci<sup>3</sup> és l'element que proporciona el radioisòtop més utilitzat en radiodiagnosi. Arreu el món, més del 80% de tots els diagnòstics en medicina nuclear es fan amb Tc-99m, on la lletra «m» significa «metaestable». Això vol dir que el nucli es troba en un estat excitat durant un temps relativament llarg abans de passar a l'estat de més baixa energia emetent un fotó. La semivida del Tc-99m és d'unes 6 hores, i emet un fotó de 140 keV. Aquests valors són ideals per a la seua utilització en imatge mèdica. D'una banda, la semivida és prou llarga per a poder estudiar processos metabòlics i al mateix temps l'energia dels fotons és prou alta per a poder ser detectats fora del cos. D'altra banda, aquests valors són prou baixos per a garantir que la dosi subministrada al pacient siga mínima. A més, les propietats químiques del tecneci permeten integrar-lo a una varietat de molècules que garanteixen la seua incorporació a diferents teixits i òrgans d'interès.

La manera d'obtenir el Tc-99m també afavoreix el seu ús clínic. Els hospitals reben un «generador de Tc-99m», que conté Mo-99. El molibdè, amb una semivida de 2,75 dies, es transforma en Tc-99m per desintegració  $\beta$ . El tecneci, ja associat al fàrmac que convinga per a cada tipus d'exploració, es recull en un vial i es pot subministrar al pacient. Amb detectors disposats al seu voltant s'obté una «gammagrafia» (l'equivalent d'una radiografia) instantània o es poden acumular les imatges durant un cert temps. Amb detectors i ordinadors adequats es pot fer el que se'n diu SPECT (sigles en anglès de tomografia computeritzada d'emissió d'un fotó), que proporciona una imatge molt precisa de les zones on s'ha absorbit el radiofàrmac.

Una tècnica de diagnosi més precisa és la tomografia<sup>5</sup> per emissió de positrons, coneguda amb les sigles en anglès PET. Quan un positró travessa la matèria té una probabilitat molt alta de col·lidir ràpidament amb un electró, la seua antipartícula. Tots dos s'anihilen i originen dos raigs  $\gamma$  que, per conservació de l'energia i del moment, s'emeten en direccions oposades. La tècnica PET es basa en la detecció d'aquests dos fotons. Un dels radioisòtops emissors de positrons més utilitzats és el F-18, usualment

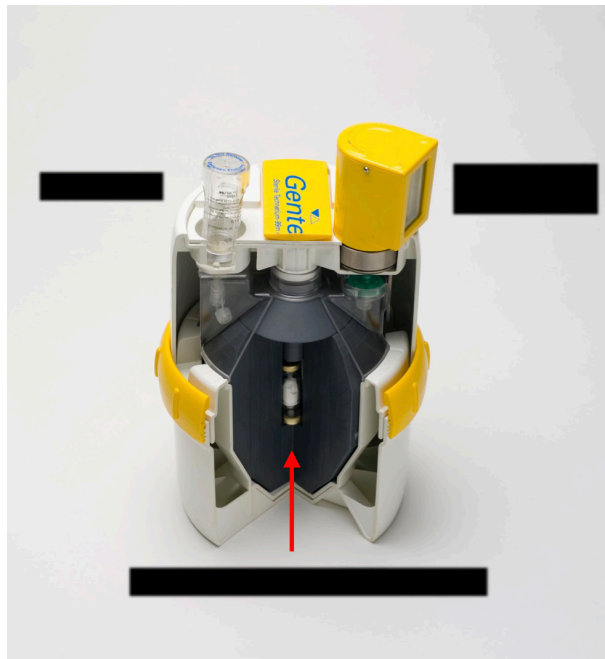


Fig. 3 Generador comercial de Tc-99m de la companyia australiana GENTECH. Des del vial de l'esquerra s'envia al tub central una solució salina que elueix el Tc-99m produït pel Mo-99 i es recull en el vial de la dreta. Cada poques hores el generador s'ha de «munyir» per a collir el Tc-99m.

associat a una molècula de sucre per a observar el seu metabolisme en diversos òrgans i en les cèl·lules canceroses. Incorporat a altres fàrmacs s'utilitza per a la detecció precoç de malalties neurodegeneratives, com ara, l'Alzheimer. En molts casos, s'utilitzen ambdues tècniques, SPECT i PET, per a obtenir imatges funcionals més precises.

### Reactors nuclear i ciclotrons

Els radioisòtops utilitzats en medicina es produeixen en ciclotrons i en reactors nuclears. Un ciclotró és un tipus d'accelerador de partícules carregades elèctricament. Per a produir radioisòtops mèdics s'acceleren protons, deuterons o partícules  $\alpha$  i es fan col·lidir amb un blanc específic, segons el radioisòtop que es vulga obtenir. Per exemple, el F-18 s'obté amb protons sobre un blanc que continga O-18. En un hospital, els ciclotrons tenen també una altra aplicació terapèutica. De manera semblant al tractament amb raigs X, les partícules accelerades poden dirigir-se directament sobre zones tumorals específiques. Es fa sobretot amb protons (protonteràpia), però alguns tumors requereixen ions més pesants.

Una instal·lació més complexa per a obtenir radioisòtops és un reactor nuclear. Es basa en la fissió del U-235, produïda per l'absorció d'un neutró, que dona lloc a dos nuclis (més rarament tres), amb menors valors de A i Z. S'alliberen alhora entre dos o tres neutrons, que al seu voltant poden produir més fissions i originar una reacció en cadena. En la fissió s'allibera una gran quantitat d'energia, que s'aprofita per a produir electricitat en les centrals nuclears de potència. Però arreu del món hi ha uns 250 reactors de recerca, molt més petits; de fet, la potència total de tots ells és equivalent a la d'un sol reactor d'alta potència. Els reactors petits s'utilitzen com una font intensa de neutrons i s'apliquen en una gran varietat de camps, des de l'anàlisi i proves de nous materials a la producció de radioisòtops.

Alguns dels radioisòtops d'interès mèdic són

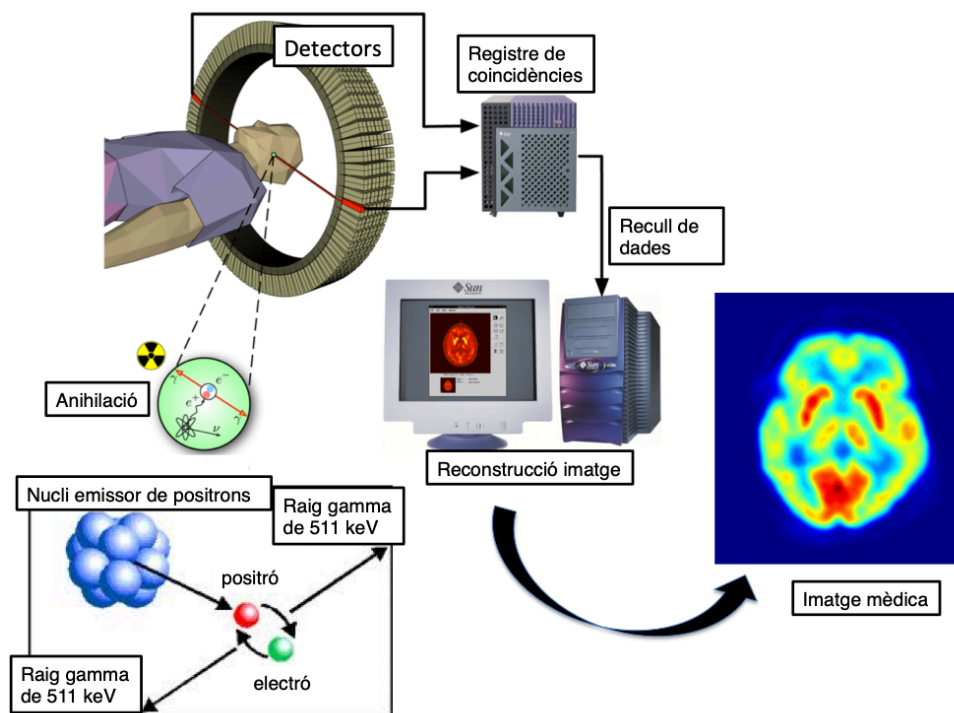


Fig. 4 Representació esquemàtica de l'obtenció d'una imatge funcional del cervell amb la tècnica PET. El colors són un codi per a indicar la concentració del radio-fàrmac, donant així informació sobre el seu metabolisme i les zones actives del cervell.





Fig. 5 Ciclotró comercial instal·lat al Centro Nacional de Aceleradores de Sevilla (centre mixt US, Junta de Andalucía i CSIC). Pot accelerar protons o deuterons per a produir alguns radioisòtops emissors de positrons.

productes directes de la fissió del U-235, com per exemple Mo-99 o Cs-137. Però la majoria s'obtenen quan els neutrons són absorbits pels nuclis d'un blanc i originen, amb un rendiment considerat suficient, el radioisòtop buscat. Si aquest té un isòtop estable que convinga, s'incorpora al blanc, com es fa, per exemple, en la producció de Co-60, Ir-192 o Fe-59. Si no existeix isòtop estable es busca un element adjacent en la taula periòdica, com és el cas del I-131 ( $Z=53$ ), que s'obté amb un blanc de Te-130 ( $Z=52$ ).

Tant en els ciclotrons com en els reactors, es retira el blanc després d'un cert temps de bombardeig (o irradiació), i amb reaccions químiques s'extraiu el radioisòtop del blanc i s'integra en la molècula més convenient per a l'aplicació subsegüent. Tot el procés s'ha de fer molt ràpidament. Recordem que el Mo-99 té una semivida de 2,75 dies i el Tc-99m de 6 hores. És evident que entre refredament del blanc, extracció, purificació, integració del Mo-99 en alumina, embalatge i transport, no sobra massa temps. Els generadors arriben als hospitals amb una quantitat de molibdè suficient per a poder extreure'n tecneci durant una o dues setmanes.

### Comentari final

Els radioisòtops han obert un gran ventall de possibilitats en la diagnòsi de moltes malalties i en el tractament de certs tipus de càncer. Les aplicacions específiques són el resultat d'una ampla recerca interdisciplinària, on conflueixen física, química, biologia, matemàtiques, informàtica, enginyeria i, naturalment, medicina. No pot sorprendre que la física nuclear i la física d'altres energies juguen un paper fonamental per aportar idees innovadores, ja que les eines experimentals

bàsiques d'aquestes dues disciplines són els acceleradors i els detectors. A la nostra Comunitat, existeixen dos grups importants dedicats a aquesta recerca innovadora. Són el grup de Física Mèdica del IFIC (centre mixt CSIC i UV) i el I3M (Centre Mixt CSIC i UPV). Molts dels seus investigadors s'han format inicialment al CERN, el laboratori europeu ben conegut per la seua recerca en física d'altres energies. De fet, des del CERN es coordinen diversos projectes europeus dedicats a la investigació en radioteràpia i medicina nuclear. Tot plegat, és un exemple més de com una recerca bàsica troba de manera natural el seu camí cap a una recerca orientada que en principi no estava prevista.

### NOTES

1. Les unitats d'energia utilitzades en física nuclear són múltiples del electró-volt (eV), que és l'energia cinètica d'un electró sotmès a un potencial d'un volt. Aquí apareixeran keV (kilo eV) i MeV (Mega eV).
2. Direm, de pas, que el I-131 forma al voltant d'un 9% dels productes de la fissió nuclear. En un accident nuclear s'allibera en l'atmosfera i la població exposada l'acumularà en la tiroide. Per això, una de les mesures imposades després dels accidents de Txernòbil i de Fukushima ha sigut l'absorció massiva de pastilles de iode, forçant l'organisme a expulsar l'excés de iode, eliminant així el I-131.
3. L'element amb  $Z=43$  va ser un dels buits en la taula de Mendeleiev que més tardà en ser emplenat. Va ser identificat el 1937 entre els elements produïts en bombardejar amb H-2 un blanc de molibdè ( $Z=42$ ). El nom tecneci significa artificial en grec. Els 34 isòtops del tecneci són tots radioactius. El prometi ( $Z=61$ ), descobert el 1947, és l'únic altre element de pes atòmic inferior al de l'urani que tampoc no té isòtops estables.
4. La paraula tomografia es refereix a l'obtenció d'una imatge tridimensional, obtinguda com una seqüència d'imatges planes girant la font i el detector.



# Radiologia vascular i intervencionista<sup>1</sup>

**Salvador Miralles Sòria**

Metge radiòleg · Hospital Vithas València Consuelo

## La Radiologia Vascular i Intervencionista

(RVI) és la subespecialitat de la Radiologia dedicada al tractament de múltiples patologies mitjançant procediments mínimament invasius i guiats per tècniques d'imatge.

Són tractaments menys agressius i amb menor morbimortalitat que la cirurgia convencional, i permet als pacients una recuperació ràpida i una menor estada hospitalària. Inclou tractaments de patologia vascular, no vascular i tractaments oncològics. El seu paper és d'essencial importància en moltes situacions d'urgència on altres especialitats no tenen possibilitats de tractament.

La RVI estalvia costos i juga un paper fonamental en la medicina moderna. És una especialitat en creixement i en constant desenvolupament amb vocació multidisciplinària i amb interrelació contínua amb altres especialitats.

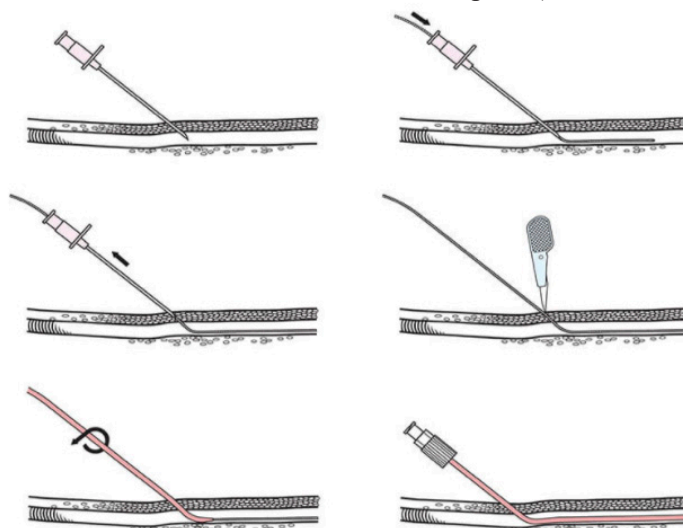
## Breu història de la RVI

Es considera l'any 1953 la data de naixement de la radiologia vascular moderna, amb la publicació de l'article *Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography; a new technique* del radiòleg suec **Sven-Ivar Seldinger**, on es presentava la descripció d'una tècnica nova d'abordatge percutani per a arteriografia.



Sven-Ivar Seldinger (1921-1998)

Amb la coneguda com a *tècnica Seldinger* només es necessita la beina de l'agulla de punció, una guia metàl·lica i un catèter preformat; amb aquest material i la guia d'imatge fluoroscòpica, es van poder realitzar estudis angiogràfics renals selectius, així com també ha aprofitat per a estudis de venografia portal i estudis de via biliar.

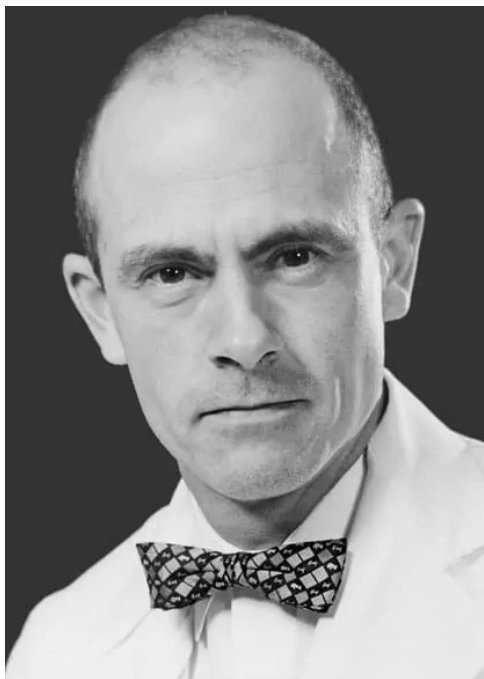


Descripció gràfica de la tècnica Seldinger (1 Punció amb agulla d'una artèria; 2 Introducció de guia metàl·lica a través de l'agulla; 3 Retirada de l'agulla; 4 Eixamplament del forat d'accés amb bisturí; 5 Introducció de catèter fent servir la guia; 6 Retirada de la guia, deixant el catèter dins del vas).





El 1964, el **Dr. Charles T. Dotter** (radiòleg Nord-americà considerat pare de la Radiologia Vasculard) fent servir la tècnica Seldinger, va realitzar a Oregon (EUA) la primera dilatació vascular per via percutània. La intervenció va ser un èxit: va recuperar la circulació i va fer desaparèixer el dolor i els signes de necrosi.



Charles T. Dotter (1920-1985)

Aquestes dos fites, la descripció de la tècnica Seldinger, el 1953, i la dilatació vascular percutània (angioplàstia), el 1964, donen lloc durant els anys 70 del segle XX a l'explosió de la Radiologia Vasculard i Intervencionista com a referent dins dels procediments diagnòstics i terapèutics mínimament invasius.

Des dels anys 70 fins ara, amb l'aparició i desenvolupament de noves tècniques d'imatge (ecografia, TC i RM), a més de la millora substancial de les tècniques de fluoroscòpia, s'ha ampliat considerablement el ventall de procediments intervencionistes, amb més seguretat tant per a pacients i com per a radiòlegs, i també millors resultats tant en efectivitat com en eficiència.

### Procediments de RVI

Al catàleg de la societat científica que engloba als radiòlegs (SERAM: *Sociedad Española de Radiología Médica*), estan descrits més de 90 procediments diagnòstics i terapèutics, per a tots els aparells i sistemes, i per a tot tipus de patologies.

Els procediments de la RVI es poden dividir en dos grans grups: intervencionisme vascular i no vascular.

### Procediments d'intervencionisme vascular

Simplificant, dins dels procediments vasculars, n'hi ha els que clouen vasos i els que els obrin o dilaten. D'altra banda, hi ha altres procediments per al tractament de certs tipus de càncer.

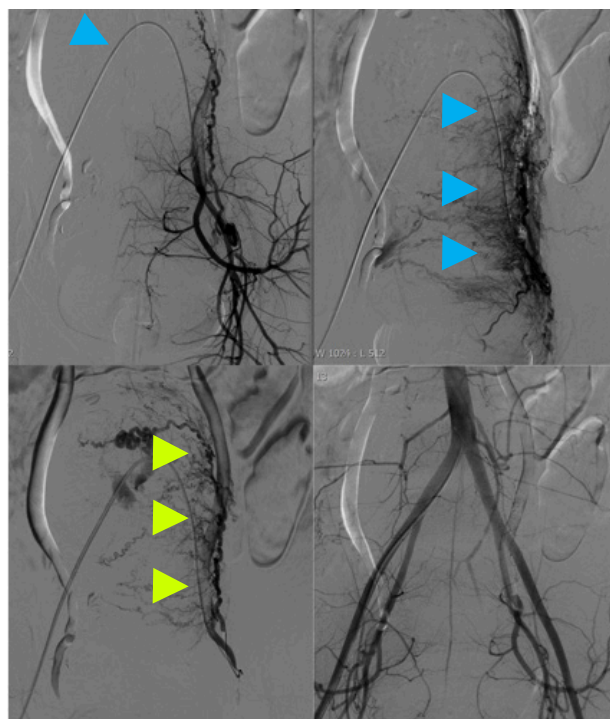
#### a) Embolització

Alternativa al tractament quirúrgic d'hemorràgies d'origen arterial, aneurismes, fistules arteriovenoses, malformacions i tumors dels vasos perifèrics.

Existeixen diferents agents embolitzants<sup>2</sup>, que varien depenent del tipus d'hemorràgia i de la part del cos a tractar. Bàsicament, hi ha dues grans famílies: la dels permanents i la dels reversibles (esponja de gelatina, trombina).

A les imatges exposades tot seguit hi ha una embolització d'una hemorràgia uterina (que evitarà una histerectomia i preservarà la fertilitat de la pacient) i una embolització renal, amb conservació del ronyó.

L'últim cas correspon al tractament amb embolització d'una fractura inestable de pelvis després d'un accident de tràfic.

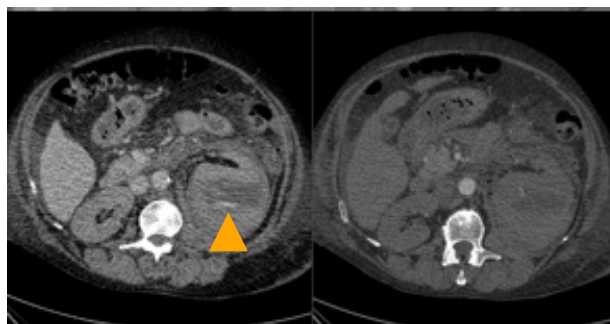


Imatges de fluoroscòpia amb substracció digital

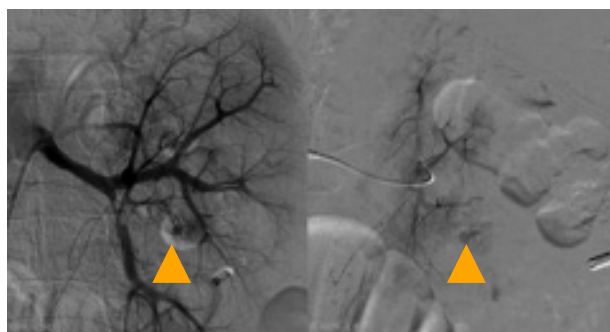
Imatges superiors: cateterització d'artèria hipogàstrica esquerra (triangle blau), i imatges d'arteriografia, on s'objectiva la hemorràgia depenent de les rames de l'artèria uterina esquerra (imatge borrosa que correspon a contrast extravasat, assenyalat amb fletxes blaves). Imatge inferior esquerra: es veu disminució del sagnat després de l'embolització amb esponja de gelatina (amb fletxes verdes s'assenyala l'àrea amb disminució del sagnat).

Imatge inferior dreta: arteriografia realitzada des de l'aorta abdominal distal, on es veu el resultat de la embolització amb absència de sagnat uteri.





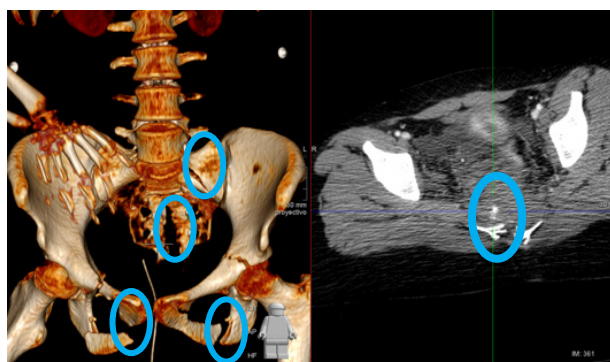
Imatges de TC (tomografia computeritzada) amb contrast, on s'observa sagnat actiu (fletxa taronja) al ronyó esquerre.



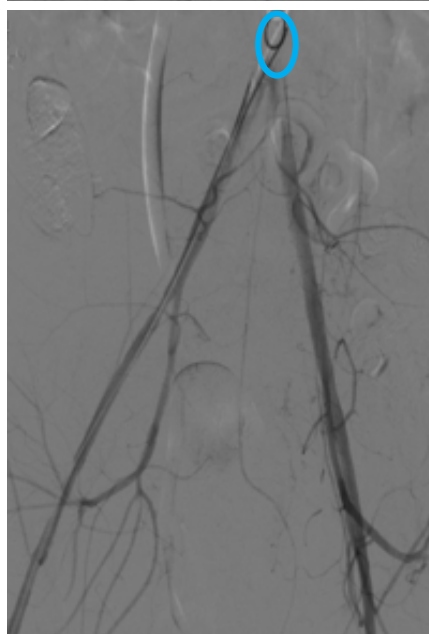
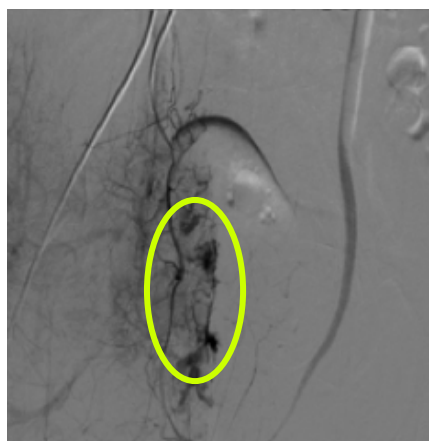
Esquerra: Imatge de fluoroscòpia amb subtracció digital. Arteriografia renal esquerra (sagnat assenyalat amb fletxa taronja).  
Dreta: Imatge de fluoroscòpia amb subtracció digital. Cateterització selectiva d'artèria sagnant prèvia realització d'embolització (sagnat assenyalat amb fletxa taronja).



Dreta: Resolució completa de sagnat després de l'embolització (absència de contrast dins de la circumferència blava).



Imatges de TC:  
Reconstrucció 3D de TC de pelvis amb fractures a les rames pèlviques dreta i esquerra, d'ala sacra esquerra i fractura amb diastasis de vèrtebres sacres de la 2 a la 5 (algunes fractures assenyalades amb circumferències de color verd).  
Imatge en pla axial de TC amb contrast (pelvis), on es veu sagnat actiu (punt blanc enmig de la circumferència de color blau).



Imatge de dalt: Catèter localitzat a artèria hipogàstrica esquerra (estructura filiforme que queda dins de la circumferència blava), amb sagnat dependent d'artèria sacra lateral esquerra (extravasació difusa de contrast, assenyalat amb circumferència de color verd). El catèter és allò que roman al mig del cercle blau.  
Imatge de baix: Control post-embolització amb cessament complet del sagnat.

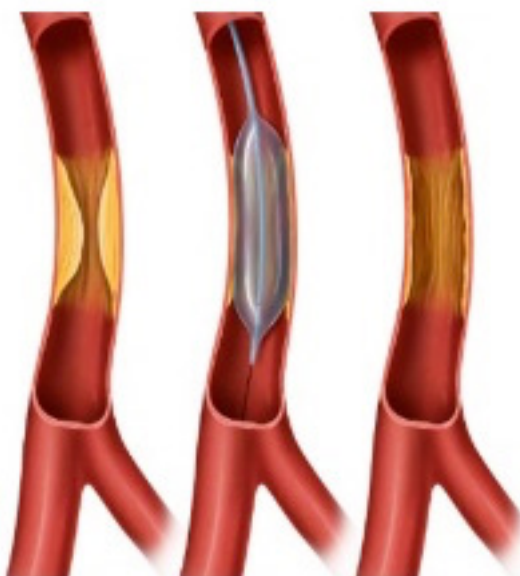
### b) Angioplàstia i endopròtesis

Els procediments de revascularització són un conjunt de tècniques encaminades a repermeabilitzar o reparar el calibre d'un vas sanguini.

#### b.1) Angioplàstia transluminal percutània (ATP)

L'angioplàstia és un procediment mínimament invasiu realitzat per a millorar el flux de sang en els vasos sanguinis del cos. Aquesta tècnica utilitza un baló muntat a la punta d'un catèter que es fa arribar al vas estenosit o obstruït. El baló s'unfla per obrir el vas sanguini i després es desunfla per treure'l, ja que el que es pretén és encastar la placa d'ateroma a la paret del vas, perquè la llum siga més o menys permeable.



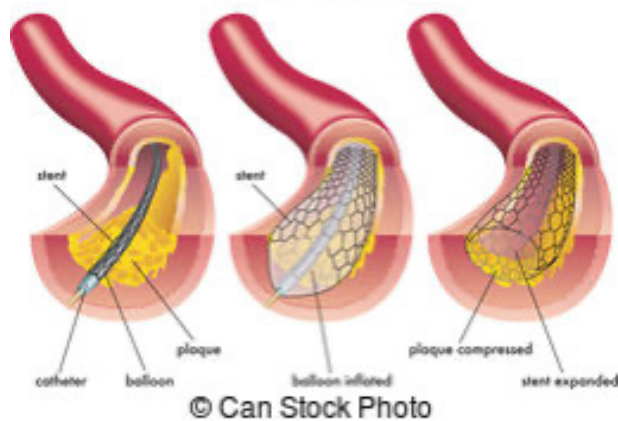


Exemple d'angioplastia percutània amb baló. 1 Artèria estenosada per placa d'ateroma (placa d'ateroma en groc); 2 Catèter baló unflat a l'altura de l'estenosis condicionada per la placa; 3 Placa encastada a la paret arterial després del tractament i la retirada del catèter-baló (Imatge recuperada de <https://akizta.files.wordpress.com/>)

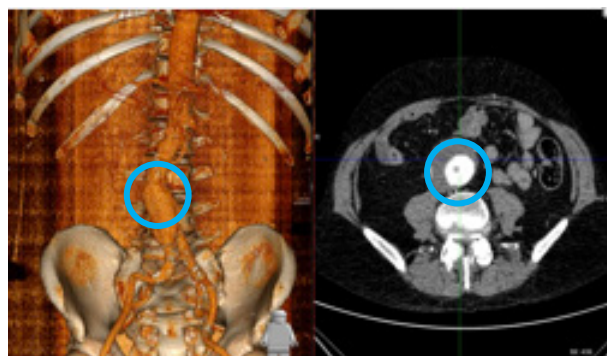
### b.2) Endopròtesi vascular

La col·locació d'una malla metàl·lica muntada sobre un catèter permet recuperar el calibre original d'un vas sanguini danyat.

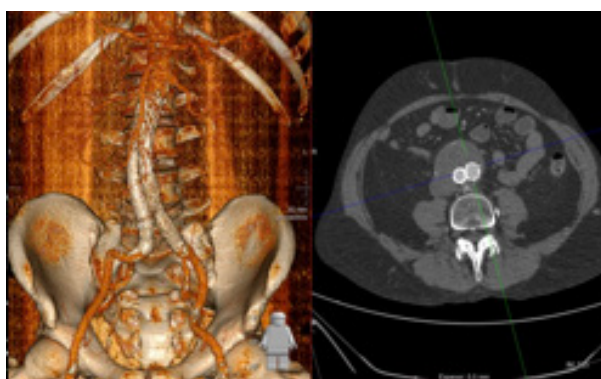
#### ANGIOPLASTY



Imatge recuperada de <https://www.canstockphoto.es/>



Imatges de TC (reconstrucció 3D d'abdomen i imatge axial en fase arterial d'artèria aorta distal). S'hi veu dilatació aneurismàtica d'artèria aorta (Circumferència en blau).



Imatges de TC (reconstrucció 3D d'abdomen i imatge axial en fase arterial d'artèria aorta distal), després del tractament endovascular d'exclusió amb endopròtesi aorto-bi-iliaca d'aneurisma d'aorta infrarenal.

### c) Procediments d'intervencionisme no vascular

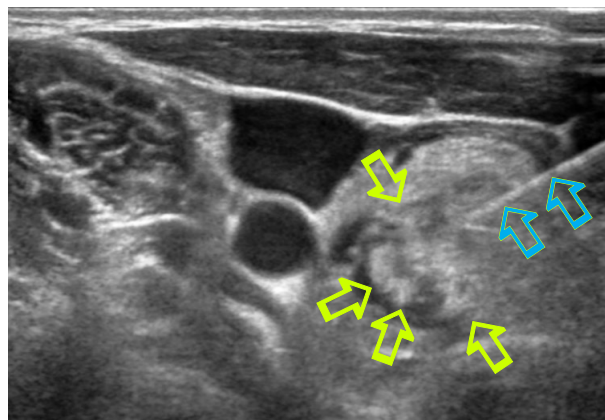
#### c.1) Biòpsies

La biòpsia és l'extracció i examen d'una mostra de teixit d'un ésser viu, amb fins diagnòstics.

Així doncs, aquelles guiades per imatge, es realitzen habitualment utilitzant raigs-X amb moviment (fluoroscòpia) tomografia computeritzada (TC), ecografia (ultrasons) o ressonància magnètica (RM) per guiar el procediment.

Les biòpsies percutànies es classifiquen en:

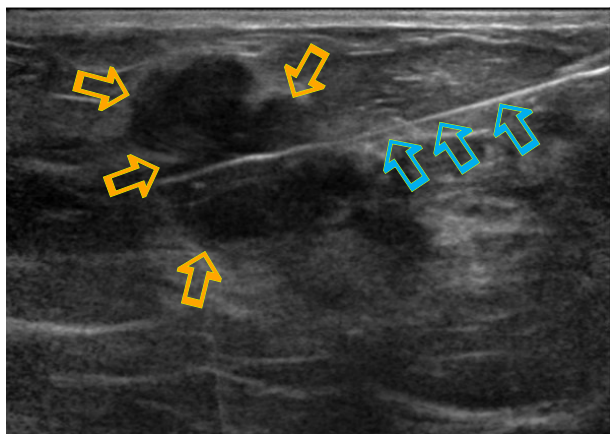
**PAAF:** punció-aspiració amb agulla fina. És una tècnica de diagnòstic percutani simple, efectiva i econòmica. Les mostres obtingudes serveixen per a l'estudi citològic i no histològic. Durant aquest procediment, s'insereix una agulla fina a la lesió a estudiar i se n'extreu una mostra cel·lular aspirant amb una xeringa. Posteriorment, es retira l'agulla i s'envien les cèl·lules al laboratori per a l'avaluació.



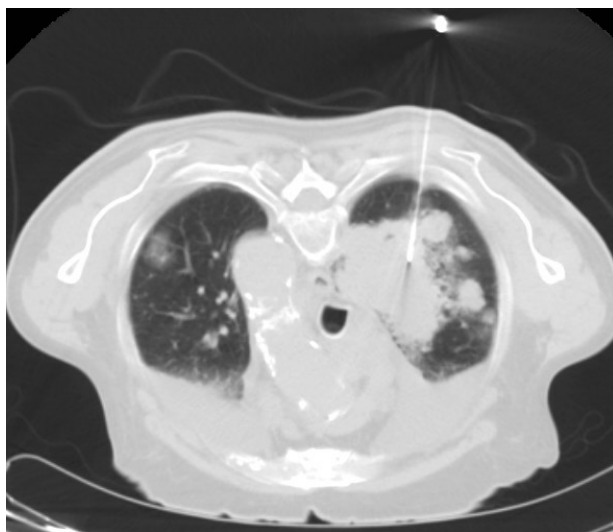
Imatge d'ecografia de realització de PAAF de nòdul al lòbul dret de la tiroides; amb fletxes blaves està assenyalada l'agulla fina (Chiba 22G) i amb fletxes verdes el nòdul.

**BAG:** biòpsia amb agulla gruixuda. En aquesta tècnica s'utilitza una agulla de major calibre per la qual cosa s'obté mostra de teixit i permet un diagnòstic histològic, molt més fiable que no el citològic. Aquesta tècnica s'utilitza per obtenir mostres de teixit en fetge, mama, ronyó, etc.





Imatge de realització de BAG de mama amb guia ecogràfica: la línia blanca (marcada amb fletxes blaves) correspon a l'agulla de biòpsia (resultat de carcinoma ductal infiltrant) i la lesió correspon a la imatge "negra" polilobulada que s'assenyala amb fletxes de color taronja.



BAG pulmonar amb guia de TC de pacient amb massa pulmonar i metàstasis pulmonars (biòpsia amb resultat d'adenocarcinoma). El pacient està en posició de bocaterrosa i l'accés de l'agulla és posterior.

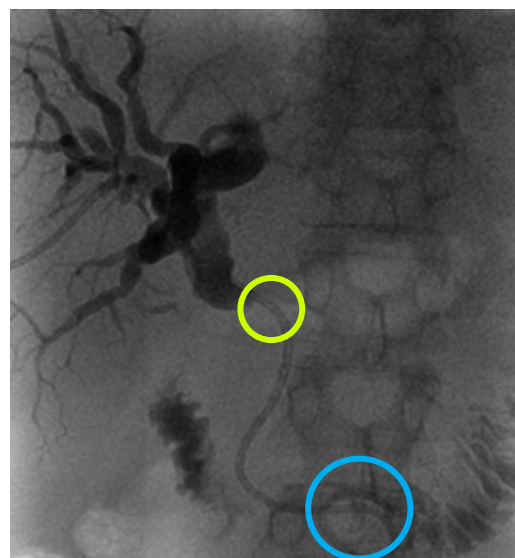
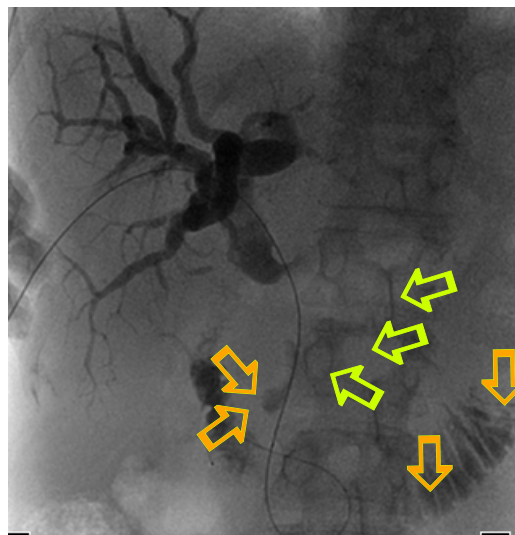
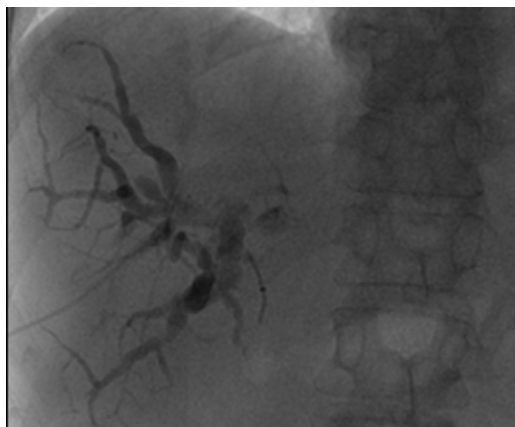
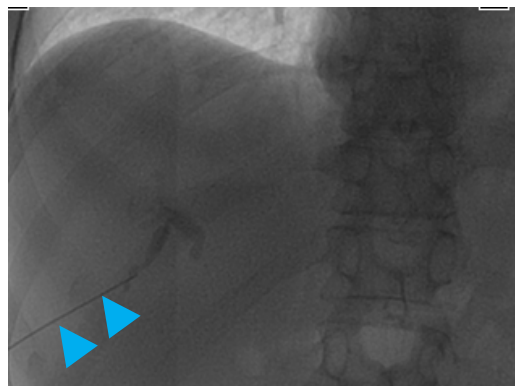
**d) Tractaments de l'aparell digestiu**  
**d.1) Drenatge i endopròtesis biliar**

El drenatge biliar és un procediment terapèutic, temporal o definitiu, mitjançant el qual s'accedeix a la via biliar i que permet la col·locació de catèters per a descomprimir-la evitant la fallada hepàtica.

N'hi ha de dos tipus: Derivació biliar externa i derivació biliar interna-externa. A la primera es comunica la via biliar amb l'exterior exclusivament, mentre que la segona comunica, a l'ensens que amb l'exterior, amb el duodè, i mitjançant una clau externa pot realitzar-se una comunicació o una altra.

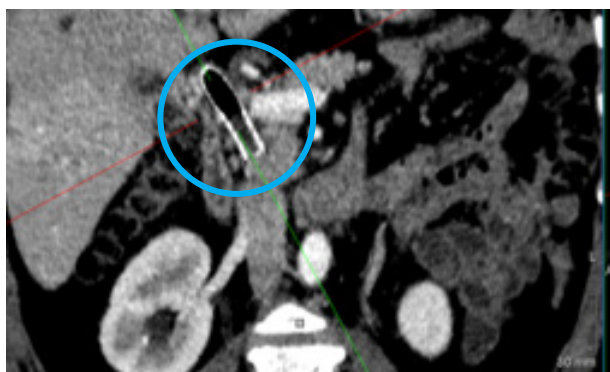
Imatge de fluoroscòpia de punció amb agulla fina (marcada amb triangles blaus) per a abordatge intercostal de la via biliar. Administració de contrast dins la via biliar (colangiografia), per a valoració de causa de l'obstrucció.

Imatge de colangiografia, amb guia metàl·lica (fletxes verdes) passada fins el duodè (fletxes grogues). Catèter de drenatge intern-extern (pig tail, cua de porc) localitzat a la transició duodè jejú (cercle blau) que travessa l'estenosi (neoplàsia de pàncrees, assenyalada amb cercle verd) i comunica amb l'exterior.



Els drenatges biliars convencionals comuniquen la via biliar amb l'exterior i això és incòmode per al pacient ja que requereixen cures constants, tenen una vida limitada i s'han de recanviar periòdicament.

Així doncs, les endopròtesis biliars solucionen aquests problemes, ja que una vegada implantades no requereixen cap sistema associat per al seu manteniment i restableixen la comunicació natural de la via biliar amb el duodè. S'utilitzen en el tractament pal·liatiu de l'obstrucció maligna.



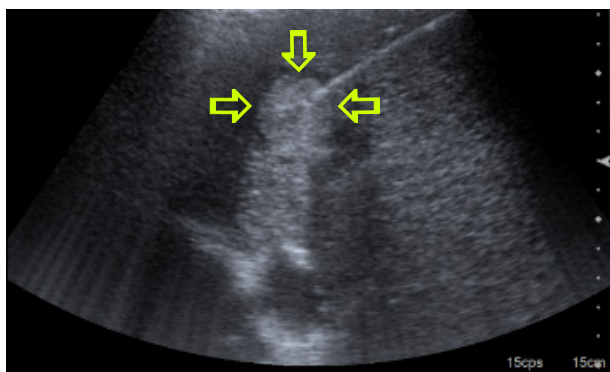
Stent metàl·lic a la via biliar extrahepàtica (enmig de la circumferència de color blau), que comunica la via biliar intrahepàtica amb el duodè.

### e) Tractament percutani de les neoplàsies hepàtiques

Són procediments d'ablació del tumor o d'embolització.

L'ablació tumoral és una alternativa a l'extirpació quirúrgica de lesions i es refereix als mètodes locals, que destrueixen el tumor sense extirpar-lo. Pot ser duta a terme fent servir calor (termoablació amb radiofreqüència), congelació (crioablació), substàncies químiques, ultrasons concentrats i microones. Aquestes tècniques són usualment reservades per als pacients amb tumors petits però amb contraindicacions quirúrgiques.

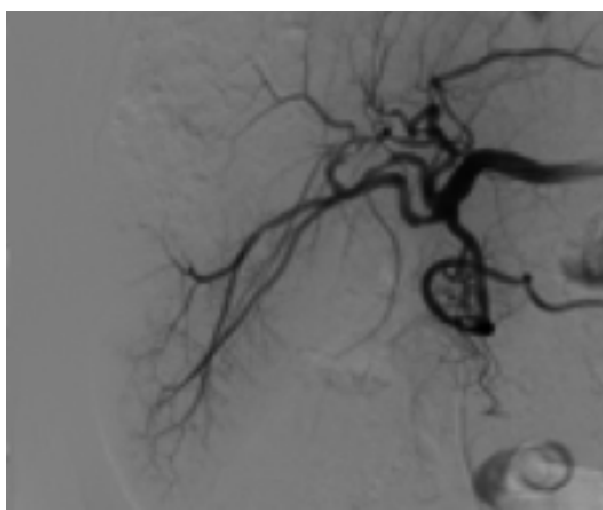
- Ablació per radiofreqüència (RF).



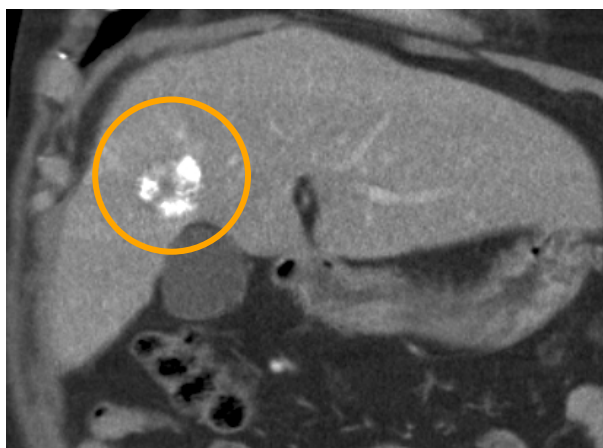
Imatge d'ecografia de parènquima hepàtic, amb agulla de RF a l'interior de lesió ecogènica, que correspon a hepatocarcinoma (marcada amb fletxes verdes). Amb guia ecogràfica continua es punxiona el tumor i es tracta amb RF, no es pot fer a cegues, ni amb TC, perquè el fetge es mou amb moviments respiratoris i es necessita control continu.



Imatge d'arteriografia amb cateterització d'arteria hepàtica dreta (catèter assenyalat amb circumferència de color verd), on es veu hepatocarcinoma (circumferència de color blau) amb irrigació arterial.



Control d'arteriografia després d'embolització, on ja no es veu l'imatge circular que correspon a l'hepatocarcinoma.



Imatge de TC d'abdomen amb contrast IV (reconstrucció en pla coronal), on es veu hepatocarcinoma tractat amb quimioembolització (cercle taronja).

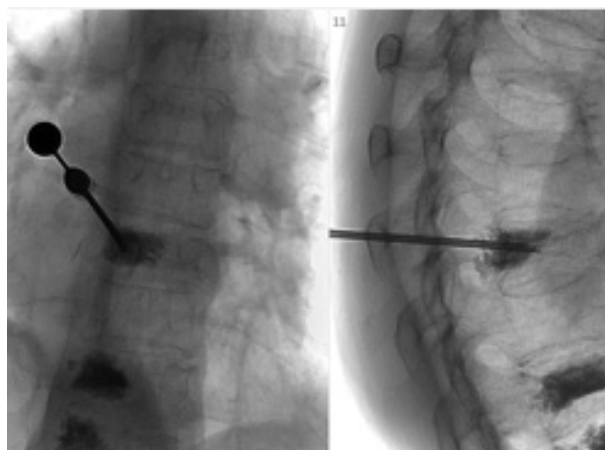
-Radioembolització: Consisteix en el tractament dels tumors de fetge mitjançant l'embolització amb microesferes radioactives (isòtop radioactiu del Ytri-90).

**f) Tractaments del dolor i de l'aparell locomotor**

Amb el suport de la imatge, la qualitat en el tractament del dolor ha avançat de forma significativa.

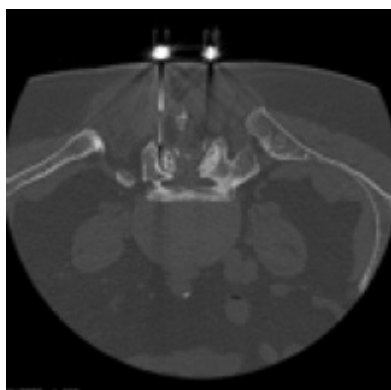
Les infiltracions d'articulacions perifèriques (maluc, genoll, turmell, muscle, colze, canell...) i les infiltracions tendinoses es poden fer amb guia ecogràfica directa, obtenint millors resultats que amb les puncions guiades amb referències anatòmiques, ja que aquestes requereixen una àmplia experiència i no tenen en compte les variants anatòmiques.

En els tractaments de dolor, la columna vertebral (cervical, dorsal i lumbar), es l'estructura amb el ventall més ampli de procediments: tractament de fractures (vertebroplàstia, cifoplastia, vesselplàstia), bloqueig selectiu d'arrels nervioses, injecció epidural de corticoides, bloqueig de rama medial (dolor articular), infiltració d'articulacions interapofisàries.



Imatge de fluoroscopia de columna dorsal, amb tres fractures tractades amb vertebroplastia. A la vèrtebra tractada més alta, es veu l'agulla dins de cos vertebral.

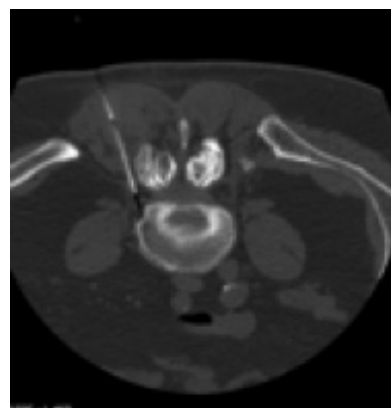
També hi ha indicació de tractament percutani en alguns tumors d'òs com són l'osteoma osteoide (OO) amb intenció curativa o algunes metàstasis òssies amb intenció pal·liativa (tractament del dolor i millora de la qualitat de vida).



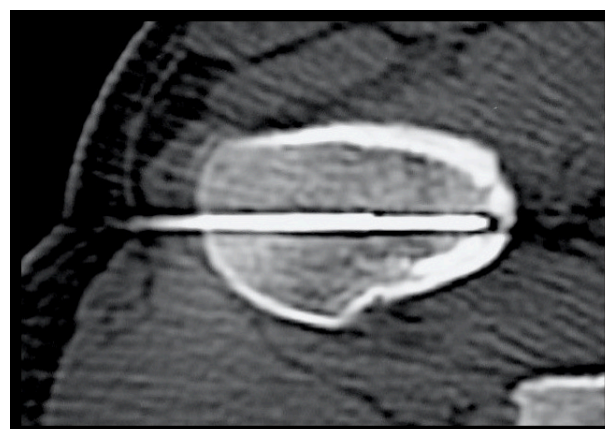
Infiltració d'articulacions interapofisàries L5-S1 amb corticoides i anestèsic local amb guia de TC.



Imatge de TC de fèmur, amb lesió òssia benigna que correspon a osteoma osteoide (cercle verd) que produeix dolor intens continu de predomini nocturn.



Infiltració foraminal de l'arrel L5 esquerra amb guia de TC amb corticoides.



Imatge de TC de fèmur, on es veu agulla de RF amb extrem distal dins de la lesió. S'administren polsos de RF (desaparició de dolor des del mateix dia de la intervenció).





Metàstasi femoral de neoplàsia de bufeta amb agulla de RF (la metàstasi (en cercle groc) condiciona una destrucció de l'os normal, que produeix dolor i/o fractures).



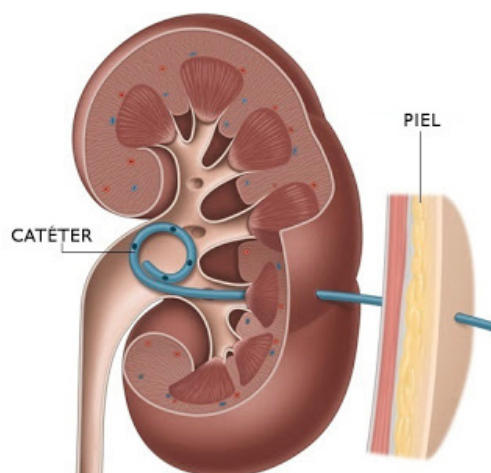
La metàstasi femoral de la imatge anterior després del tractament amb RF i cementació (metilmetacrilat).

### g) Tractaments de l'aparell excretor-reproductor

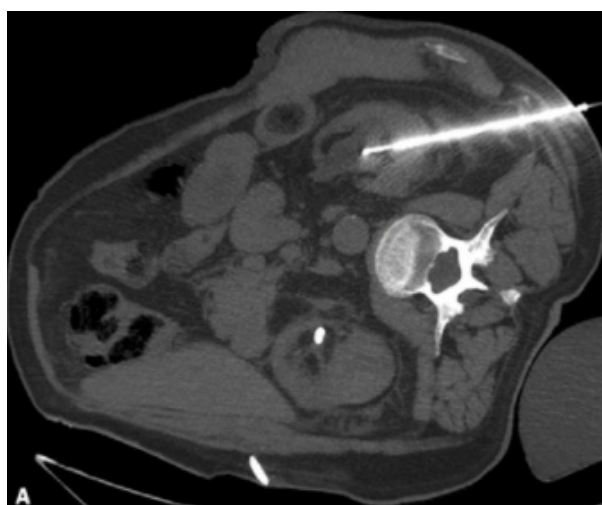
#### Nefrostomia percutània

És una tècnica descompressiva de la uropatia obstructiva aguda o crònica, d'etiologia supravescical que permet assegurar la funció renal i/o posteriors manipulacions en la via urinària.

Es fa una punció directa del pol inferior del ronyó tractant d'entrar a un dels calzes dilatats.



Imatge recuperada de <http://nefrostomiapercutanea.blogspot.com>



Realització de nefrostomia esquerra amb tècnica Seldinger i guia de TC (imatge recuperada de <https://www.researchgate.net>)

### Conclusió

La RVI es una subespecialitat de la Radiologia, en clara expansió. Actualment els tractaments percutanis mínimament invasius son claus en patologies tan importants com l'ictus agut, el tractament pal·liatiu de cirrosi hepàtica, el tractament percutani d'hèrnies discals, la recanalització vascular perifèrica, el tractament del dolor o el tractament amb intenció curativa o pal·liativa en alguns pacients oncològics.

Tot i la invisibilitat dels radiòlegs/radiòlogues, formem part del diagnòstic, seguiment i en alguns casos del tractament de molts pacients, tenint la especialitat cada vegada més vocació clínica.

### NOTES

1. Vull agrair les imatges i la col·laboració proporcionades pel Dr. José J. Martínez Rodrigo.
2. L'embolització és un procediment en el què s'usen partícules, com ara esponges de gelatina o perles minúscules, per a impedir el flux en un vas sanguini.



## LISE MEITNER, OTTO HAHN I FRIEDRICH W. STRASSMAN

# El descobriment de la fissió nuclear

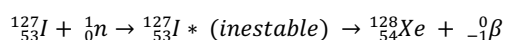
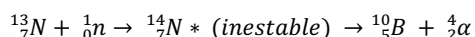
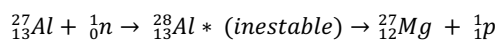
**Josep Lluís Doménech**  
 Doctor en Química

**Si el descobriment** de la radioactivitat natural no despertà massa interès entre els científics, no passà el mateix amb el descobriment de la radioactivitat artificial. A París, Roma i Berlín grups d'investigadors se sentiren atrets per aquest camp. Com a resultat, **Lise Meitner, Otto Hahn** i **Friedrich W. Strassmann**, els components de l'equip berlinès, descobriren la fissió nuclear.

El 1934, el matrimoni format per **Irène i Frèdric Joliot-Curie** comunicava que làmines d'alumini, bor i magnesi, emetien positrons (electrons de càrrega positiva) quan eren bombardejades amb partícules alfa. El fet que les làmines continuaren emetent positrons després de retirar la font de partícules alfa mostrava que s'havia aconseguit la radioactivitat artificial.

Coneixedor de la troballa, l'italià **Enrico Fermi**, s'encarà a la producció de radioactivitat artificial, però no pel bombardeig dels nuclis amb partícules alfa, sinó amb neutrons (una partícula de massa semblant a la del protó, però sense càrrega elèctrica, que havia descobert **James Chadwick**, el 1932). Fermi suposava que l'absència de càrrega facilitaria l'entrada del neutró en el nucli atòmic (que presenta càrrega positiva).

El grup de Roma mamprengué la irradiació sistemàtica dels elements de la taula periòdica. En el curs d'aquests experiments, descobriren que els elements formats estaven pròxims als irradiats en la taula periòdica: en el cas d'elements lleugers, la captura del neutró anava acompanyada de la transformació de l'element en un altre de nombre atòmic una o dues unitats menor, i per l'emissió d'un protó, o d'una partícula alfa; amb els nuclis més pesants la captura neutrònica solia anar acompanyada d'una desintegració beta, transformant-se l'element en el següent en la taula periòdica. Per exemple,



El desafiament arribà quan es bombardejà l'urani, l'element de major nombre atòmic conegut aleshores, i es constatà que s'originaven elements amb activitat beta. Fermi identificà almenys cinc processos de desintegració diferents. D'entre tots, aconseguí aïllar i estudiar el comportament químic d'un element de 13 minuts de vida mitjana (temps que tarden a desintegrar-se la meitat dels nuclis existents d'un element). Com que no s'assemblava a cap dels elements pròxims al U en la taula periòdica, Fermi suposà que era un element de nombre atòmic superior a 92. És a dir, un element transurànic, per tal com estava situat més enllà de l'urani.

La suposició de Fermi, però, no era unànimement compartida. Advertia la química alemanya **Ida Noddack** que, quan bombardegem nuclis pesants amb neutrons, cap la possibilitat que els nuclis es trenquen en fragments que serien isòtops d'elements coneguts, encara que allunyats en la taula periòdica dels elements irradiats. L'advertiment tingué poca repercussió ja que, des d'un punt de vista teòric, s'estimava que la probabilitat d'un neutró de fragmentar un nucli era molt xicoteta. Més gent qüestionà l'existència d'elements amb una càrrega nuclear superior a 92. Alguns suggeriren que els elements formats en el bombardeig d'urani amb neutrons no eren una altra cosa que isòtops del protoactini, l'element de nombre atòmic inferior al de l'urani.

Lise Meitner, que treballava en física nuclear, restà tan captivada pels treballs de Fermi que decidí abordar el problema dels suposats elements transurànics. A tal fi, sol·licità l'ajuda d'Otto Hahn, un excel·lent radioquímic amb qui havia treballat des de 1907 fins 1922. El 1934, tots dos treballaven en la mateixa institució, l'Institut Kaiser Guillem, a Berlín, encara que en departaments diferents, ell en el de radioquímica, ella en el de física nuclear. A la parella s'uní el jove Friedrich W. Strassmann, especialista en anàlisi química.

El seu seria un treball interdisciplinari: mentre Meitner s'encarregaria de la irradiació de l'urani i





H 1																	He 2
Li 3	Be 4											B 5	C 6	N 7	O 8	F 9	Ne 10
Na 11	Mg 12											Al 13	Si 14	P 15	S 16	Cl 17	Ar 18
K 19	Ca 20	Sc 21	Ti 22	V 23	Cr 24	Mn 25	Fe 26	Co 27	Ni 28	Cu 29	Zn 30	Ga 31	Ge 32	As 33	Se 34	Br 35	Kr 36
Rb 37	Sr 38	Y 39	Zr 40	Nb 41	Mo 42	Tc 43	Ru 44	Rh 45	Pd 46	Ag 47	Cd 48	In 49	Sn 50	Sb 51	Te 52	I 53	Xe 54
Cs 55	Ba 56	La* 57	Hf 72	Ta 73	W 74	Re 75	Os 76	Ir 77	Pt 78	Au 79	Hg 80	Tl 81	Pb 82	Bi 83	Po 84	At 85	Rn 86
Fr 87	Ra 88	Ac 89	Th 90	Pa 91	U 92												

Terres rars	Ce 58	Pr 59	Nd 60	Pm 61	Sm 62	Eu 63	Gd 64	Tb 65	Dy 66	Ho 67	Er 68	Tm 69	Yb 70	Lu 71
----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Taula periòdica acceptada en la dècada de 1930. Si hui en dia els actínids, inclosos Th, Pa i U, constitueixen un grup que se situa baix de les terres rares, en la dècada de 1930 aquests tres elements eren classificats com a metalls de transició. Els elements posteriors a l'urani s'esperava que foren homòlegs als situats tot just dalt d'ells (el 93 tindria propietats semblants al Re, d'ací que el nom fora Eka-Re, el 94 al Os, Eka-Os, etc.)

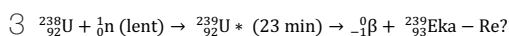
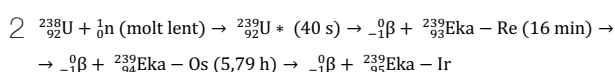
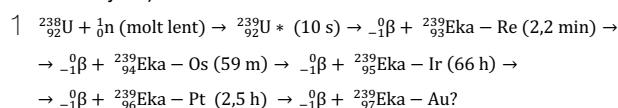
d'estudiar la radioactivitat dels elements formats, Hahn i Strassmann es dedicarien a separar i identificar les espècies radioactives formades.

La primera tasca consistí a repetir l'experiment que havia portat Fermi a l'element de vida mitjana 23 minuts per tal de decidir si era o no protoactini. Era una faena a la mesura de Meitner i Hahn, i això pel coneixement químic que tenien del protoactini, ja que, el 1917, havien estat els descobridors d'aquest element. Prompte descartaren que l'element 23 min fóra un isòtop del protoactini, ni tampoc d'un element conegut pròxim a l'urani. Amb açò, la suposició que era un element transurànic, en concret, el Eka-Re, n'eixia reforçada.

En els quatre anys següents, el grup de Berlín constatà que els fenòmens relacionats amb la irradiació de l'urani amb neutrons eren més complicats de com havien suposat, i això per tan minúscules com eren les quantitats dels radioisòtops que es formaven (en ocasions, uns millars d'àtoms, que detectaven pel poder ionitzant de les radiacions que els acompanyaven). Com que allò que els interessava eren els elements transurànics, i s'esperava que aquests s'assemblarien als metalls de transició, Hahn i Strassmann, després de dissoldre els subproductes formats, separaven de la dissolució els elements transurànics per coprecipitació, usant com a portadors compostos de metalls de transició. L'equip de Berlín suposà que en aquest precipitat estaven l'Eka-Re, l'Eka-Os, etc.

Per la seua part, Meitner aconseguí assignar els

radioisòtops formats a tres processos diferents. En els tres casos, la captura d'un neutró pel nucli de U (ella havia determinat teòricament que es tractava de U-238, l'isòtop més abundant) originava un nucli inestable de U, a partir del qual, per decaïments de tipus beta, es formaven els successius elements. Si dues sèries radioactives eren àmplies, en la tercera sols hi havia un decaïment. Els tres esquemes de descomposició proposats per Meitner eren (entre parèntesi, la vida mitjana):



Malgrat l'ordenació aconseguida, Meitner reconeixia les dificultats teòriques per a acceptar aquestes sèries. Allò que més li'n preocupava era com podia un únic isòtop, el U-239, iniciar tres processos de desintegració diferents.

La solució no vingué del camp de la física sinó del de la química. La primera pista la proporcionà l'equip de París. El 1938, Irene Joliot-Curie i **Pavel Savitch**, que també estaven interessats en els elements transurànics, informaren que, abans de la coprecipitació, havien detectat una substància de 3,5 hores de vida mitjana que inicialment pensaren que era tori (Z=90). El fet, però, que acompanyara

al lantà en les separacions químiques els portà a suposar que seria Ac ( $Z=89$ ). No obstant això, finalment, el catalogaren com a element transurànic.

El grup de Berlín sentí curiositat per identificar l'element de 3,5 h. En repetir, l'octubre de 1938, les experiències de París, Hahn i Strassmann notaren que un dels subproductes precipitava amb el bari. Per la proximitat al U, suposaren que es tractaria d'un isòtop del radi. Si això era així, pensaven els alemanys, l'element de vida mitjana 3,5 h no seria un transurànic sinó actini, el qual procediria de l'emissió beta del radi. Segons açò, l'urani s'havia transformat en radi per emissió de dues partícules alfa. Des d'Estocolm, on s'havia exiliat el juliol de 1938 fugint del règim nazi pel seu origen jueu, Meitner assenyalava que aquest procés era impossible. El 13 de novembre de 1938, en una reunió secreta a Copenhaguen, Meitner urgí a Hahn a revisar el procés de detecció del radi.

De tornada al laboratori, a principis de desembre de 1938, Hans i Strassmann s'adonaren de la impossibilitat de separar el radi del bari que havien usat com a portador per a separar-lo. Això només podia significar que no es formava radi, sinó bari. Amb açò resultava que l'element de 3,5 h no era actini, sinó lantà, el qual es formaria per emissió beta del bari. El 18 de desembre aconseguiren prou evidència experimental per a confirmar l'existència del bari.

L'endemà, Hans trametia una carta a Meitner, on, sense descartar que un cúmul de casualitats portara a la formació de bari, li demanava una explicació teòrica «fantàstica» (aquest era el terme que Hann utilitzà per a referir-se a un fet tan sorprenent com era l'aparició d'un element, el bari, tan allunyat de l'urani en la taula periòdica).

Mentre esperaven la resposta de Meitner, Hans i Strassmann publicaren el descobriment del bari el 6 de gener de 1939 en *Naturwiss*, encara que assenyalant dubtes sobre l'element detectat: «Com a químics hauríem de reemplaçar els símbols Ra, Ac i Th ... en el nostre esquema ... per Ba, La i Ce ... Però, com a químics nuclears, íntimament associats a la física, no podem decidir-nos a pegar un pas que contradiu tota l'experiència prèvia en física nuclear».

La carta li arribà a Meitner quan estava a Kungälv, prop de Göteborg, passant les vacances de Nadal junt al seu nebot **Otto R. Frisch**, també físic nuclear, i també exiliat forçós. Si anteriorment Meitner havia descartat de bell antuvi la formació de bari per tractar-se d'un element allunyat del U, la ratificació en la seua detecció per uns químics tan competents com Hahn i Strassmann, l'obligà a reconsiderar l'anàlisi teòrica del nucli. Ara la resposta

no fou tan taxant: «La ruptura em sembla difícil, però en la física nuclear hem experimentat tantes sorpreses que no podem afirmar incondicionalment: és impossible!».

Per primera vegada, Meitner contemplava la possibilitat que el nucli d'urani es partira en trossos. En els dies següents, ella i Frisch, utilitzaren el model del nucli com a gota líquida per a analitzar aquesta hipòtesi. S'adonaren que la clau era la interacció entre dues forces oposades: la força electrostàtica de repulsió entre els protons, i la força d'atracció entre els nucleons (l'equivalent a la tensió superficial en la gota líquida). La parella de físics constatà que les dues forces augmenten amb la



F. W. Strassmann, L. Meitner i O. Hahn.

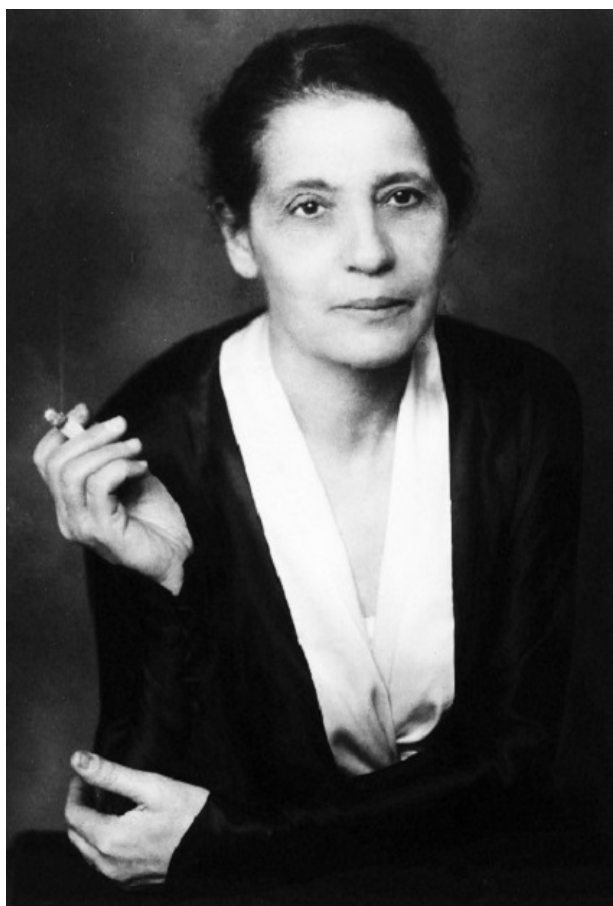
massa nuclear, encara que la repulsiva augmenta més que no l'atractiva. En el cas de l'urani, la força electrostàtica està en el límit de superar les atraccions entre els nucleons, de manera que el nucli està en una situació de tan extrema inestabilitat que l'impacte d'un neutró el pot dividir.

En favor de la fissió, Meitner i Frisch, apuntaven que la molt considerable quantitat d'energia electrostàtica dels fragments, calculada a partir del radi i la càrrega nuclear, era de l'ordre de l'energia associada a la disminució de massa que acompanyava el procés de fissió, segons l'expressió d'Einstein,  $E=mc^2$ .

Quan **Niels Bohr** s'assabentà, per Frisch, de la descoberta coincidí plenament amb la interpretació teòrica que havien fet tia i nebot a Kungälv i els urgí a escriure'n un article. Frisch, en contacte telefònic amb Meitner, elaborà una carta que adreçà a l'editor de *Nature*. La carta aparegué l'11 de febrer de 1939. Per primera vegada usaven el terme fissió per a referir-se al procés de divisió nuclear, un terme que els hi havia suggerit un biòleg per la semblança que presentava amb la divisió cel·lular.

Acceptada la fissió, era clar que les sèries 1 i 2 de Meitner eren el subproductes originats a partir dels dos fragments en què s'havia partit el nucli d'urani: «Sembla possible», afirmaven Hahn





Lise Meitner.



Otto R. Fritz.

i Strassman en l'article, «que el nucli d'U tinga sols una xicoteta estabilitat i que, després de la captura de neutrons, es dividisca en dos nuclis d'aproximadament la mateixa grandària ... i amb un gran alliberament d'energia ... Després de la divisió, l'elevada relació neutrons/protons del 'U tendirà a reajustar-se per la desintegració beta al valor més adequat per a elements més lleugers. Probablement, cada part donarà lloc a una cadena de desintegracions. Si una de les parts és un isòtop del Ba ( $Z=56$ ), l'altra serà del Kr ( $Z=92-56$ )...», que posteriorment es descompondran segons les cadenes Ba-La-Ce-Pr i Kr-Rb-Sr-Y-Zr. Sols la sèrie número 3 conduïa a l'element 93.

Quan Hahn i Strassmann conegueren la carta de Meitner i Frisch intentaren detectar la presència del Kr i la resta d'elements entre els productes de desintegració. La confirmació de la seua presència suposà l'acceptació de la fissió.

Aribats ací, ens podem preguntar per què Hahn i Strassmann tardaren quatre anys a detectar el bari? La resposta està en l'etapa en què separaven els suposats transurànics per coprecipitació. El precipitat, que contenia els elements semblants als metalls de transició, els suposats transurànics, era allò que els interessava. Els elements que no eren de transició, el bari entre ells, quedaven en la dissolució, però com que no els interessaven, eren ignorats.

El setembre de 1939, Bohr i **John A. Wheeler**, a partir de les idees inicials de Meitner i Frisch, elaboraren una justificació teòrica més completa del mecanisme de fissió.

Otto Hahn fou guardonat amb el premi Nobel de química de 1944 pel descobriment de la fissió dels nuclis pesants, però no així Meitner ni Strassmann.

El 1938, més de 40 anys després del descobriment de la radioactivitat ningú no pensava que l'energia nuclear tinguera cap aplicació pràctica. Sense anar més lluny, el 1933, **Ernst Rutherford** afirmava: «una justa paraula d'advertiment als qui busquen fonts de poder en les transmutacions atòmiques: això són meres il·lusions». La situació canvià amb el descobriment de la fissió.

El 1945, amb els bombardejos de Hiroshima i de Nagasaki es mostrava el poder de l'energia nuclear. Uns dies després, en una reunió que tingué amb **Eleanor Roosevelt**, en aquell moment, la primera dama dels EUA, Meitner li manifestà: «Les dones tenen una gran responsabilitat i estan obligades a intentar, dins de les nostres possibilitats, evitar una altra guerra. Espere que la construcció de la bomba atòmica no només ajude a acabar aquesta terrible guerra, sinó que també puguem utilitzar aquesta gran energia que s'ha alliberat per al treball pacífic».





## L'edició del genoma

# Premi Nobel de Química 2020

Anna Ginestar Signes

1r BAT · IES Vicent Caselles Costa · Gata de Gorgos

“**Les tisores** genètiques han portat les ciències de la vida a una nova època i, en molts sentits, estan aportant un major benefici a la humanitat”, així ha fallat l'Acadèmia Sueca el premi Nobel de Química 2020.

Les guardonades aquest any 2020 han sigut dues dones: **Emmanuelle Charpentier** i **Jennifer A. Doudna**, les quals han desenvolupat un editor de gens anomenat CRISPR-Cas9 (repeticions palindròmiques curtes agrupades i regularment espaiades) amb un potencial impressionant, es tracta d'una eina molecular que es pot utilitzar per a fer incisions precises en el material genètic, cosa que permet canviar fàcilment el codi genètic.

Els investigadors necessiten modificar els gens en les cèl·lules si volen descobrir el funcionament intern de la vida. Això solia ser un treball lent, difícil i, de vegades impossible. Utilitzant aquestes tisores genètiques CRISPR-Cas9, ara és possible canviar el codi de vida en unes poques setmanes, cosa que abans costava anys. El fet de poder canviar l'ADN dels éssers vius amb una precisió extremadament alta ha tingut un impacte revolucionari en les ciències de la vida, està contribuint a noves teràpies contra el càncer, pot fer realitat el somni de curar malalties hereditàries i donarà lloc a nous tractaments mèdics innovadors.

El poder de les tisores genètiques requereix regulació jurídica, encara que els beneficis siguin molts, potser aquest ferrament siga usat per a crear embrions genèticament modificats, i ens enfrontem

a nous problemes ètics.

E. Charpentier i J. Doudna han desenvolupat una eina química que ens fa mirar cap a un vast horitzó de potencial inimaginable i, en el camí, ens esperen nous i inesperats descobriments.

Les dues premiades enguany se sumen a les set dones que ja havien sigut guardonades amb el Nobel de Química, d'un total de les 186 persones que l'han rebut.

No podem deixar d'esmentar l'investigador d'Elx i professor de la Universitat d'Alacant, **Francis Mojica**, la troballa del qual sobre un tema immunològic propi de determinats bacteris de les Salines de Santa Pola va inspirar aquesta tecnologia, va ser ell qui va encunyar el nom CRISPR el 2001. Gran part de la comunitat científica lamenta que no aparega juntament amb les dues investigadores guardonades.

En una entrevista recent, Mojica afirmava que “el major repte de CRISPR és que es pugui utilitzar com a agent terapèutic, per a curar el càncer i altres malalties”.

En la mateixa entrevista quan se li va preguntar sobre quin trobava que era el motiu pel qual a ell no li havien donat el Nobel, va contestar: “el problema és que hi ha molta gent implicada i és molt difícil decidir qui ha contribuït més, en base a què, i quina aportació ha tingut major repercussió, si es premia el ferrament final o el descobriment inicial...”

Enguany han premiat el desenvolupament de la tècnica, i no els descobridors de la mateixa.



# Premi Nobel de Física 2020

Toni Massel Soler

1r BAT · IES Vicent Caselles Costa · Gata de Gorgos

**El primer que observem** quan mirem el cel estrelat no és més que negror i punts brillants que ressalten en la llunyania; però és clar que l'ànsia humana pel saber ens fa desitjar anar més enllà: volem estirar la mà i superar les barreres que se'n han imposat; i si no fos per la necessitat que sentim de donar resposta a totes aquestes incògnites, sumat a l'existència de cèlebres científics com els que anomenarem a continuació, no seria possible.

És en l'àmbit que estudia les profunditats de l'univers precisament, l'astrofísica, en el qual recau el premi Nobel de física d'aquest 2020, repartit entre els guardonats **Roger Penrose**, **Reinhard Genzel** i **Andrea Ghez** (quarta dona en guanyar aquest premi,

cal puntualitzar). Aquest lloret se'ls ha sigut atorgat específicament pel seu treball sobre els cossos més fascinants i obscurs que ens trobem al cosmos: els forats negres, concentracions de matèria d'altíssima densitat que produeixen una curvatura tan gran en l'espai-temps que ni la llum hi pot fugir una vegada dins.

Roger Penrose és un físic matemàtic prestigiós que ha tingut important influència en l'àmbit de la cosmologia i de la relativitat general, on va introduir nous conceptes matemàtics encara inexplorats per la física, com ara, la topologia. Tot el seu descobriment es basa en la teoria d'**Einstein**: Penrose defensà que l'existència dels forats negres és una forta i inevitable



predicció de la teoria de la relativitat general. Per provar-ho, deixà de costat totes aquelles situacions ideals que plantejaven els científics del moment, pensant que els forats negres no s'hi podien formar d'una altra manera, i demostrà matemàticament que qualsevol estrella en implosió pot desencadenar en aquests objectes supermassius, i per tant també en una singularitat al centre dels forats negres. Aquesta hipòtesi ja havia sigut formulada, però ningú, ni tan sols el mateix Einstein, no creia que un objecte de tals magnituds podia existir realment; per tant, els avanços en l'àmbit havien sigut escassos. No va ser fins a la seva aportació que començà l'època daurada dels forats negres.

Penrose va demostrar que l'existència d'aquests cossos era veritable, però així sorgeix la següent pregunta: com els podem identificar? Ací entren en joc l'alemany Reinhard Genzel i la nord-americana Andrea Ghez amb el seu descobriment: el centre de la nostra galàxia, la Via Làctia, està governat per un d'aquests cúmuls de matèria d'alta densitat, un forat negre. Aquesta troballa va ser basada en

moltes i minucioses observacions, durant anys d'investigació, sobre el comportament dels estrells propers al centre de l'espiral.

Els científics Reinhard Genzel i Andrea Ghez, i els seus equips de professionals, observaven les òrbites d'aquests astres al voltant del nucli de la galàxia, que mesuraven amb l'ajuda del telescopi Keck. D'aquesta manera, pel fet de ser capaços de completar l'òrbita d'algunes de les estrelles que se situen a la zona Sagitari A (zona cèntrica de la Via Làctia molt compacta i brillant), van deduir que la cinemàtica tan pronunciada d'aquests cossos havia de ser provocada per un forat negre amb una quantitat de massa equivalent a, aproximadament, 4 000 masses solars.

És així com els descobriments d'aquests grans científics ens apropen una vegada més a entendre l'univers on ens trobem; no obstant això, no serà mai prou per a associar la nostra fam de coneixement, i la humanitat seguirà a la recerca de respostes a totes aquestes preguntes, impulsats per ments brillants com les d'aquests investigadors.



## Premi Nobel de Medicina 2020

Gianna Silene Ozán Álvarez

1r BAT · IES Vicent Caselles Costa · Gata de Gorgos

**L'hepatitis** és una malaltia inflamatòria que afecta el fetge i porta anys sent una amenaça mundial per a la salut humana. És causada, principalment, per infeccions víriques, encara que altres causes importants en són l'alcoholisme, les toxines ambientals i les malalties autoimmunitàries.

El 1940, es van detectar dos tipus d'hepatitis infecciosa i al llarg d'aquesta dècada se'n van investigar les causes. El primer, de tipus A, que es transmet per consumir aliments contaminats; el segon, de tipus B, que es transmet a través de la sang i fluids corporals. El metge, **Baruch Blumberg**, va rebre el Nobel de Medicina de 1976 per descobrir el virus de l'hepatitis B el 1965. Els metges i científics encara seguien preocupats per un tipus d'hepatitis que no estava classificat i podia arribar a ser la causa dels casos restants d'hepatitis crònica.

enguany, el Premi Nobel de Medicina i Fisiologia ha sigut atorgat a tres científics: el britànic **Michael Houghton** i els nord-americans **Harvey J. Alter** (el qual, a l'inici de la seua carrera com a metge, també va col·laborar amb la identificació del virus de l'hepatitis B amb, aleshores, el seu cap, el premiat amb el Nobel de Medicina de 1976, Baruch Blumberg) i **Charles M. Rice**, la contribució i aportació dels quals, ha estat decisiva per al descobriment de l'hepatitis C i el desenvolupament d'un medicament eficaç.

Els viròlegs premiats, es van adonar a finals de la dècada de 1970 que hi havia pacients que seguien

sofrint la inflamació del fetge després d'haver rebut una transfusió sanguínia. Van començar a referir-se a aquesta malaltia crònica com hepatitis "no A i no B". En aquest moment, trobar una explicació a aquest tipus d'hepatitis va ser una prioritat. Michael Houghton i els seus col·laboradors van investigar i experimentar amb les tècniques ja conegudes i tradicionals per poder trobar la causa i la definició d'aquest problema. Com que cap d'aquests intents per a trobar-hi una solució va donar fruit, van haver de prescindir dels mètodes tradicionals i crear-ne un de nou. El primer pas va ser determinar la seqüència genètica del virus. Van experimentar amb ximpanzés infectats recopilant fragments d'ADN trobats a la seua sang i estudiant anticossos en mostres de sang de pacients afectats. Finalment, el 1989 van identificar un virus del gènere *Flavivirus*, hepatitis C. Aquest era l'agent que portaven tant de temps buscant. El viròleg Charles M. Rice va completar la investigació quan va aportar la prova definitiva que el virus causava hepatitis, mitjançant nous experiments amb ximpanzés.

Gràcies a ells, milions de persones s'han pogut curar i d'aquesta manera avançar en la detecció d'aquesta malaltia i les implicacions en la malaltia hepàtica crònica, en la cirrosi, en el càncer de fetge, en el desenvolupament de medicaments antivírics i en tractaments específics que permeten vèncer la malaltia, cosa que augmenta les esperances d'eradicar el virus de l'hepatitis C de la població mundial.





NIEVES MUÑOZ  
*Las batallas silenciadas*  
EDHASA

## Catalina Luque

### Professora de Llengua i Literatura IES Antoni Llidó · Xàbia

**De vegades** és difícil enfrontar-se al fet d'escriure una ressenya d'un llibre que té poc a ressenyar. La sospita que potser tens *el pavo subido* i que, en el fons, no eres més que una esnob que se les vol donar d'exquisida no deixa de pegar-te voltes al cap. Però de vegades (i perdó per la redundància) no connectes amb una obra i no li veus cap de mèrit més enllà del talent de formar una història i desenvolupar-la al llarg de 544 pàgines (cosa, per cert, que tu no has pogut fer mai).

Doncs, *aixina* estem. Què li hem de fer!? I el cas és que la cosa prometia. Almenys en teoria el plantejament era molt interessant: durant la I Guerra Mundial una joveneta **Irène Curie**, filla de **Marie i Pierre Curie**, va anar al front amb una camioneta Renault on havien muntat un equip de raigs X portàtil amb el qual ajudar els metges i infermeres de guerra en la diagnòsi i tractament dels ferits. A partir d'aquí l'autora (infermera de professió en la vida civil) aprofita per reivindicar el paper de les dones durant la guerra. I no solament com a víctimes innocents de la brutalitat de la guerra, sinó com a éssers actius que lluiten per ser tingudes en compte pels seus companys homes que les miren per damunt del muscle i que són molt expeditius per a ordenar però molt poc receptius per a acceptar que les coses es poden fer d'una altra manera.

Però el que en principi podia ser una obra interessant i reivindicativa de les dones i les seues aportacions a la civilització acaba convertint-se, al meu parer, en un fulletó sense cap ni peus. I jo, de fulletons, (digueu-me clàssica), me n'estime més els de **Víctor Hugo** o **Dumas** (Sue ja em costa un poquet). Arriba un moment que l'obra es converteix en *El secreto de Puente Viejo* o qualsevol d'aquestes novel·les que ocupen gran part de la programació televisiva de les vesprades. En això o en un acudit, perquè et donen ganes de dir saben aquell que diu què hi fa una física en un Renault amb una infermera lesbiana, una anglesa de bones famílies que juga a la infermera redemptora, una prostituta *malgré lui* i una bruixa basca? Què més els pot passar a estes dones? Al final, tot es

converteix en un llistat de tòpics: la dona que té aspiracions professionals truncades pel promés i els seus superiors, la dolça hereva que lluita per trobar el seu lloc a la vida i que fa de la poesia una defensa contra la destrucció i la mort, la donamaga que viu en connexió amb allò més tel·lúric i primigeni i que sap de la vida i la mort, la científica asperger (i perdó per l'ús inadequat del terme però m'enteneu) que ha de decidir entre la ciència i la vida i la prostituta explotada des de menuda per la seua mateixa mare. Mort, amor, dolor, violacions, sang, vísceres, morfina, un part... Tot el que pot passar, passa.

Fins i tot el fet d'haver triat Irène Curie com un dels personatges de la novel·la acaba convertint-se en un pes mort. Perquè clar, la biografia d'aquesta dona està documentada. Tal i com la mateixa autora reconeix al final de la novel·la. Irène Curie va anar a Bèlgica amb el petit Curie, però mai no va estar a Verdun. Per això, no són creïbles les relacions que Irène estableix amb la resta de personatges i per això en un moment donat (el més truculent i melodramàtic) l'autora l'ha de fer desaparèixer de manera forçada. Tampoc no és massa versemblant la seua influència sobre la resta de personatges i com obliga a acceptar unes imposicions que tampoc no acaben de ser coherents amb els personatges.

I no vaig a dir res sobre l'estil literari excepte que és complicat trobar veus distingibles. Hi ha un tipus de literatura que sembla tota escrita per la mateixa persona. Si torne a llegir que alguna cosa "*partió al personaje X por la mitad*" o cap tòpic per l'estil vomitaré... I des d'ací faig una crida al Ministeri de Medi Ambient (o com es diga ara) perquè declare el subjuntiu com a espècie en greu perill de desaparició. Per acabar d'arrodonir-ho tot, assenyalaré que almenys a l'edició digital del llibre que jo he utilitzat, m'ha paregut detectar dos errors greus que no haurien d'haver passat desapercebuts als correctors: s'atribuïx l'acció a un personatge que no hi és perquè hi ha una confusió amb els noms.

Malgrat tot això, vull destacar el treball de documentació de l'autora. Relatar l'horror de la guerra no és gens senzill. Hi ha magnífiques novel·les que ho han intentat potser amb més fortuna. *Las batallas silenciadas* mostra la deshumanització de la guerra de trinxeres, la por, els olors, el soroll, la guerra química, la fam, el caos d'un hospital de campanya... A Verdun es va lliurar una batalla que semblava la fi del món. La I Guerra Mundial no va ser **Gary Cooper** fent l'amor a una infermera d'un hospital italià. Va ser l'infern per als homes que hi van lluitar, per a la població civil que la va patir i per als sanitaris (homes i dones) que s'hi van deixar la pell lluitant pels cossos i les ànimes dels ferits. Amputacions, tifus, dolor, falta d'instrumental, de medicaments... Les guerres han canviat poc i la batalla de Verdun va perfeccionar diabòlicament la manera que tenen les persones per acabar els uns amb els altres... Jo, només que no torne a passar mai res de semblant, ja en tinc prou.



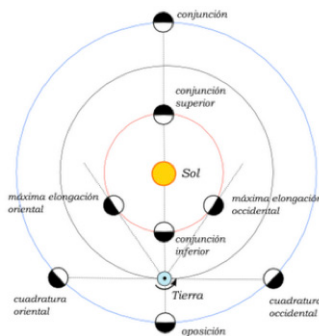
# Efemèrides astronòmiques per a l'hivern i la primavera de 2021

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 baix 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 distingixen de les estrelles en què 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, a 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 al punt més pròxim a la Terra (periheli), el 2 gener (14:52 h).

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

Aquari: 19 gener (20:39 h).

Peixos: 18 febrer (10:43 h).

Àries: 20 març (9:37 h), és l'equinocci de primavera.

Taure: 19 abril (20:33 h).

Gèminis: 20 maig (19:37 h).

Càncer: 21 juny (3:32 h), és el solstici d'estiu.

El SOL tindrà un eclipsi anul·lar el 10 de juny, però a penes serà visible des d'Espanya.

La LLUNA, al 2021, a l'hivern i primavera, no tindrà eclipsis visibles des del nostre país.

MERCURI, és un planeta visible al crepuscle, vespertí als mesos de gener i maig, i matutí a febrer i març. Aconseguirà la major separació del Sol (elongació màxima), cap a l'Est, el dia 24 gener (1:57 h) i el 17 maig (5:54 h), i cap a l'Oest, el 6 març (11:22 h). El veurem pròxim a la Lluna, els dies 11 març (1:01 h) i el 11 abril (6:01 h), i prop del planeta Venus el 29 maig (5:34 h).

VENUS, també crepuscular, serà visible per la matinada a l'hivern i en la vesprada a la primavera. Aquest planeta estarà junt amb la Lluna el dia 11 gener (20:09 h), a les proximitats els dies 10 febrer (20:25 h) i 13 març (0:16 h), i el veurem prop del nostre satèl·lit el dia 12-maig (22:03 h) amb una possible ocultació.

MART, serà visible fins als voltants de la mitjanit, després d'aquesta a l'hivern, i abans a la primavera. Aquest planeta estarà pròxim a la Lluna, els dies 18 febrer (22:46 h) i 13 juny (19:52 h), i també estarà junt amb la Lluna, el 16 maig (4:47 h).

JÚPITER, serà visible a l'hivern durant i abans del crepuscle matutí, i a la primavera des d'abans de la mitjanit. Aquest planeta estarà a les proximitats de la Lluna els dies 14 gener (1:27 h) i el 10 febrer (21:35 h), i prop del planeta Mercuri el 5 març (6:46 h).

SATURN, aquests anys se'ns presenta en les proximitats de Júpiter, així és que la seua visibilitat és molt semblant a la de Júpiter. Aquest planeta estarà prop de Venus el 6 febrer (5:06 h). També estarà pròxim a la Lluna, els dies 13 gener (20:52 h) i 9 març (22:57 h), i junt al planeta Mercuri el 9-gener (21:16 h).

## El racó de Fibonacci

Loreto Signes

### Suma de lletres

Observa les dues sumes de lletres. Cada una està formada per tres sumands, les xifres dels quals són iguals. Allò més sorprenent és que les dues operacions donen el mateix resultat. Determina el valor numèric de cada lletra.

A A A	A A A
B B B	D D D
+ C C C	+ E E E
F G H I	F G H I

### Solució del problema *El pastor, la col i l'ovella*, de DAUALDEU 18

Primer el pastor passa l'ovella a l'altre costat, després torna a pel llop i quan el deixa torna amb l'ovella, la deixa i agafa la col per portar-la a l'altra vora. Per últim, torna i arreplega l'ovella i els aplega a tots l'altra vora del riu. En cap ocasió romanen a soles el llop i l'ovella ni la col i l'ovella.



# 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



# AMPA

IES Antoni Llidó - Xàbia  
IES Historiador Chabàs - Dénia  
IES Matemàtic Vicent Caselles - Gata de Gorgos  
IES Número 1 - Xàbia  
IES Pedreguer