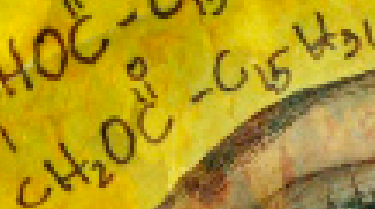
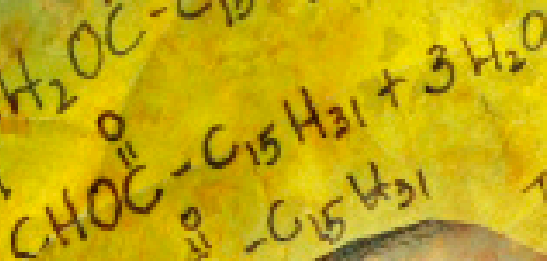
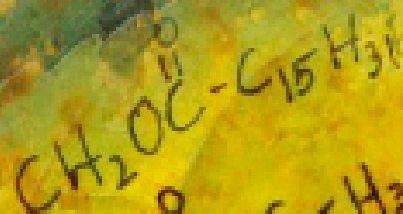




unitat didàctica



tripalmitato

$$x+y=3$$

pH

$$K_m \left(\frac{1-\alpha}{K_i} \right)$$



papaina

$$E_n = \frac{1}{2}mv^2$$

Mg

una

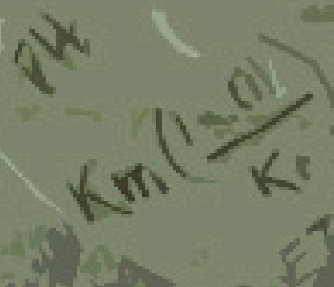
ULLADAR LA

CIENCIA

una aproximació a allò que suposa el desenvolupament científic

índex

1. Presentació.....	3
2. Què anem a fer? Introducció.....	7
3. Què caracteritza la ciència?.....	10
3.1 Trets comuns del treball científic.....	11
3.2 Realització d'una petita investigació escolar.....	20
3.3 Mètode científic?.....	25
3.3.1 El creixement de les ciències.....	25
3.3.2 Característiques de la investigació científica.....	27
a) Les hipòtesis i teories.....	27
b) El paper dels experiments.....	32
c) El paper dels models en la ciència.....	34
d) La comunicació dels resultats.....	38
4. Què aporta la ciència als grans problemes que té plantejats la humanitat?.....	42
4.1 L'esgotament dels combustibles fòssils.....	43
4.2 El canvi climàtic.....	53
4.2.1 Podem parlar d'un canvi climàtic?.....	53
4.2.2 Causes de l'escalfament.....	55
5. Hem de posar límits a la ciència? Problemes ètics que plantegen els avenços científics.....	59
5.1 La ciència i el desenvolupament armamentístic.....	61
5.2 L'enginyeria genètica.....	64
 Annex 1: Anàlisi de textos científics.....	 69
Annex 2: Enllaços web de temàtica científica.....	126



1. presentació

La Xarxa d'Universitats Valencianes per al foment de la I+D+i (RUVID) presenta a través d'aquestes pàgines la unitat didàctica *Una ullada a la ciència*. Es tracta d'una publicació que pretén servir al professorat de 3r i 4t d'ESO com guia o eina per a estimular entre l'alumnat una reflexió sobre algunes de les principals característiques i implicacions de la ciència, el seu impacte en les nostres vides i sobre les qüestions ètiques que desperten els avanços científics i tecnològics.

Aquesta unitat proposa diferents qüestions a abordar a les aules, des d'exercicis individuals o en grup, fins a debats, comentaris de text i experiments. Aquest document ofereix una variada selecció d'activitats amb la finalitat que cada docent esculla aquelles que més s'ajusten al nivell i als interessos de cada classe. A més, a l'abordar temes tan diversos, com per exemple el mètode científic, el problema del canvi climàtic o l'enginyeria genètica, la unitat es podrà treballar des de diferents assignatures.

Completen les activitats proposades en aquesta unitat un annex que inclou una selecció de vint-i-tres textos que tracten altres temes de gran interès, a partir dels quals s'anima als alumnes a contestar una sèrie de preguntes. Finalment, un llistat d'enllaços web facilitarà als usuaris ampliar la informació i estar al dia sobre els últims desenvolupaments en diferents camps del coneixement.

RUVID i el conjunt d'universitats associades perseguim amb aquesta iniciativa contribuir a desenvolupar la capacitat argumentativa i de raonament dels joves sobre qüestions relacionades amb la ciència i la tecnologia, amb l'objectiu de despertar l'interès per aquests temes, augmentar la seua cultura científica i fomentar vocacions científiques.

La Xarxa RUVID s'ha dedicat durant deu anys a fomentar la transferència dels resultats de la I+D+i cap a la societat, i a aquest efecte, el desenvolupament d'accions de comunicació i divulgació representa un dels principals àmbits d'actuació. Entre les diferents iniciatives portades a terme, és destacable la convocatòria anual del concurs de fotografia *Com veus la ciència?*, en el qual centenars de persones comparteixen reflexions sobre l'activitat científica a través de les imatges captades en les seues fotografies. A partir de la cinquena edició d'aquest concurs, es convoca també una categoria específica per a centres docents no universitaris el propòsit del qual és estimular la participació i el treball a l'aula sobre aquesta temàtica.

Esperem que la publicació resulte d'utilitat i agraïm el treball dels autors del Departament de Didàctica General i Didàctiques Específiques de la Universitat d'Alacant, així com el finançament de la Fundació Espanyola per a la Ciència i la Tecnologia – Ministeri de Ciència i Innovació.

La ciència és la forma de coneixement que més influeix en la vida diària de les persones. El nivell de ciència assolit per un país condiciona en gran mesura la capacitat econòmica i les possibilitats de desenvolupament, les condicions de vida, el benestar dels ciutadans, l'esperança de vida, etc.

La ciutadania té interès per conèixer les aportacions científiques a temes de salut, mediambientals, alimentació... Com a mostra d'aquesta preocupació podem referir-nos, sense ànim de ser exhaustius, als Pressupostos Generals de l'Estat, però també al fet que els mitjans de comunicació dediquen atenció a tractar els progressos científics; fins i tot, hi ha espais de TV, ràdio i premsa escrita que els aborden monogràficament. Esmentarem, per últim, la gran quantitat de blogs de temàtica científica.

Tanmateix, no podem amagar la por envers els resultats dels avenços científics. La gent es manifesta contrària a viure en les proximitats d'estacions transformadores de l'electricitat, el mot nuclear no es pot esmentar ni per a les proves de diagnosi, en les prestatgeries dels supermercats no hi ha aliments transgènics, l'adjectiu químic aplicat a un producte se sol usar com a sinònim de contaminació, manipulació, poc saludable, escassament natural, etc. Aquesta desconfiança no és una altra cosa que la manifestació d'una cultura científica ben pobre.

Hom ha d'estar alerta de tot el que ens envolta, d'allò que ve del camp de la ciència també, però cal disposar d'un coneixement científic mínim que ens permeta diferenciar el blat de la palla. Una societat que es considere culta no pot ignorar els avenços científics, i això tant pel que fa a acceptar els productes o tècniques que han superat les proves d'innocuitat o de tolerància pertinents, com pel que respecta a les creences i valors.

L'alfabetització científica de la població és el gran repte que la didàctica de les ciències té plantejat. Amb la unitat que teniu a les mans volem contribuir a aquest objectiu.

Alguns dels aspectes que abordem caben més bé dintre del camp de la tecnologia, que no el de la ciència, però els hem volgut tractar per dos motius principalment. Per una banda, encara que les finalitats de la ciència i de la tecnologia són distintes, científics i enginyers (en el sentit més clàssic dels termes) s'encaren als problemes que els preocupen d'una manera molt semblant, i això no podem amagar-ho. A més, des que les grans corporacions industrials de finals del segle XIX i principis del XX posaren a treballar conjuntament físics, químics, enginyers..., podem parlar de la ciència i de la tecnologia com a camps distints? És per això que si bé hem posat l'accent en la component científica de les situacions abordades, no hem volgut defugir algun fet tecnològic.

El gran propòsit de la unitat és que els estudiants es facen una noció d'allò que suposa la ciència. Pensem que una estratègia adequada consisteix en treballar a l'aula d'una manera semblant a com ho fan els científics i científiques: abordant problemes. És per això que comencem per plantejar els grans problemes que vertebraren la unitat de

manera que servisquen de fil conductor. Amb les activitats proposades pretenem que inicialment siguen els mateixos estudiants els qui avancen solucions. Aquestes propostes seran matisades, reformulades, complementades, etc., per part del professor.

En l'elaboració hem tingut present que ens adrecem a estudiants de 3r o 4t d'ESO, i que la unitat ha de poder utilitzar-se de manera fragmentada. Algunes de les activitats proposades sobrepassen les capacitats i potencialitats d'alumnes de 14-15 anys, però les hem volgut incloure per si els professors volen usar-les amb els estudiants de batxiller.

Per acabar, volem agrair a Jaume Pastor Bolufer, professor de ciències de secundària, per la lectura tan atenta i els suggeriments fets, i també a RUVID, en especial a Pilar Durá Gilabert i a Lauren Wickman, per la confiança dipositada i per les facilitats que ens han concedit.

ELS AUTORS

Activitat 1

Apunteu exemples concrets que mostren que el desenvolupament científic ha millorat la vida de les persones.

El coneixement científic ha contribuït al desenvolupament tecnològic de la nostra societat. Però, també ha fet possible que els humans ens férem una imatge més ajustada d'allò del món en què vivim.

Una ullada a l'entorn palesa que des dels objectes més simples fins als més sofisticats són una conseqüència del desenvolupament científic i tecnològic: els teixits dels vestits, el paper que utilitzem per a escriure o una gran part dels aliments que mengem, són exemples de productes que no es presenten així en la natura. Per obtenir-los hem hagut de transformar els materials de partida per tal de fer-los més adequats a les nostres necessitats. Els canvis a què els hem sotmès han estat guiats pel coneixement científic i tecnològic.

Les condicions de vida de la nostra societat han canviat enormement des del segle XVIII. Entre els diversos factors que han contribuït a això està el desenvolupament experimentat pel coneixement científic. En la nostra societat, l'esperança de vida ha passat en els últims 200 anys dels 40 anys als 80 actuals i això a causa, entre d'altres, dels avenços en la química farmacèutica. Pensem en els efectes clarament beneficiosos que ha suposat el tractament potabilitzador de l'aigua de consum domèstic des què, a mitjans segle XIX, Pasteur constatà que moltes infeccions són causades per patògens que es transmeten per l'aigua. El descens en el nombre de defuncions que seguí al descobriment dels antibiòtics, sobretot la penicil·lina, fou així mateix enorme. També són de gran valor les millores que s'han produït en els últims 30 anys en les tècniques de visió dels òrgans humans en funcionament: la ciència de la radiologia els ha fet visible sense penetrar l'interior del cos humà.

Pel que fa al camp de l'alimentació, la producció artificial de guanos, la protecció de les collites, la substitució de la tracció animal per la mecànica, la millora genètica moderna, etc., han permès, per exemple, que EEUU triplicara la producció de les collites principals entre el 1940 i el 1980, i això sense augmentar la superfície cultivada. Les innovacions introduïdes s'han emportat per davant els pronòstics negatius, dominants a mitjans del segle XX, pel que fa a la capacitat del planeta per alimentar una població en creixement continu. Si a principis de la dècada de 1960 la producció mundial d'aliments per al consum humà era d'una mitjana de 2.300 calories per persona i dia, al 1994 era de 2.710 calories, i això malgrat que la població mundial havia passat de 3.000 milions a 5.500 milions. En la cimera mundial que sobre l'alimentació se celebrà a Roma el 1996 s'afirmà que *"La producció mundial d'aliments ha augmentat ràpidament en els últims 30 anys, i ha arribat a superar el creixement demogràfic"*.

Fins fa poc, i encara actualment en alguns llocs, les persones, principalment dones i infants, han hagut de recórrer distàncies molt considerables per tal d'abastir-se de l'aigua imprescindible per a la supervivència. El desenvolupament de la maquinària industrial ha alliberat les persones de la realització de tasques costoses a les quals dedicava un temps molt considerable. Això ha fet possible que el jovent (almenys el del nostre entorn) disposara de temps considerable per a la seua formació, i ha facilitat, també, la incorporació de la dona al món laboral, amb tot el que això suposa d'emancipació i d'independència sobre l'home. A aquest alliberament contribuï també la millora en la comprensió del funcionament del cos humà que ha permès, entre unes altres coses, el control de la natalitat, i ací no podem oblidar-nos del paper jugat per la invenció, a mitjans del segle passat, de la píndola anticonceptiva.

També ens referirem al desenvolupament espectacular que han experimentat, en els últims 50 anys, les

tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) que possibiliten l'establiment de xarxes comunicatives mundials. Avui en dia la separació entre les persones no és cap impediment per a la comunicació. Al desenvolupament de les TIC contribueixen camps molt diferents de la ciència, com ara, l'electromagnetisme, l'electrònica, l'òptica...

Els avenços científics no sols han millorat les condicions de vida dels habitants de la nostra societat, també han contribuït a millorar la nostra concepció del món i a arraconar alguns dels mites i supersticions que ens han acompanyat des dels primers moments.

Activitat 2

Assenyaleu canvis importants en la concepció del món que ha experimentat la humanitat i que hagen sigut causats pels avenços científics.

Els avenços científics també contribueixen a fer-nos una determinada concepció del món en què vivim i ens ajuden a encarar-nos a qüestions que des d'antuvi la humanitat s'ha plantejat, com ara, què som o d'on venim.

Si fins al segle XVI s'acceptava que tots els objectes celestes giraven al voltant de la Terra, els treballs de Copèrnic, Galileu, Newton, etc., invalidaren aquest model i en desenvoluparen un molt de distint. En la moderna cosmologia la Terra, que anteriorment era el centre del món, ha perdut aquest estatus privilegiat i és vista com un astre més dels milions i milions que es reparteixen per l'univers.

Amb Newton, la Terra deixà de ser un lloc privilegiat en l'escenari universal. Tanmateix, encara restava el lloc central que hom li assignava a l'home: tot en la natura, es deia, és a la seua disposició. En la segona meitat del segle XIX, Darwin i altres demostraren que no hi ha una línia nítida que separe l'home de la resta dels éssers

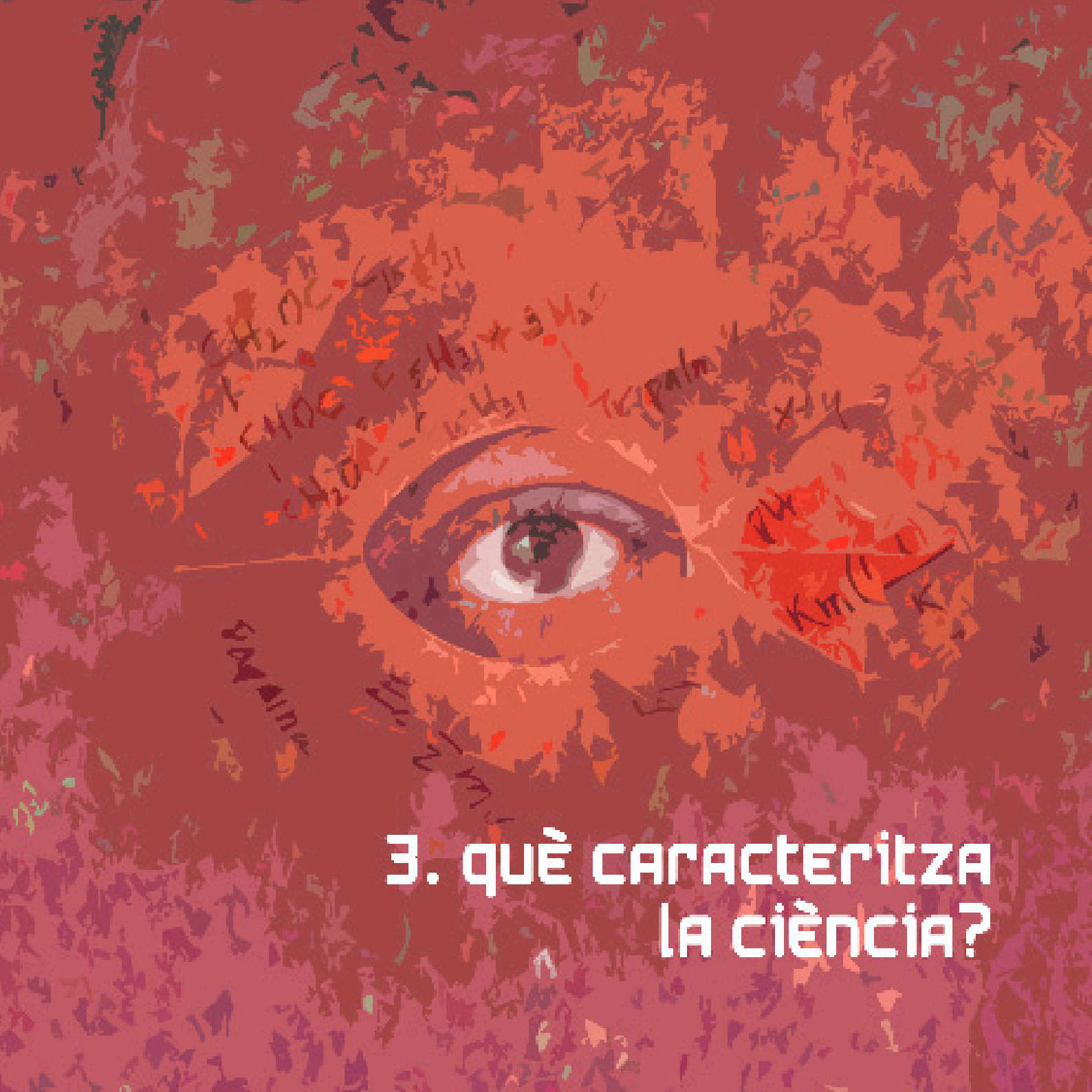
vius: més bé es tracta de diferències qualitatives. Curt i ras, els humans som una espècie més, no ocupem cap lloc primordial ni som la culminació de cap cosa.

Per descomptat, totes aquestes evolucions teòriques fan que ens replantegem les creences més atàviques, que qüestionen la imatge que ens havíem construït sobre el món en què vivim. Ens fan substituir certes, que ara sabem que no tenien cap fonament, per dubtes i interrogants, i ens veiem obligats a conviure amb el desconeixement, la incertesa i l'atzar.

El fet que aquest edifici, el coneixement científic, l'hàgem construït encarant-nos als problemes d'una manera particular mostra la conveniència de saber què caracteritza aquesta manera de treballar. Això ens ajudarà a adquirir una imatge més precisa d'allò que constitueix la ciència. Aquest serà el primer aspecte que abordarem.

Els enormes canvis que la nostra societat ha experimentat en els últims cent anys i als quals ha contribuït en gran mesura la ciència poden fer creure que la capacitat per resoldre problemes d'aquestes àrees no té límit, és a dir, que ho resoldran tot. Per tal de valorar els fonaments d'aquest optimisme abordarem alguns dels problemes més importants que ara com ara té plantejats la humanitat i veurem què en diu la ciència al respecte. Això constituirà el segon gran apartat que desenvoluparem en la unitat.

En aquesta aproximació a allò que suposa la ciència no podem passar per alt la influència exercida pels poderosos econòmics i ideològics, ni tampoc les repercussions de tota mena dels avenços científics. Els aspectes ètics de l'activitat científica són d'una transcendència extraordinària i els abordarem en l'últim apartat.



3. QUÈ CARACTERITZA LA CIÈNCIA?

3.1

trets comuns del treball científic ⁽¹⁾

La familiarització amb el treball científic és un dels objectius de les matèries científiques i, encara que una comprensió adequada només s'aconsegueix dedicant un temps considerable a l'estudi de la física, la química, la biologia, etc., anem a acostar-nos, encara que siga superficialment, a allò que suposa l'activitat científica.

Començarem per assenyalar allò que fan els científics i científiques quan treballen com a tals, és a dir, quan investiguen. Després analitzarem amb més detall algunes d'aquestes tasques.

Activitat 3

Enumereu diferents activitats que formen part d'una investigació científica i que podrien caracteritzar com treballen les científiques i els científics.

(Quines tasques imagineu que fan en el desenvolupament d'una investigació?).

Si pretenem adquirir una mínima comprensió d'allò que fan els científics en el dia a dia és necessari que no ens deixem portar per unes primeres idees més o menys "televisives". Sovint quan pensem en activitats científiques ens imaginem a un home despistat, d'aspecte o de comportament "estrany", situat en un laboratori i envoltat d'aparells especials com ara tubs d'assaig, amb "reaccions fumejants", o observant detalladament "coses" amb telescopis, microscopis, etc., que, a més, sembla allunyat dels problemes ètics i socials que preocupen la resta de la societat.

També és habitual pensar que els científics es dediquen a la recerca i recopilació sistemàtiques d'informació, com a finalitat en si mateixa. És

(1) Aquest apartat és deutor de *La construcción de las ciencias físico-químicas*, 1988, Nau llibres: València, del qual són autors entre d'altres els benvolguts DANIEL GIL PÉREZ I CARLES FURIÓ MAS, que tanta passió i treball han posat en la millora de l'ensenyament de les ciències.

possible, fins i tot que s'haja pogut parlar del "Mètode Científic" com un conjunt de regles que s'apliquen mecànicament, i que en fer-ho es resolrà el problema objecte de recerca. És necessari eixir al pas d'aquestes imatges ingènues d'allò que suposa l'activitat científica. A això ens dediquem a continuació.

Anem a aprofundir en la forma de treballar dels científics per tal de fer-nos una idea més ajustada de què suposa l'activitat científica.

Activitat 4

Expresseu les vostres idees sobre com se sol iniciar una investigació científica.

Està bastant estesa la creença, segons la qual, l'observació constitueix el punt de partida d'una investigació. Podem pensar que, per sota d'aquesta concepció, hi ha una imatge inductivista de la ciència, segons la qual, els coneixements científics derivarien dels fets adquirits mitjançant l'observació i l'experimentació. Segons açò, la ciència es fonamentaria en allò que podem percebre amb els sentits i les opinions, les preferències, les especulacions teòriques no tindrien cabuda. Es tracta, com veurem en els pròxims apartats, d'una visió molt allunyada de la realitat. En tot cas, hem d'admetre que si bé, de vegades, algunes observacions o "descobriments inesperats" poden constituir el punt de partida d'una investigació, no està en l'observació en si mateix l'origen de la investigació, realment allò que la inicia rau en el fet que aquestes observacions plantegen un problema en relació als coneixements acceptats per la comunitat. Per exemple, la constatació que els ratpenats podien volar en la foscor sense xocar amb els obstacles tot i tenir uns petits i atrofiats



Dibuixos fets per alumnes de 14-15 anys de diferents nacionalitats quan se'ls ha demanat que representaren l'activitat científica



ulls, va plantejar un problema (i, en conseqüència, va generar una investigació). Però això perquè no encaixava amb la idea, acceptada llavors, que tots els mamífers s'orienten pel sentit de la vista i de l'olfacte.

És així que les investigacions comencen amb una situació problemàtica, que segurament estarà formulada d'una manera confusa, oberta... Per tal de precisar, acotar, introduir les simplificacions oportunes, cercar possibles solucions, etc., s'han de revisar el que altres científics han escrit sobre la problemàtica en qüestió, els principis teòrics en els quals es fonamenta i que accepta la comunitat científica, etc.

Activitat 4.1 Fa més de 100 anys en un galliner de la regió de Batavia (Països Baixos) es va declarar una malaltia semblant al “beri-beri” humà que afectava les gallines, produint rigidesa al coll, pèrdues d'equilibri i fins i tot, la mort. Plantegeu un problema de forma precisa que pugui ser l'origen d'una recerca científica. Indiqueu amb quins principis teòrics està relacionat aquest problema.

Si volem encarar-nos al problema aparegut en



el galliner amb un propòsit investigador hem de precisar el problema a abordar ja que en la redacció actual no se sap què volem investigar. Això es facilita si plantejem explícitament una qüestió (entre signes d'interrogació!), que faça referència a aquesta situació i que s'inserisca en un conjunt de principis teòrics assumits per la comunitat. Una pregunta que podem plantejar com a origen d'una investigació seria: Quina és la causa de la malaltia de les gallines? Es tracta d'un problema que està inserit en el cos de coneixements acceptats per la comunitat científica de l'època ja que s'assumeix que els símptomes que presenten les gallines són indicatius d'una malaltia.

Al temps que es plantegen els problemes, se sol estar pensant en possibles respostes, en suposicions o conjetures explicatives. Aquestes possibles respostes als problemes científics se'n diuen hipòtesis si compleixen certes condicions.

Activitat 5

Encara que una hipòtesi és una possible resposta al problema plantejat, no tota resposta pot ser acceptada com a una hipòtesi científica. Apunteu algunes de les característiques que ha de satisfer una conjetura perquè pugui ser considerada una hipòtesi.

Una hipòtesi científica és alguna cosa més que una sospita o suposició. Per començar, les hipòtesis científiques han d'estar avalades pels principis teòrics acceptats per la comunitat, és a dir, han de ser coherents amb el cos de coneixements disponibles. És per això que podem dir que les hipòtesis són possibles respostes "lògiques" i "creïbles". De cap manera acceptaríem com a hipòtesi que, la desaparició de la Lluna per sota l'horitzó, és causada

per uns éssers invisibles que la suporten i la deixen caure en cansar-se.

A més de ser lògiques i creïbles, les hipòtesis han d'estar formulades de manera que puguin ser contrastades experimentalment, bé directament o bé per algunes conseqüències que se'n deriven.

Activitat 5.1 Formuleu hipòtesis en relació al problema de la malaltia de les gallines que hem plantejat anteriorment.

Una hipòtesi seria que "les gallines estan infectades per algun microbi patògen".

Es tracta d'una conjetura lògica i creïble d'acord amb els coneixements acceptats per la comunitat científica i, en conseqüència, podem considerar-la una hipòtesi.

Passem a la seua contrastació.

Activitat 6

Una vegada formulada la hipòtesi, què hem de fer per contrastar-la experimentalment?

A l'hora de posar a prova una hipòtesi hem de concedir la importància que té la planificació de les experiències. En el disseny experimental caldrà preveure els instruments a utilitzar i els muntatges a realitzar, la planificació de les mesures a prendre, la forma de recollir les dades... sense oblidar-nos del necessari control de variables.

Actividad 6.1 Proposeu dissenys experimentals que permeten contrastar la hipòtesi que hem formulat en relació al problema de les gallines que venim abordant.

Sembla raonable que si suposem que la malaltia de les gallines és causada per la presència d'algun microbi patogen, s'hagen d'observar al microscopi diverses parts dels teixits d'animals morts o malalts. A més, caldrà observar una mostra representativa de les gallines del galliner a efectes de la fiabilitat dels resultats obtinguts.

Quan s'experimenta es realitzen observacions, però hi ha diferències notables entre les observacions científiques i les quotidianes. En general, es tracta, d'observacions quantitatives, traduïbles a resultats numèrics i que es realitzen amb la intenció de contrastar les hipòtesis.

Una característica primordial que ha de satisfer un experiment és que ha de ser reproduïble. A més, les simplificacions i acotacions realitzades en el plantejament del problema fan que les experiències es realitzen en unes condicions especials que no se solen donar a la natura (cosa que afectarà el camp de validesa dels resultats que s'obtinguen).

Activitat 7

Com a resultat de l'experimentació se solen obtenir dades. Apunteu procediments per garantir-ne la fiabilitat i, per ordenar-los i interpretar-los.

La fiabilitat dels resultats obtinguts passa, necessàriament, per la seua repetició i per una anàlisi estadística. Pel que fa a l'ordenació se solen utilitzar taules. Com que, a més de confirmar les hipòtesis, hom desitja relacionar diferents magnituds, és habitual la construcció i interpretació de gràfiques.

Com que l'experimentació juga un paper prominent en l'acceptació d'una hipòtesi, no acceptarem ni

rebutjarem una hipòtesi a la vista d'uns pocs resultats: caldran moltes repeticions de les experiències. El paper dels experiments és essencial, però determinades concepcions globals no s'abandonen fins que no hi haja molta evidència en contra i, a més, es dispose d'una concepció alternativa que la substitueixca.

La interpretació de les dades pot conduir a l'acceptació de les hipòtesis proposades i a l'establiment de lleis.

Activitat 8

Exposeu les idees que tingueu sobre què enteneu per lleis i per teories científiques.

S'anomena llei a una hipòtesi acceptada i que pot ser expressada mitjançant una relació matemàtica. Per exemple, les lleis de conservació de la massa i de l'energia, o les lleis de Mendel.

Habitualment, en el llenguatge quotidià s'utilitza el terme teoria com a sinònim d'hipòtesi (en el sentit que no és un coneixement contrastat). Lluny d'açò, des del visió científica, una teoria no és un coneixement que necessita ser posat a prova: és un cos de coneixements coherents que engloba diversos conceptes, models i lleis, i al voltant dels quals hi ha un consens molt ample. Són exemples, la teoria de l'evolució de les espècies per selecció natural de Darwin, la teoria electromagnètica de Maxwell, la teoria atòmica i molecular de la matèria, etc.

Activitat 9

Indiqueu què es fa una vegada s'ha resolt el problema objecte d'estudi.

Si una investigació ha tingut èxit, s'ha de donar a conèixer a la comunitat científica els resultats obtinguts. Per a això s'organitzen congressos i conferències on es posen en contacte equips que treballen en un mateix camp o en camps íntimament relacionats, s'editen revistes, etc.

Els resultats d'un treball solen ser replicats per altres investigadors, usats com a inici d'altres investigacions, també se solen utilitzar per constatar la coherència entre investigacions que aborden una mateixa temàtica, etc. De vegades, els resultats obliguen a modificar algunes de les concepcions vigents. Ocasionalment, algunes investigacions poden arribar a qüestionar fins i tot alguna teoria científica. Això ha passat, per exemple, amb la crisi de la física clàssica i el sorgiment de la física moderna.

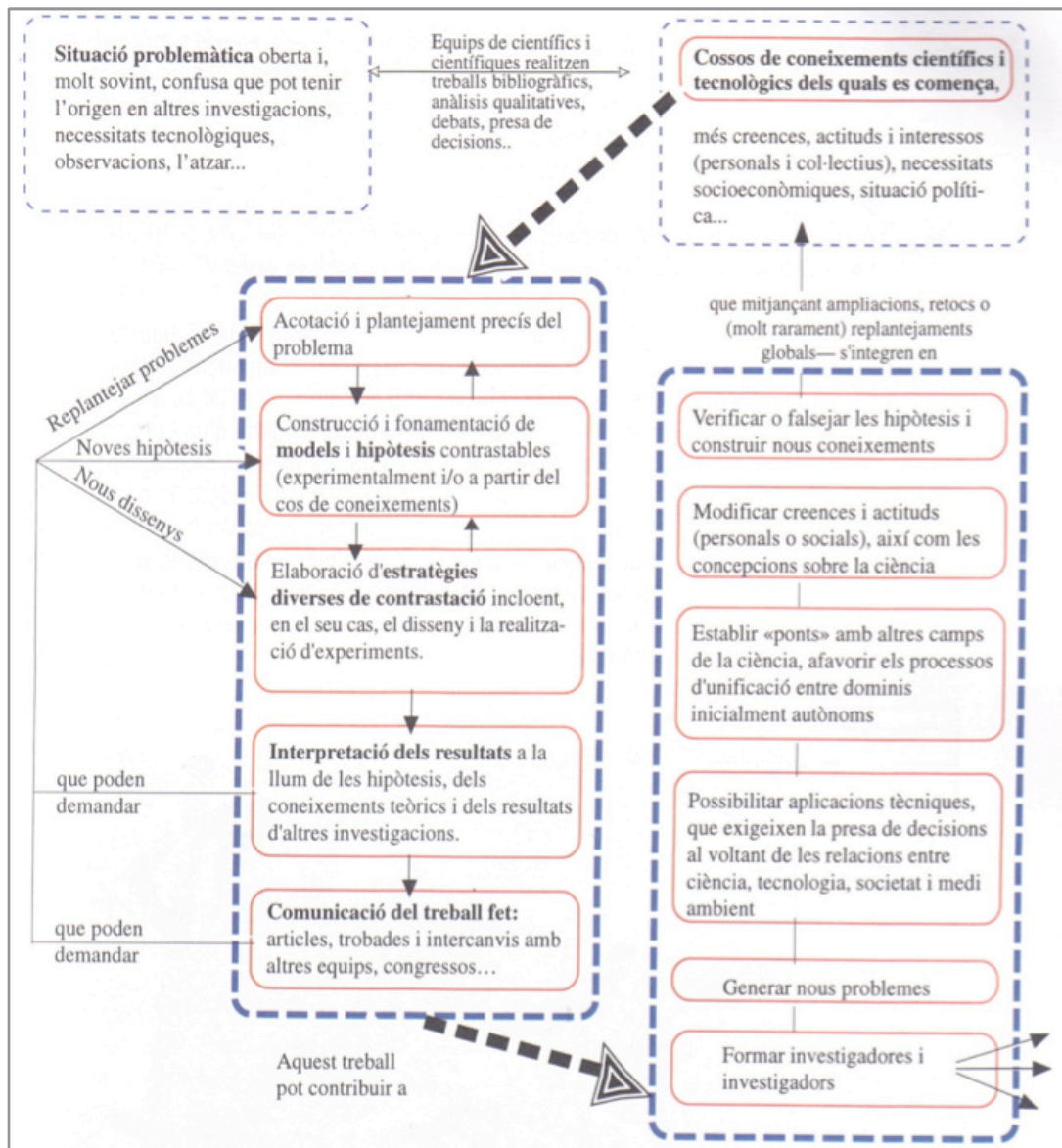
Per descomptat, els resultats de les investigacions acaben afectant la societat de moltes formes. No només estan les aplicacions pràctiques o els problemes ètics que plantegen, sinó també perquè poden afectar concepcions o creences molt arrelades en la població. Pensem, per exemple, en els treballs de Darwin sobre l'evolució de les espècies o en les actuals investigacions sobre genètica, reproducció assistida, treballs amb "cèl·lules mare", clonació, etc.

Activitat 10

Construïu un diagrama representatiu d'una investigació científica en el qual s'arreglen i connecten entre si els aspectes principals de l'activitat científica, des del plantejament del problema a la interpretació dels resultats, la seua acceptació, etc.

Fins ací hem reflexionat sobre els aspectes fonamentals d'una investigació científica: el plantejament precís d'un problema, l'anàlisi d'aquest, la recerca bibliogràfica, l'emissió d'hipòtesis, l'elaboració de possibles dissenys per a contrastar les hipòtesis, la realització d'experiments, la recollida de les dades en taules, el tractament i anàlisi dels resultats, el plantejament de nous problemes que puguin haver sorgit arran de la investigació realitzada, la comunicació de la recerca, etc.

Tenint en compte les consideracions anteriors, és possible elaborar un diagrama similar al que s'exposa a continuació. En ell s'han intentat evitar algunes idees simplistes sobre la ciència i el treball científic. Així, per exemple, hem d'eixir del pas d'una imatge masculina de la ciència; anàlogament es qüestiona la visió individualista (es parla d'equips de científics i es fa referència a congressos, publicacions, etc.); també es qüestiona la visió d'una ciència descontextualitzada (es fa referència a les implicacions socials, mediambientals... a la modificació de creences). Així mateix, es transmet una imatge dinàmica, no tancada, de la ciència (generadora de nous problemes) i es ressalten aspectes essencials de l'activitat científica (emissió d'hipòtesis, disseny experimental), recerca de globalitat i coherència (els nous coneixements s'integren en el cos de coneixements de partida). Les dobles fletxes fan èmfasi que durant una investigació científica sol haver voltes enrere, replantejaments, etc., de manera que, de cap manera, hem de veure en l'esquema proposat una "recepta", un conjunt de passos a seguir.



Si s'ha decidit no abordar el problema de les gallines, en l'activitat següent es demana que s'identifiquen alguns dels trets característics del treball científic.

Activitat 11

(alternativa). En el següent text es resumeix la recerca que va tenir lloc en un galliner de Batavia fa uns 100 anys. Subratlleu i assenyalau els aspectes de la metodologia científica que reconegueu i realitzeu un diagrama d'aquesta investigació.

.....

Al galliner del laboratori de Batavia es va declarar una malaltia que era, en molts aspectes, sorprenentment similar a la malaltia del “beri-beri” humà, cosa que aconsellava fer un estudi en profunditat.

Pel que fa a la seva causa, la primera suposició no va ser confirmada: l'observació del material provinent d'animals malalts o que havien mort a causa de la malaltia no va permetre trobar cap microbi específic ni cap paràsit de més complexa organització.

Posteriorment, les nostres sospites es van dirigir cap a l'alimentació que, com es demostrarà més tard, era on estava el problema.

Les gallines alimentades com sempre, amb arròs molt i desproveït de corfa, eren atacades per la malaltia al cap de tres o quatre setmanes, mentre que les aus alimentades amb arròs sense pelar romanien sanes. En bastants ocasions, en canviar de dieta, es va aconseguir sanar animals malalts.

Per tant, pensem que la closca de l'arròs contenia alguna substància que protegia les gallines de contraure aquesta malaltia. Ara, caldria determinar quina substància era i com actuava en el metabolisme de les gallines.

Activitat 12

Seguidament, es presenta un resum del

diari del doctor Semmelweis en relació a l'Hospital de Viena entre 1844 i 1848, del qual va ser director del pavelló de maternitat. Assenyalau les hipòtesis que s'emeten, els dissenys experimentals que es van dur a terme per contrastar-les i els resultats obtinguts. Finalment, a partir de les dades recollides, doneu una raó que justifique per què és poc probable que la febre puerperal sigui causada per terratrèmols.

Semmelweis va observar que moltes dones, que havien donat a llum al departament A del seu hospital, contreien una seriosa i amb freqüència fatal malaltia, anomenada “febre puerperal”. Al 1844, un 8,2% de les mares que van donar a llum van morir d'aquesta malaltia, al 1845 l'índex de morts era del 6'8% i al 1846 de l'11'4%. Al departament B (que es trobava al costat del A), el percentatge de morts per la malaltia era molt més baix: 2,3%, 2'0% i 2'7% als mateixos anys.

Una opinió àmpliament acceptada a l'època atribuïa les onades de febre puerperal a “influències epidèmiques” que es descrivien vagament com canvis “atmosfèrics, còsmics i tel·lúrics”. D'altra banda el fet que algunes dones que vivien lluny i havien donat a llum al carrer, de camí cap a l'hospital, tot i ser internades al departament A, no solien contraure la malaltia, cosa que també resultava inexplicable.

Segons una altra opinió, la causa de l'elevada mortalitat per febre puerperal era l'amuntegament i la mala alimentació. Semmelweis va assenyalar referent a això que l'amuntegament era més gran al departament B que al A, justament al contrari i, a més, l'alimentació era la mateixa en ambdós departaments.

Es va acudir a explicacions psicològiques. El

departament A estava situat de manera que un sacerdot que anava cap a la infermeria d'aquest departament a portar els últims sagraments a les moribundes havia de passar per totes les seues sales. Mentre que per entrar a la infermeria del departament B, no havia de travessar cap de les seues sales, ja que aquesta tenia un altre accés més directe. Se sostenia que l'aparició de la negra figura del sacerdot, precedida per un escolà fent sonar una campaneta, produïa un efecte terrorífic i afeblia les pacients de les sales, i eren més propícies a contraure la malaltia.

Per contrastar aquesta possibilitat es va facilitar al sacerdot un altre accés a la infermeria del departament A, que evitava passar per davant de les pacients. Però no es va produir cap millora i seguien morint més pacients del departament A que del B.

Finalment, al 1847, un metge del mateix hospital, va rebre una ferida en un dit, produïda per l'escalpel d'un estudiant amb el qual estava realitzant una autòpsia. Aquest metge va morir poc després de patir una agonia durant la qual va mostrar els mateixos símptomes que les dones víctimes de febre puerperal.

A Semmelweis no li va passar desapercebuda aquesta observació (en aquella època encara no s'havia descobert el paper dels microorganismes en les infeccions) i va pensar que l'escalpel de l'estudiant havia introduït "matèria cadavèrica" a la sang del seu professor i que havia estat la causa de la mort. De la mateixa manera, les dones que morien per febre puerperal patien un enverinament a la sang. Tant ell mateix com els seus col·legues i els estudiants de medicina que feien les pràctiques havien estat els portadors de la matèria infecciosa, perquè tots solien arribar a reconèixer les pacients del departament A, després d'haver realitzat disseccions a la sala d'autòpsies i reconeixien les parteres després

d'haver-se rentat les mans d'una manera superficial i sovint conservaven una característica olor a brutícia. El fet que les netejadores, que reconeixien les pacients del departament B, no realitzaven pràctiques de dissecció i que la mortaldat era menor en els casos de "parts de carrer" on les dones, que arribaven amb el nen en braços, gairebé mai eren reconegudes, recolzava aquest raonament.

Per posar a prova aquesta possibilitat Semmelweis va pensar a destruir químicament el material infecciós de les mans, rentant-les a consciència amb una dissolució desinfectant abans de qualsevol reconeixement de les parteres. Es va dictar una ordre per la qual tot el personal havia de rentar-se les mans abans dels reconeixements amb aquesta solució i es va *posar immediatament en pràctica*.

.....

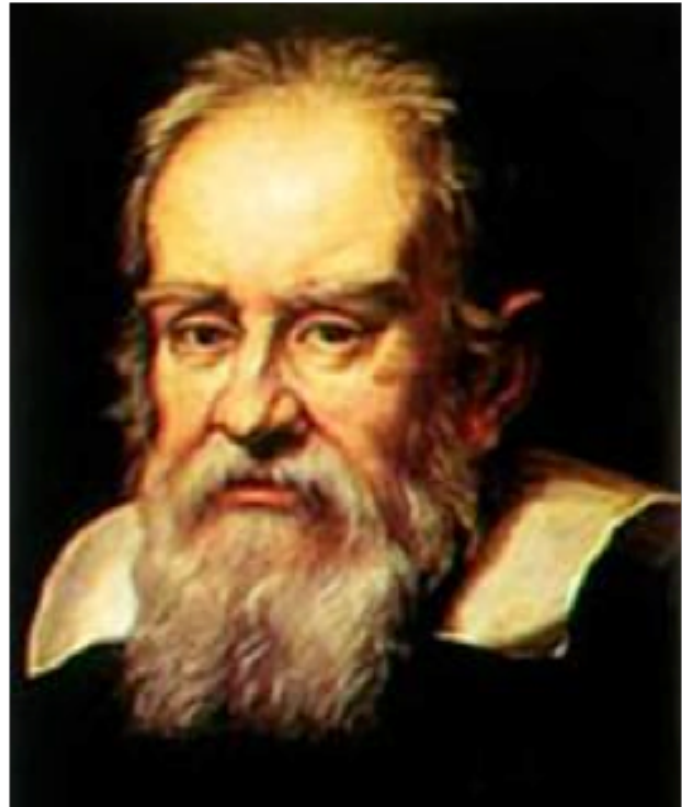
Poc després de posar-se en vigència les normes esmentades, la mortalitat puerperal va començar a decreixer i l'any 1848 va descendir fins a l'1'27% al departament A i l'1'33% al B.

A més de reconèixer els aspectes fonamentals del treball científic en informes de recerca, a continuació i a tall d'exemple, ens encarem a una petita investigació que pot ser realitzada en l'àmbit escolar.

3.2

REALITZACIÓ D'UNA PETITA INVESTIGACIÓ ESCOLAR

Es tracta de l'estudi del pèndol, és a dir, d'un objecte penjat d'un fil i subjectat per l'altre extrem, que realitza oscil·lacions en un pla vertical. L'interès d'aquest estudi té a veure, entre altres aspectes, amb la necessitat que hi havia als segles XVI i XVII de poder mesurar amb precisió el temps. Com a resultat de les investigacions realitzades, al 1657, C. Huygens, millorant estudis anteriors de Galileu, va construir un rellotge de pèndol.



Galileu (1564-1642) es va adonar que la làmpada de la Catedral de Pisa oscil·lava regularment



Hem de ser conscients que, tot i presentar-se d'una manera descontextualitzada, es tracta d'un problema adequat per a una investigació escolar.

L'aparent regularitat i periodicitat del moviment d'oscil·lació d'un pèndol suggereix la possibilitat d'usar-lo per a mesurar el temps. La nostra finalitat és veure si això és així.

Començarem amb el plantejament precís d'aquest problema de manera que facilite la nostra intenció.

Activitat 13

La durada del moviment d'oscil·lació d'un objecte penjat d'un fil és molt poca. Proposeu

el tipus de pèndol més simple que pugueu concebre per facilitar l'estudi que volem. Plantegeu un problema de forma precisa que pugui ser l'origen d'una investigació científica.

Un objecte pesat i petit penjat d'un fil prim i inextensible constitueix un pèndol que pot oscil·lar durant un temps apreciable. Per raons evidents, aquest és un pèndol simple. Podem fer algun assaig per constatar que el moviment es repeteix en cada oscil·lació i que s'esmorteix poc.

Si volem fer servir aquest moviment per construir un rellotge, sembla raonable esbrinar de què depèn aquest moviment. Segons açò, el problema a abordar serà: quins factors influeixen en el període d'un pèndol simple?

Activitat 14

Formuleu hipòtesis sobre els factors que influiran en el període d'un pèndol simple, justificant, en cada cas, la forma com espereu que influeixen.

Podem pensar en els factors següents: "massa de la bola", "longitud del fil" i "força o velocitat amb què es llança, amplitud o angle inicial de l'oscil·lació". D'una manera més detallada passem a estudiar la influència esperada.

Pel que fa a l'angle inicial d'oscil·lació (α), podem pensar que quan major siga α major serà T (i això perquè la bola haurà de recórrer un trajecte major), o a l'inrevés, T menor (en caure des d'una altura major, ho farà més ràpidament). La consideració de les dues situacions anteriors pot fer-nos intuir que, tal vegada, els efectes es compensen i que α no influeixi.

En relació a la massa de la bola, m , (el pes del fil el podem considerar insignificant) pot ocórrer una cosa semblant a l'anterior. Cal pensar que quan major siga m menor serà T (ja que la bola caurà més

ràpida), o major (ja que li costarà més ascendir). Igual que abans, la consideració de les dues anàlisis pot fer-nos intuir la no influència de la massa.

Molts més acords planteja la consideració de la llargària, L , del pèndol: quan major siga L major serà T .

Activitat 15

Planifiquen detalladament els experiments que caldria fer per contrastar les hipòtesis formulades.

La idea general del muntatge és molt senzilla: es tracta essencialment de muntar un pèndol aproximadament simple i anar variant cada un dels factors mantenint constants els altres (separació de variables). Per a això, tan sols es necessiten boles de diferent pes, fil, suports, regles, semicercles graduats i cronòmetres.

Abans de passar a la realització de les experiències hem de resoldre alguns problemes que se'ns van a presentar. En primer lloc, la constatació que el temps a fer una oscil·lació és molt petit, aconsella, per tal de millorar la precisió de les mesures, mesurar el temps requerit a fer 5 o 10 oscil·lacions, i després dividir el temps total entre el nombre d'oscil·lacions comptades. Ara bé, si creiem que l'angle influeix en el valor del període, i aquest va variant, fent-se més xicotet, amb el nombre d'oscil·lacions, serà el període de les últimes oscil·lacions el mateix que el de les primeres?

La resposta a aquest interrogant passa per començar per estudiar la influència de l'angle.

A més, per assegurar-nos de la fiabilitat dels resultats, repetirem tres vegades totes les mesures i prendrem la mitjana aritmètica com a valor

representatiu (sempre que les tres mesures es troben dins d'un marge de 0,2 segons ja que podem estimar en 0,1 segons el temps de resposta de les persones quan, per exemple, posen en marxa i/o paren un cronòmetre). Per a la recollida de les dades utilitzarem taules com la següent.

α (°)	t_5 (s)			t_{5m} (s)	T (s)

Activitat 16

Feu les experiències dissenyades anteriorment i completeu les taules de valors que s'han preparat.

Activitat 17

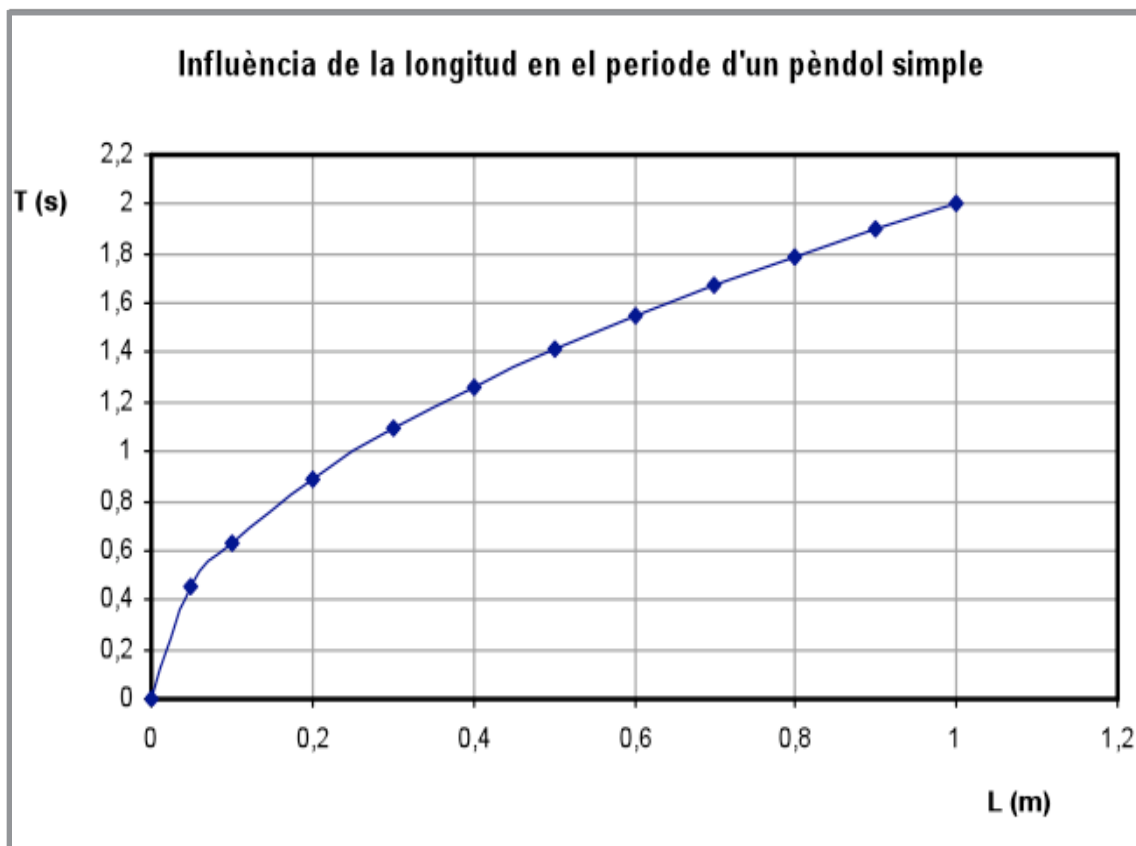
Analitzeu els resultats obtinguts i extraieu conclusions a la llum de les hipòtesis formulades.

La consideració dels resultats obtinguts per tots ens permeten de suposar que ni α ni m influeixen en T (sempre que els angles inicials de l'oscil·lació no siguen molt grans).

No ocorre el mateix amb la llargària. A la taula presentem els resultats obtinguts en un laboratori escolar per un grup d'estudiants a l'hora d'estudiar la influència de la longitud del pèndol en el seu període d'oscil·lació. Amb el propòsit de precisar la influència de la longitud hem fet el gràfic $T=f(L)$. Notem que a mesura que augmenta L , el període no augmenta tan ràpidament.

A la primera fila, s'ha inclòs la parella de valors (0,0), que no procedeixen de cap mesura sinó de la lògica de la hipòtesi: si el pèndol tingués longitud zero, el seu període seria, òbviament, zero.

L (cm)	0	5	10	20	30	40	50	60	70
T (s)	0	0,45	0,63	0,89	1,10	1,26	1,41	1,55	1,67



Sense presentar una justificació, podem comprovar que es compleix la següent relació: $T^2 = 4 \cdot L$.

De la gràfica anterior o de l'expressió matemàtica que relaciona les magnituds, podem conèixer, per exemple, que un pèndol simple que bata segons ha de tenir una longitud de 25 cm, la qual cosa podem utilitzar per a construir un cronòmetre en cas de dificultat.

Activitat 18

L'expressió anterior també ens permet mesurar longituds de pèndols que puguem considerar simples. Així, per exemple, al Museu de les Ciències Príncep Felipe de València hi ha penjat del sostre un gran pèndol (que es diu de Foucault), que podem considerar un pèndol simple el període d'oscil·lació del qual és de 8,25 s. Determineu l'altura del sostre del museu on està instal·lat el pèndol?



*Pèndol de Foucault.
Museu de les Ciències Príncep Felipe*

Activitat 19

Elaboreu una memòria de la investigació realitzada sobre el pèndol i que incloga els aspectes bàsics de l'activitat científica.

3.3

¿mètode científic?

Fins ací hem analitzat com treballen els científics. Però, resten qüestions com ara: Què entenem per Ciència? Quines característiques ha de tenir una teoria o una llei científica? Quan es considera acceptada una teoria? Per què s'abandonen unes teories i se n'accepten altres?...

Intentarem cercar respostes a aquests interrogants tot i comentant alguns exemples històrics.

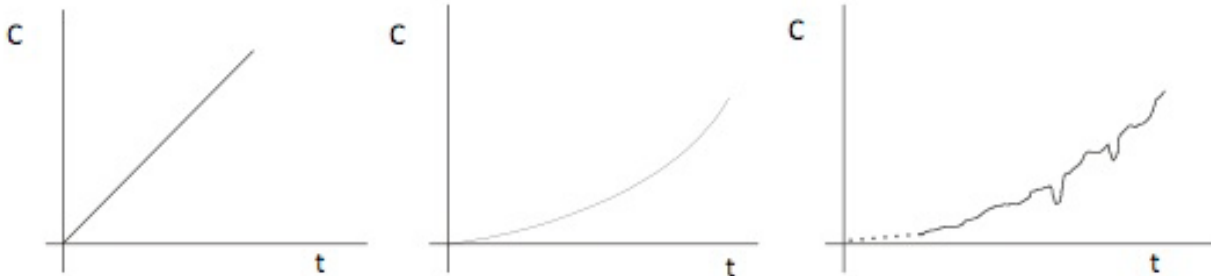
3.3.1 EL CREIXEMENT DE LES CIÈNCIES

Els coneixements científics en un camp determinat es van desenvolupant al llarg del temps però, com ho fan?

Activitat 20

Suposem que disposem d'una magnitud C que determina, de manera aproximada, el nivell científic d'una època en un domini concret (com ara física, química, biologia o geologia). El gràfics mostren possibles evolucions de C amb el temps. Assenyaleu quin gràfic s'ajusta més a la realitat.

El tercer gràfic, segons el qual hi ha un desenvolupament irregular amb pujades i baixades, períodes d'estancament i grans salts cap endavant suposa el més adequat.



Un exemple de com canvien els coneixements al llarg de la història i que aquest no és lineal és la llei que explica la desviació de la direcció de propagació de la llum en canviar de medi, i que es coneix com a llei de Snell-Descartes. El descobriment d'aquesta llei va ser atzarós. Els estudis experimentals i teòrics es remunten a l'antiguitat. Euclides, 300 anys a.C., coneixia la llei de la reflexió i Tolomeu, un segle després, va dur a terme el que sembla ser el primer experiment sobre la refracció. Des de llavors molts investigadors han realitzat experiments sobre la refracció, però concretament, tres persones van portar definitivament a l'establiment de la llei en qüestió. Els manuscrits del Museu Britànic indiquen que Thomas Harriott la va descobrir de forma experimental cap al 1616, encara que no la va publicar. Snell també ho va fer, abans de 1626, però tampoc no va publicar els resultats, i no està clar com va arribar a ells. Descartes va derivar teòricament la llei del sinus, al 1619, i va ser el primer a publicar-la al 1637. La història de la llei de la Refracció és, per tant, un exemple que palesa que la ciència no progressa d'una manera contínua i gràcies a generalitzacions acurades a partir de resultats observacionals i experimentals. El mètode experimental com avui el coneixem no ha existit sempre. Les habilitats artesanals que comporta l'experimentació, l'acurada eliminació de les fonts

d'error, la repetició i crítica de les lectures i dels probables errors, naixeren al segle XVII amb els treballs de Kepler i de Galileu.

El text següent de Copèrnic posa de relleu el caràcter acumulatiu de l'avenç científic.

"Por lo cual me tomé el trabajo de leer los libros que pude conseguir de todos los filósofos, para investigar si alguno de ellos emitió alguna vez una opción diferente acerca de los movimientos de las esferas del mundo, de las que sostuvieran los que enseñaron matemáticas en las escuelas. Primeramente descubrí en Cicerón



Portada del *De Revolutionibus* i esquema dels planetes

que Nicetus había sostenido que la Tierra se movía, y, posteriormente, comprobé que, según Plutarco, algunos autores emitieron la misma opción... Sobre esta base comencé a pensar en la movilidad de la Tierra, y aunque esta opción parecía desusada, sin embargo, sabiendo que a otros antes de mí se les había concedido la libertad de imaginar ciertos círculos para demostrar los fenómenos de los astros, pensé que fácilmente se me permitiría comprobar si, atribuyendo algún movimiento a la Tierra, sería posible deducir demostraciones más sólidas que las de mis predecesores acaezca de las revoluciones de las esferas celestes” (2)

Hi ha ocasions en les quals el treball dels científics d'una època determinada no sembla serveixen anys després i com hem vist en la tercera gràfica de vegades es produeix un rebuig dels resultats experimentals.

3.3.2 CARACTERÍSTIQUES DE LA INVESTIGACIÓ CIENTÍFICA

a) Les hipòtesis i teories

Un dels trets característics de la ciència és l'emissió d'hipòtesis. Un exemple d'aquesta importància ho veiem en les paraules del físic Boltzmann en la conferència a l'Assemblea Imperial de la Ciència, al 1886: (3)

“Sin embargo, sobre la constitución del átomo no sabemos todavía nada y no lo sabremos hasta que no consigamos formar una hipótesis a través de hechos observados por nuestros

sentidos. Es curioso que se espere un progreso en este terreno por medio de un arte que ha demostrado su potencia en la investigación de cuerpos celestes, el método del análisis espectral. Es sólo una hipótesis que existen semejantes cosas diminutas cuya reunión forma cuerpos perceptibles por los sentidos, como es una hipótesis que lo que nosotros veamos en el cielo está producido por cuerpos tan grandes y lejanos; como, en definitiva, en un sentido estricto es sólo una hipótesis que fuera de mí existan otros hombres que sientan la alegría y el dolor, que existan animales, plantas y cuerpos minerales. Tal vez una hipótesis en la que las estrellas sean únicamente emisores de luz aclare todavía mejor los fenómenos celestes que nuestra astronomía actual; tal vez sea así, pero, no es probable. Tal vez la hipótesis atomística sea desplazada por otras, tal vez ocurra, pero no es probable...”

Més endavant, en la conferència de comiat de la Universitat de Graz en 1890, quan va ser nomenat professor de la Universitat de Munic, reflexiona sobre què és una teoria.

“No sería un auténtico teórico si no me hubiera preguntado al principio: ¿qué es una teoría? Al lego le llama la atención que las teorías sean difíciles de entender y que estén rodeadas de un montón de fórmulas que no significan nada para el profano. Sin embargo, esto no es su esencia, ya que el verdadero teórico ahorra en lo posible este tipo de medios; lo que suele decir con palabras se dice con palabras, mientras que precisamente en los libros de prácticas experimentales figuran fórmulas frecuentemente tomadas como puro ornamento. Un amigo mío definía al científico práctico como aquel que no entiende nada de

(2) COPÈRNIC, N., 1965. *Las revoluciones de las esferas celestes*. EUDEBA: Buenos Aires.

(3) BOLTZMANN, L., 1984. *Escritos de Mecánica y Termodinámica*. 1984. Alianza Editorial: Madrid

teoría y al teórico como un entusiasta que no entiende nada de nada; también queremos oponernos a este agudo punto de vista.

Soy de la opinión que la tarea de la teoría consiste en la construcción de una imagen interna del mundo exterior, que al existir en nosotros debe servirnos como guía en nuestros experimentos y reflexión; es decir, hasta cierto punto, completando los procesos mentales, y realizando globalmente lo que ocurre en nosotros siempre que formamos una idea”.

Mario Bunge (4), aclareix les relacions i diferències entre hipòtesis científiques i teories:

“La investigación no es errática sino metódica; sólo que no hay una sola manera de sugerir hipótesis, sino muchas maneras: las hipótesis no se nos imponen por la fuerza de los hechos, sino que son inventadas para dar cuenta de los hechos (...) el investigador rara vez tiene conciencia del camino que ha tomado para formular sus hipótesis. Por esto la investigación científica puede planearse a grandes líneas y no en detalle, y aún menos puede ser regimentada.

(...) A las hipótesis científicas se llega, en suma, de muchas maneras: hay muchos principios heurísticos, y el único invariante es el requisito de verificabilidad. La inducción, la analogía y la deducción de suposiciones extracientíficas (por ej. filosóficas) proveen puntos de partida que deben ser elaborados y probados.

(...) Lo peculiar de la ciencia moderna es que consiste en su mayor parte en teorías explicativas, es decir, en sistemas de

proposiciones que pueden clasificarse en: principios, leyes, definiciones, etc., y que están vinculadas entre sí mediante conectivas lógicas (tales como “y, o, si... entonces”, etc.).

Las teorías dan cuenta de los hechos no sólo describiéndolos de manera más o menos exacta, sino también proveyendo modelos conceptuales de los hechos, en cuyos términos puede explicarse y predecirse, al menos en principio, cada uno de los hechos de una clase. Las posibilidades de una hipótesis científica no se advierten por entero antes de incorporarlas en una teoría; y es sólo entonces cuando puede encontrársele varios soportes. Al sumergirse en una teoría, el enunciado dado es apoyado —o aplastado— por toda la masa del saber disponible; permaneciendo aislado es difícil de confirmar y de refutar y, sobre todo, sigue sin ser entendido.”

L'acceptació d'una teoria no sempre és tan fàcil com se sol donar a entendre. Sense anar més lluny, l'explicació de l'efecte fotoelèctric per part d'Einstein tardà més de 10 anys a ser acceptada per la comunitat.

Les resistències a l'acceptació de les idees d'Einstein venien del caràcter corpuscular que li atribuïa a la llum, cosa que qüestionava els èxits assolits durant més de 30 anys per la teoria electromagnètica de Maxwell, i segons la qual la llum era un fenomen ondulatori. Millikan es posà com a tasca mostrar la invalidesa de la proposta d'Einstein, va escriure:

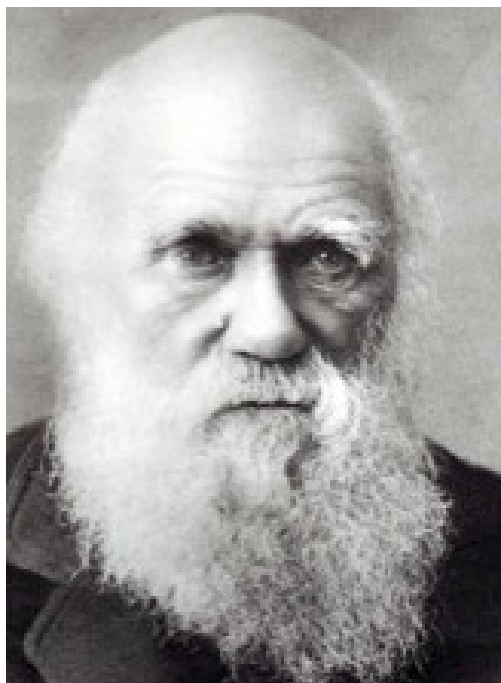
“Me pasé diez años de mi vida comprobando la ecuación de Einstein de 1905 (la del efecto fotoeléctrico), y contrariamente a todas mis expectativas me vi obligado en 1915 a proclamar su indudable verificación experimental, a pesar de lo irrazonable que era, ya que parecía violar

(4) BUNGE, M., 1997. *La ciencia, su método y su filosofía*.

todo lo que sabíamos acerca de la interferencia de la luz”(5).

Moltes han sigut les teories que han hagut de superar obstacles enormes. Una d'elles fou la teoria de l'evolució de les espècies per mitjà de la selecció natural de Darwin.

Quan al 1859 es va publicar *L'origen de les espècies*, el que més enrenou va causar va ser el fet de presentar les seves propostes davant la idea que les espècies havien estat creades i que no es transformaven, que eren fixes, el que es denominava fixisme.



C. Darwin (1809-1882)

Davant la idea, segons la qual, les espècies havien estat creades i eren invariables, Darwin va proposar exactament el contrari: els organismes canvien amb el pas del temps, a través d'un mecanisme que ell desenvolupà, i anomenà selecció natural. Un altre aspecte que va cridar l'atenció en la proposta darwinista de l'evolució dels éssers vius, va ser la inclusió de l'ésser humà. Tot i que Darwin no va voler cridar l'atenció sobre el fet que els éssers humans haviem estat subjectes i érem part de tot el procés evolutiu, la reacció va ser immediata pel que fa a aquest punt. En les seues paraules (6):

“La principal conclusión a que llegamos en esta obra, es decir, que el hombre descende de alguna forma inferiormente organizada, será, según me temo, muy desagradable para muchos. Pero difícilmente habrá la menor duda en reconocer que descendemos de esos bárbaros. (...)

Pero aquí no debemos ocuparnos de las esperanzas ni de los temores, sino solamente de la verdad, en tanto en cuanto nos permita descubrir nuestra razón; y yo he dado buena prueba de la mejor manera que he podido”.

Activitat 21

Comenteu el text adjunt, i proposeu idees sobre per què quan es va publicar creà tanta expectació i controvèrsies tant a nivell científic com popular. Intenteu explicar l'acceptació d'ambdues teories.

En algunes èpoques, han conviscut dues o més teories fins que una d'elles ha aconseguit imposar-se pel fet d'explicar millor els fets coneguts. Un

(5) Citat en SÁNCHEX RON, J. M., 2000. *El siglo de la Ciencia*. Taurus: Madrid.

(6) DARWIN, C., 1972. *El origen del hombre*. Biblioteca EDAF.

d'aquests casos és el de la teoria neuronal de Ramón i Cajal.

“Analizando así el sistema nervioso en desarrollo, Cajal demostró la validez de la hipótesis de que dicho sistema se compone de cientos o miles de unidades individuales llamadas neuronas, conectadas entre sí por medio de fibras y ramificaciones dendríticas con las que se transmiten el impulso nervioso. Esta teoría, conocida como teoría neuronal, extendía al sistema nervioso la estructura celular de los tejidos vegetales y animales reconocida desde principios del siglo XIX. Cuando Cajal y otros neurólogos como His, M. Lenhosék y W. Waldeyer la postularon, fue fuertemente impugnada. En Italia la defendieron Giuseppe Levi y Ernesto Lugaro, pero Camilo Golgi la rebatió, contraponiéndole la teoría reticular, según la cual las células nerviosas no son unidades independientes, sino que forman parte de una red continua que une entre sí las unidades nerviosas, y que permite que el impulso nervioso se propague de una célula a otra como la corriente por un circuito eléctrico.

(...) La prueba irrefutable de la teoría neuronal, según la cual las células nerviosas son las unidades básicas, tróficas, estructurales y funcionales del sistema nervioso, llegó en los años cincuenta del siglo XX con el descubrimiento y el uso del microscopio electrónico. Este instrumento es capaz de aumentar las imágenes cientos de miles de veces, lo que permitió observar que entre las terminaciones de las fibras nerviosas y las células inventadas existe un espacio de unas centésimas de micra. La existencia de este espacio, que Cajal postuló, fue defendida por el fisiólogo inglés Charles Sherrington, que introdujo el término “sinapsis” para definir tanto dicho espacio como las

características estructurales y funcionales de este medio interpuesto entre las fibras que transmiten el impulso nervioso y las células que lo reciben.

La existencia del espacio sináptico era la prueba definitiva de la teoría neuronal, pero al mismo tiempo planteaba la cuestión de identificar al agente o los agentes que intervenían en la transmisión del impulso nervioso. Se formularon dos teorías. La primera, y que la mayoría de los neurofisiólogos sostenía en las primeras décadas del siglo XX, era que el impulso nervioso se transmite en forma de actividad eléctrica. La segunda afirmaba que, por el contrario, dicho impulso se transmite gracias a un agente químico segregado por las terminaciones sinápticas que actúa sobre las células post-sinápticas” (7).

Com es veu fou necessària la invenció del microscopi electrònic per a poder confirmar una de les teories i abandonar l'altra.

Activitat 22

La teoria de tectònica de plaques és un altre cas que mostra la importància de la teoria i les dificultats que han de superar per ser acceptades. Comenteu aquestes dificultats a partir de la lectura del text següent:

“Al 1885, el geòleg suís Suees, basant-se en la distribució de fòssils i sediments d'origen glacial, va proposar l'existència d'un supercontinent que incloïa l'Índia, l'Àfrica i Madagascar, posteriorment afegí Austràlia i l'Amèrica del Sud.

(7) LEVI, R., 2011. *Elogio de la imperfección*. Tusquets Editores: Barcelona

A aquest supercontinent l'anomenà Gondwana. En aquells temps, considerant les dificultats que tindrien les plantes per poblar continents separats per milers de quilòmetres de mar obert, els geòlegs creien que els continents haurien estat units per ponts terrestres hui en dia submergits.

L'astrònom i meteoròleg alemany Alfred Wegener va ser qui proposà que els continents en el passat geològic havien estat units en un supercontinent de nom Pangea (que significa "tota la terra"), que posteriorment s'hauria disgregat per deriva continental.

Al 1911, Wegener es va interessar pel descobriment, a ambdós costats oposats de l'Atlàntic, de restes fòssils de vegetals d'identiques característiques morfològiques. Les similituds entre els perfils oposats dels continents d'Amèrica del Sud i d'Àfrica li van suggerir la possibilitat que la igualtat de l'evidència fòssil fos causada perquè ambdós hagueren estat units en algun moment del passat geològic terrestre. Al 1915 va exposar els principis de la seua teoria.

Segons Wegener, fa uns 300 milions d'anys, els actuals continents haurien estat units en una única gran massa de terra ferma, la qual, per raons desconegudes, hauria originat altres nous continents."



Alfred Wegener (1880-1930)

La teoria va ser rebuda de manera unànimament hostil i, de vegades, fins i tot violenta. Segurament per la inexistència d'una explicació convincent sobre el mecanisme de la deriva continental en si. Els principals crítics de Wegener eren els geofísics i geòlegs. Els geofísics el criticaven perquè els càlculs que havien fet sobre els esforços necessaris per desplaçar una massa continental a través de les roques sòlides als fons oceànics eren de valors inconcebiblement alts i la seua teoria no explicava la deriva dels continents. En la seua tesi original, va proposar que els continents es desplaçaven sobre una capa més densa de la Terra, que conformava els fons oceànics i es perllongava sota ells, de la mateixa manera que desplacen una catifa sobre el pis d'una habitació. No obstant això, l'enorme força de fricció implicada va motivar el rebuig de l'explicació de Wegener i la posada en suspens, com a hipòtesi interessant, però no provada, de la idea del desplaçament continental.

Al 1937, el geòleg sud-africà Alexander Du Toit va publicar una llista de deu línies sobre l'evidència a favor de l'existència de dos supercontinents, Lauràsia i Gondwana, separats per un oceà de nom Tethys, el qual dificultaria la migració de flors entre els dos supercontinents. Du Toit també va proposar una reconstrucció de Gondwana basada en l'arranjament geomètric de les masses continentals.

A partir del 1950, però, les idees de Wegener van guanyar ràpida acceptació gràcies al desenvolupament de les modernes tècniques d'exploració geològica, en particular del fons oceànic. Reformulada a partir de recents descobriments, la teoria de la deriva continental és ara per ara unànimement acceptada.

b) El paper dels experiments

Al llarg de la història, els científics s'han trobat amb dificultats per posar a prova les hipòtesis i models, en concret han hagut de realitzar experiències en situacions difícils, elaborar i construir nous instruments per fer-ho, etc.

La premi Nobel R. Levi, al seu llibre de memòries (8), explica les dificultats que va tenir per realitzar alguns experiments en l'època de la 2a guerra mundial.

“Poner en ejecución mi proyecto costaba poco (9). Para incubar los huevos funcionó perfectamente un simple termostato de aire, y otro de alta temperatura para incluir los embriones en parafina, embriones que acto seguido coloreaba y seccionaba en serie con micrótopo. Lo más caro fue el estéreomicroscopio, que necesitaba para manipular los embriones, y el microscopio binocular Zeiss con todas las lentes y con máquina fotográfica. Una serie de pinzas de relojero, microtijeras oftálmicas y microbisturías y espátulas que yo misma me fabricaba afilando finísimamente agujas de coser comunes y corrientes, contemplaban el instrumental. Los utensilios, los objetos de cristal y los reactivos químicos no diferían de los que usaban los investigadores del siglo XIX. Gino⁽¹⁰⁾ me fabricó una cajita de vidrio térmicamente regulable, con dos aberturas circulares por las cuales podía introducir las manos y manipular los embriones a treinta y ocho grados y al microscopio. La necesidad de

aislarme para evitar contaminaciones, aunque se reveló inútil, me rodeó de la aureola de religioso respeto, que mi madre se encargaba de alimentar prohibiendo la entrada a los curiosos, con el argumento de que estaba manipulando embriones y no debía ser molestada”.

Més endavant, relata les dificultats que trobà en el seu treball de recerca i com la lectura d'un article li donà un gir a la seua recerca.

“La cuestión a la que me enfrentaba, y que había de absorber todo mi tiempo desde la primavera de 1941 hasta el otoño de 1942, fue el efecto que tenían las regiones periféricas sobre la diferenciación y ulterior desarrollo de las células motoras de la médula espinal y de las células sensitivas de los ganglios espinales en los primerísimo estadios del desarrollo embrionario, cuando no tienen tejidos que inervar.

Esta cuestión, que los investigadores del desarrollo celebrar habían abordado ya en las primeras décadas del siglo XX, no me interesaba demasiado. La habían estudiado sobre todo en renacuajos, pero los resultados parecían demasiado vagos como para basar en ellos un análisis riguroso. Cambié de parecer un día de verano de 1940 poco después de que Italia entrara en guerra como aliada de Alemania. Mi conversión, por así decirlo, se produjo en el vagón de un tren que antes de la guerra transportaba ganado. (...)

A la vez que contemplaba los campos en plena floración estival y respiraba el aire con olor a heno, leía distraída un artículo que me había pasado Levi dos años antes. Era un estudio publicado en 1934 por una revista norteamericana, obra de un alumno

(8) LEVI, R., 2011. *Elogio de la imperfección*. Tusquets Editores: Barcelona.

(9) Parla d'un laboratori que va construir a la seua habitació al 1940, quan Itàlia entrà en guerra.

(10) Es refereix al seu germà.

de Spemann, biólogo alemán galardonado en 1935 con el Premio Nobel por haber descubierto el llamado “factor organizador”, factor aún no identificado que, en las primeras fases del desarrollo embrionario, tiene la propiedad de inducir la diferenciación de órganos y embriones que están en contacto directo con los tejidos que segrega. Aunque el autor del artículo, Víctor Hamburger, no se ocupaba directamente de este fenómeno, del análisis e interpretación del efecto que describía se deducía el concepto de la acción inductiva que determinados tejidos ejercen sobre otros en los primeros estadios del embrión. En los embriones de pollo, Hamburger había estudiado el efecto que tiene la amputación de un miembro en los sistemas motores y sensitivos encargados de su inervación. Al examinar los embriones a la semana de la amputación, observó que el tamaño de la columna motora y de los ganglios espinales sensitivos encargados de la inervación del miembro amputado era muy reducido. Interpretaba que esto se debía a la falta de un factor inductivo que normalmente segregan los tejidos periféricos y es indispensable para la diferenciación de las células nerviosas motoras y sensitivas. Las células nerviosas no se habían diferenciado porque faltaba ese factor. La exposición clara y el análisis riguroso del fenómeno, que contrastaba con la imprecisión y vaguedad de los autores que habían descrito el fenómeno en larvas de anfibios, me hizo ver la cuestión con otra óptica. No sé hasta qué punto las particulares condiciones ambientales en las que leí el artículo influyeron en mi deseo de ahondar en este fenómeno... Lo que no imaginaba es que esta decisión, y los trabajos que darían lugar, habían de desempeñar un papel fundamental en mi vida”.

Els conceptes i teories són produïts per actes creatius d'abstracció i invenció, no sorgeixen directament de l'observació per un procés de generalització inductiva. Tot i això, perquè s'accepte una teoria ha d'haver evidència que la recolze. Però, no sempre és fàcil de contrastar experimentalment les hipòtesis. Cajal (11) relata les dificultats que va tenir per trobar una manera que li permetés veure i analitzar les neurones.

“El problema de analizar el tejido nervioso consiste en la dificultad insuperable de determinar dónde empiezan y acaban los millones de fibras que forman una maraña inextricable de haces nerviosos que se entrecruzan y sobrepone en todas las direcciones, lo que impide rastrear número tan astronómico de axones y ramificaciones... Pero si el bosque es impenetrable, ¿por qué no inspeccionarlo en estado de vivero, cuando los pimpollos están en la fase inicial de su crecimiento? El método de la impregnación argéntica, por una inesperada fortuna, vuelve visibles las células y las fibras nerviosas de manera selectiva, más en la fase inicial de su crecimiento que cuando se ha desarrollado por completo en el adulto. Me di cuenta de que tenía ante mí un campo de estudio completamente inexplorado. Acometí la tarea en un estado frenético de actividad que crecía más y más conforme los descubrimientos se sucedían. Me devoraba una fiebre que no daba tregua y me obligaba a trabajar sin concederme un momento de reposo”.

(11) RAMÓN Y CAJAL, S., 1995. *Recuerdos de mi vida. Historia de mi labor científica*. Alianza: Madrid.

c) El paper dels models en la ciència

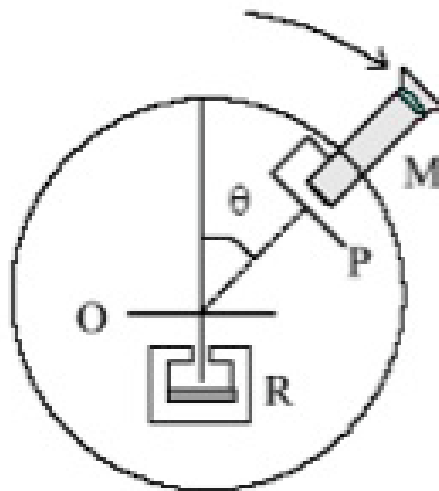
En tots els àmbits de la ciència s'elaboren models que suposen aproximacions a la realitat. Els models elaborats van posant-se a prova i van evolucionant. Una mostra d'açò són els diferents models sobre l'estructura dels àtoms que han sigut acceptats per la comunitat.

El model atòmic de Thomson, segons el qual l'àtom estava format per un grapat d'electrons introduïts en una esfera de càrrega positiva però sense massa, necessitava ser posat a prova per contrastar la seva validesa. Però, cal tenir present que el diàmetre estimat d'un àtom d'hidrogen és de l'ordre de $0'00000001 \text{ cm} = 10^{-8} \text{ cm}$ (és a dir, 100 milions de vegades més petit que 1 cm), per la qual cosa no resulta fàcil detectar experimentalment com estan formats els àtoms. Un camí possible seria "bombardejar" els àtoms amb partícules més petites que ells, que puguin xocar i travessar-los, de manera que de les desviacions experimentades pels "projectils", puguem extraure informació sobre l'estructura interna dels àtoms. Naturalment, es necessitaven projectils i blancs adequats, projectils que travessen els àtoms i puguin ser detectats després.

El descobriment realitzat per Marie Curie que alguns elements, com ara el radi, emetien partícules α , de càrrega doble que la de l'electró però positiva i quatre vegades la massa de la d'hidrogen, i a gran velocitat (uns 20.000 km/s), va subministrar la font de projectils per bombardejar els àtoms de finíssimes làmines metàl·liques.

Al 1907, Rutherford, que dirigia un dels laboratoris de recerca més importants de l'època a la universitat de Manchester, va

concebre un experiment que consistia a llançar partícules α contra una finíssima làmina d'or de $0'00004 \text{ cm}$ de gruix (la qual cosa significava que la làmina tindria unes 1.000 capes d'àtoms), i registrar la desviació experimentada per les partícules en travessar la làmina.



Esquema del montaje experimental para estudiar las desviaciones de las partículas α

La figura representa una substància radioactiva que emet partícules α , situada a l'interior d'un recipient (R). Les partícules són llançades sobre la làmina d'or (O). Hi ha també un microscopi (M) que pot girar al voltant de la làmina d'or. Acohlada a aquest microscopi hi ha una pantalla (P) de sulfurs de zinc, material que, en incidir-li una partícula α , emet un centelleig visible amb el microscopi. L'experiment tractava de veure l'angle θ de dispersió o desviació que sofrien les partícules α en travessar la làmina d'or.

Atès que les partícules α tenien massa i energia molt superior a la dels electrons, les desviacions grans eren altament improbables.

Els resultats experimentals foren sorprenents: la major part de les partícules α travessaven la làmina sense desviar-se, algunes sofrien desviacions considerables i unes poques retrocedien.

Amb aquests resultats, el model atòmic de Thomson no podia ser acceptat. En lloc d'una massa uniforme positiva ocupant tot el volum de l'àtom calia pensar que la major part de la massa de l'àtom estava concentrada en una zona minúscula en comparació amb el volum total de l'àtom i carregada positivament.

Aquesta idea fou desenvolupada per Rutherford, el qual va proposar un model d'àtom quasi buit, on hi havia un mínuscul nucli central carregat positivament i on estava quasi tota la massa.

Segons Rutherford, un àtom és molt petit i el nucli encara ho és més. Els electrons es trobaven, doncs, ocupant un gran espai buit (gran en comparació amb la mida del nucli i dels mateixos electrons), atrets per la càrrega positiva del nucli i, com no cauen cap a ell, Rutherford els imaginà donant voltes al voltant del nucli, anàlogament com els planetes giren al voltant del Sol.

Ben prompte es constatà que el model nuclear de Rutherford presentava limitacions importants.

En primer lloc, d'acord amb la física clàssica, tota càrrega elèctrica accelerada, i un electró en òrbita al voltant del nucli ho està, emet radiació electromagnètica. I això suposa

emetre energia. De manera que en emetre energia, l'electró anirà perdent velocitat i aproximant-se al nucli. Resumidament, el model de Rutherford no podia ser acceptat.

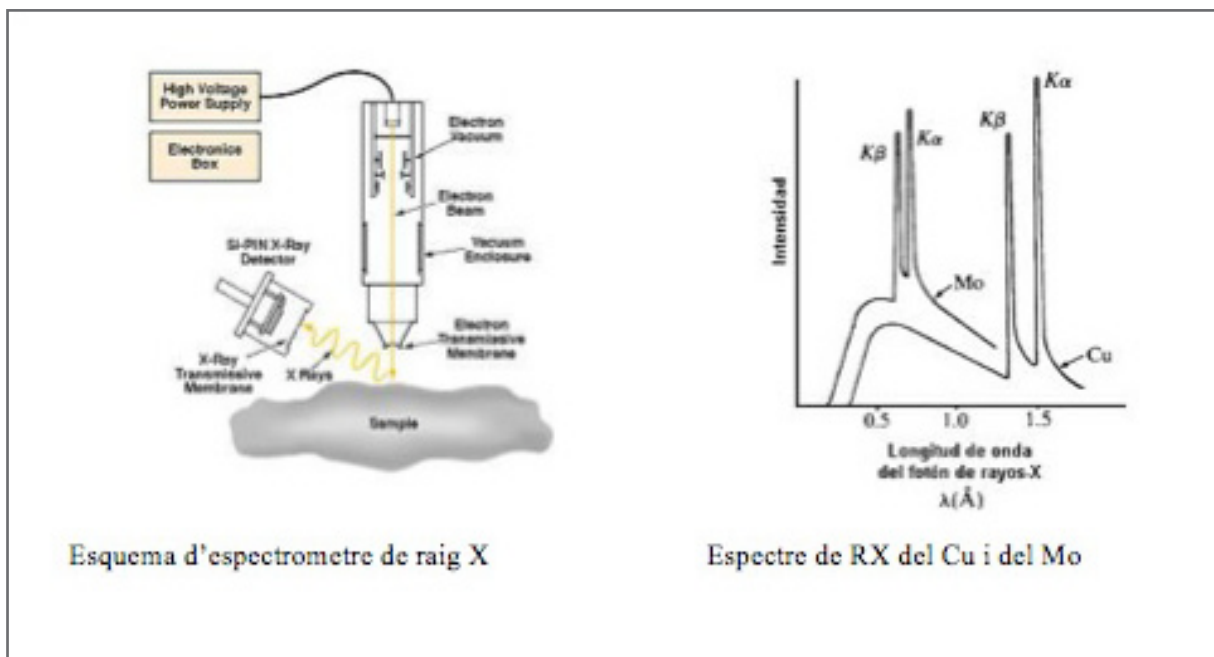
Amb el temps es proposaren nous models més adequats.

La determinació per Moseley, al 1913, de la càrrega nuclear dels àtoms, palesa que en ocasions els descobriments experimentals s'obtenen indirectament, de manera que hi ha una gran quantitat de treball teòric al darrere.

A principis de la dècada de 1910, Moseley ⁽¹²⁾ es traslladà a Manchester per treballar junt a Rutherford, i on estava també Bohr. Des d'un primer moment, s'interessà per tres problemes estretament relacionats: la determinació de la càrrega positiva del nucli atòmic, l'estructura de l'àtom i l'ordenació dels elements posada de manifest per Mendeleiev en el sistema periòdic.

En aquells moments hi havia el convenciment que les partícules α i β , així com la radiació γ i els raigs X, constituïen eines que podien servir per investigar com eren els àtoms per dintre, per la qual cosa se sotmeteren diferents materials al seu bombardeig. Com a part del seu treball, Moseley estudià els espectres de raigs X que s'obtenien. Bàsicament, produïm raigs X quan llancem sobre un blanc electrons molts ràpids. La radiació emesa constitueix l'espectre de raigs X de l'element que fa de blanc.

(12) Henry Moseley fou un físic anglès que morí en la 1^a Guerra Mundial, al 1915, a la cèlebre batalla de Gallípoli, quan encara no havia fet els 28 anys



La figura representa els espectres de raigs X del coure i del molibdè. Veiem que junt a una part contínua (comuna als diferents elements) hi ha dues línies (13) d'intensitat bastant superior (que constitueixen l'espectre de ratlles i caracteritzen l'element). Moseley (1913) afirmà que "l'espectre de cada element consisteix en dues línies. He anomenat α a la més forta i β la més dèbil". Avui en dia se'n diuen $K\alpha$ i $K\beta$. Un estudi més precís evidencia que hi ha moltes més ratlles, i s'anomenen K, L...

L'estudi d'aquests espectres porta a Moseley a determinar la càrrega elèctrica del nucli

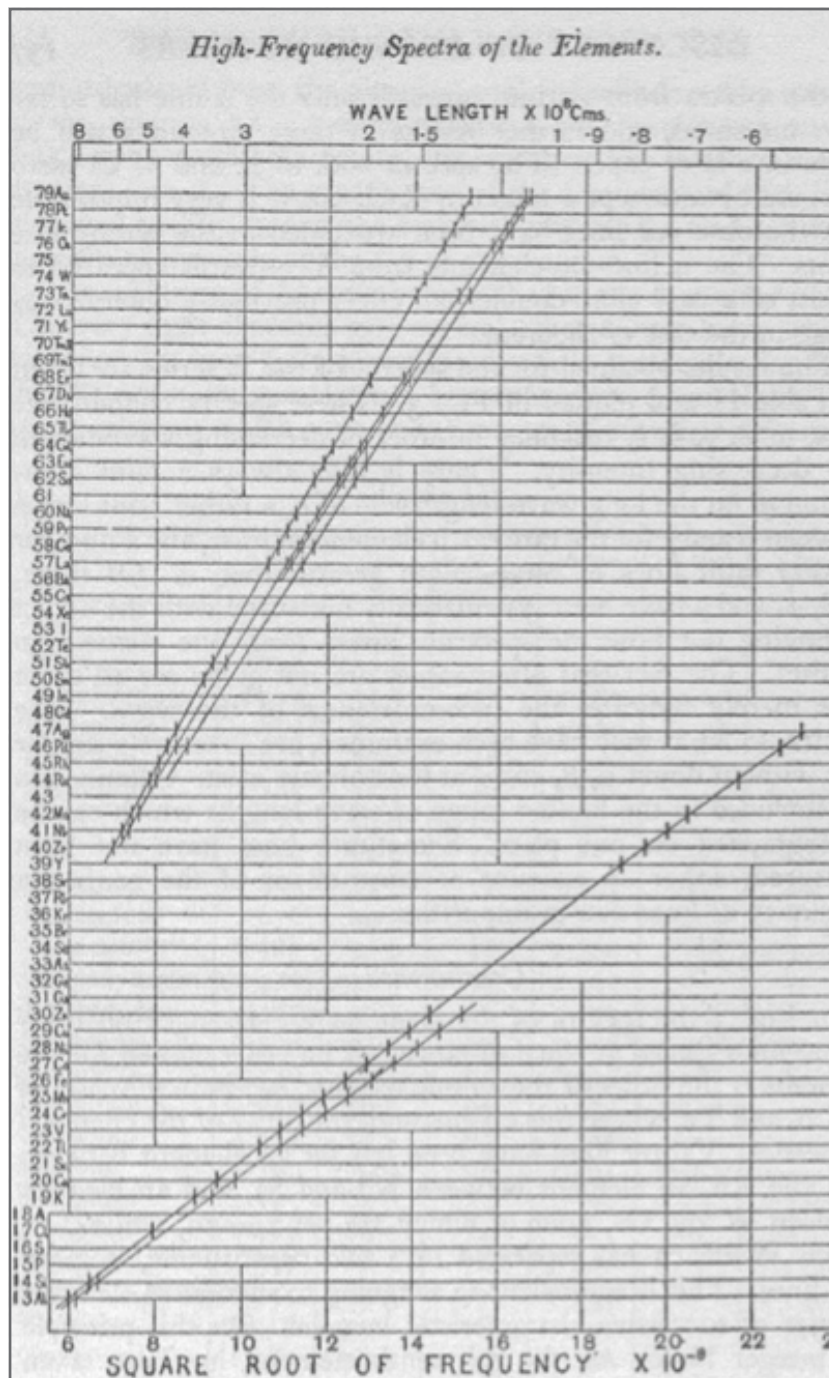
dels àtoms. Sembla tan sorprenent el fet que a partir de les línies de l'espectre de raigs X s'arribara a proposar que el nucli de l'àtom estava format per protons, i que a més es determinara aquest nombre, que el mateix Moseley apuntà algunes idees al respecte. En l'article de 1913, Moseley afirmava que "la mateixa estreta similitud entre els espectres de raigs X dels diferents elements demostra que aquestes radiacions s'originen dintre de l'àtom, i que no tenen cap connexió directa amb els complicats espectres de llum i propietats químiques que estan governades per l'estructura de la seua superfície", i afegia, "Hi ha bones raons per a creure que els espectres de raigs X amb què estem tractant provenen dels anells d'electrons més interns". Ací trobem una referència a l'estructura d'àtom que Bohr acabava de presentar públicament.

(13) Un estudi més precís evidencia que hi ha moltes més ratlles, però aquestes són les més intenses.

Tot i això, sembla haver un ample acord entre els historiadors en el fet que la connexió entre línies dels espectres i anells d'electrons més interns era molt dèbilment defensada per Moseley, simplement es tractava d'un suggeriment.

En mesurar les longituds d'ona de les ratlles característiques de més de 40 elements, Moseley s'adonà de l'existència d'una regularitat en les freqüències $K\alpha$ dels diferents elements (regularitat que també es manifestava en comparar les freqüències d'altres línies). En les conclusions de l'article del 1914, Moseley indicava:

Fig. 3. Gràfiques de Moseley de l'arrel quadrada de la freqüència en funció de Z en el cas dels raigs X característics. La dues línies inferiors corresponen a la sèrie K i les quatre superiors a la sèrie L. Moseley «The high-frequency spectra of the elements» *Philosophical Magazine* 26, 1024-1034.



“En la fig. 3 els espectres estan arreglats en línies horitzontals espaiades a distàncies iguals. L'ordre escollit per als elements és l'ordre dels pesos atòmics, excepte en els casos del A, Co i Te, on s'utilitza l'ordre segons les propietats químiques. S'han deixat línies vacants per a un element entre el Mo i el Ru, un element entre Nd i Sa, i un element entre W i Os, cap dels quals és ara per ara conegut [...] Açò és equivalent a assignar als elements successius una sèrie d'enters successius característics. Sota aquest principi l'enter per al Al, l'element 13, ha d'agafar-se 13 i els valors de N aleshores agafats pels altres elements estan donats en l'eix vertical de la fig. 3. Aquest procediment està justificat pel fet que introdueix una regularitat perfecta en els espectres de raigs X. L'examen de la fig. 3 mostra que els valors de $v^{1/2}$ per a totes les línies examinades, tant les de la sèrie K com la L, cauen dintre de corbes regulars que s'aproximen a línies rectes.

Per a passar d'aquesta N, que simplement representa el nombre d'ordre d'un element en el SP, a la càrrega elèctrica del nucli de l'àtom, Moseley tingué en compte les aportacions de diferents investigadors:

“De la difusió dels raigs X per la matèria, Barkla ha demostrat que el nombre d'electrons en un àtom és aproximadament $A/2$... Per una altra part, de mitjana, els pesos atòmics augmenten en unes dues unitats cada vegada, i això recolza fortament la idea que N augmenta d'àtom a àtom sempre en una única unitat electrònica.” (Moseley, 1913).

I al 1914 escrivia:

“Ara Rutherford ha provat que el constituent més important d'un àtom és el nucli central

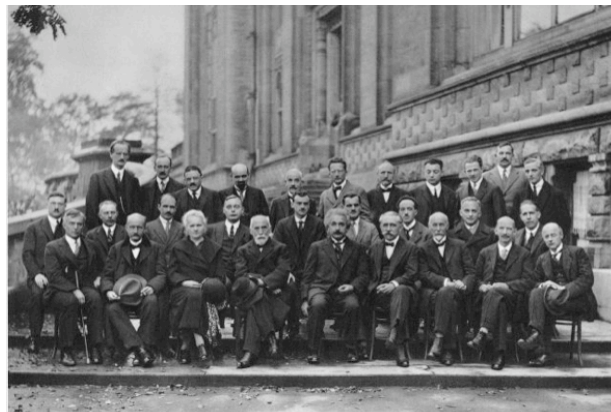
positivament carregat, i van den Broek ha presentat el punt de vista segons el qual la càrrega del nucli en tots els casos és un múltiple enter de la càrrega del nucli de l'hidrogen. Hi ha raons per suposar que l'enter que controla l'espectre de raigs X és el mateix que el nombre d'unitats elèctriques en el nucli.”

Amb açò, N, passava a ser vist com la càrrega elèctrica del nucli atòmic.

d) La comunicació dels resultats

Una dels trets essencials del treball científic és la comunicació dels resultats de les investigacions. Aquesta comunicació de resultats es fa fonamentalment de dues maneres: els congressos i les revistes especialitzades.

La fotografia arreplega els físics que, al 1927, assistiren al 5è Congrés Solvay.



Dels 29 assistens al congrés sobre física quàntica 17 foren guardonats amb el premi Nobel

Com a exemple d'un article publicat en una revista científica presentem el de Joule, en el qual presenta

resultats a favor de l'equivalent mecànic de la calor.

L'esquema del muntatge utilitzat forma part de l'article.

***"Title: On the Existence of an
Equivalent Relation between Heat and the
ordinary Forms of Mechanical Power***

Author: James Prescott Joule

***Source: Philosophical Magazine, series 3, vol.
xxvii, p. 205***

***Year published: 1845
Cavallers,***

Els aspectes principals d'aquesta carta van ser posats en coneixement de la British Association en la seua darrera reunió a Cambridge. Fins al moment he dubtat a fer una publicació més àmplia, no perquè tinguera algun dubte sobre les conclusions a què vaig arribar, sinó perquè he intentat fer petites alteracions en l'aparell experimental per a aconseguir encara una major precisió. En tant que en el moment present no dispose de temps per completar el disseny, i ansiós per convèncer la comunitat científica de la veracitat de les posicions que he mantingut, espere que em feu el favor de publicar aquesta carta a la vostra excel·lent revista.

L'aparell que es va mostrar anteriorment a l'associació consistia en una roda amb pales de llautó que treballava en horitzontal en l'interior d'una llauna d'aigua. Aquestes pales es podien posar en moviment per l'acció de pesos, corrioles, etc. exactament de la mateixa forma en què es va descriure en el comunicat anterior.

La pala es mou amb gran resistència en l'interior de la llauna d'aigua, de forma que els pesos (de 4 lliures cadascun) baixen a una velocitat lenta d'un peu per segon. L'altura

de les corrioles sobre terra és de 12 iardes, en conseqüència, quan els pesos han baixat eixa distància, han de ser elevats de nou per renovar el moviment de la pala. Després que aquesta operació haja estat repetida 16 vegades, l'augment de la temperatura de l'aigua va ser acuradament mesurat usant un termòmetre d'elevada sensibilitat i precisió.

Una sèrie de 9 experiments va ser realitzada de la manera descrita, i es van realitzar 9 experiments per eliminar l'efecte d'escalfament o refredament de l'atmosfera. Després de reduir el resultat a la capacitat calorífica d'una lliura d'aigua, aparegué que per cada grau de calor produït per la fricció de l'aigua s'ha usat un treball mecànic igual al que cal fer per pujar un pes de 890 lliures a un peu d'altura. Els equivalents que he obtingut són; --1r, 823 lliures, derivades d'un experiment electromagnètic (Phil. Mag. Ser. 3 vol. xxiii. pp. 263, 347); 2n, 795 lliures, deduït del fred produït per la rarefacció de l'aire (ibid. May 1845, p. 369); i 3r, 774 lliures dels experiments (encara no publicats) sobre el moviment de l'aigua a través de tubs primers. Aquesta darrera classe experiments són similars als de la roda de pales, hem d'agafar el valor mitjà de 774 i 890, o 832, com l'equivalent derivat de la fricció de l'aigua. En aquests delicats experiments, on un difícilment recull més que un altre, el que s'ha mostrat abans difícilment podia ser esperat. He de concloure per tant que l'existència d'una relació d'equivalència entre la calor i les formes ordinàries d'energia mecànica queda provada, i s'assumeix 817 lliures, la mitjana dels resultats de tres classes d'experiments, com l'equivalent, fins que mesures més acurades puguin ser realitzades.

Alguns dels lectors que són tan afortunats de residir en Gal·les o Escòcia podeu, sense dubte, confirmar els meus experiments mesurant la

temperatura de l'aigua en la part alta i baixa d'una cascada. Si les meues previsions són correctes, una caiguda de 817 peus causarà un grau de calor, i la temperatura del riu Niàgara pujarà al voltant d'un quint de grau per la cascada de 160 peus.

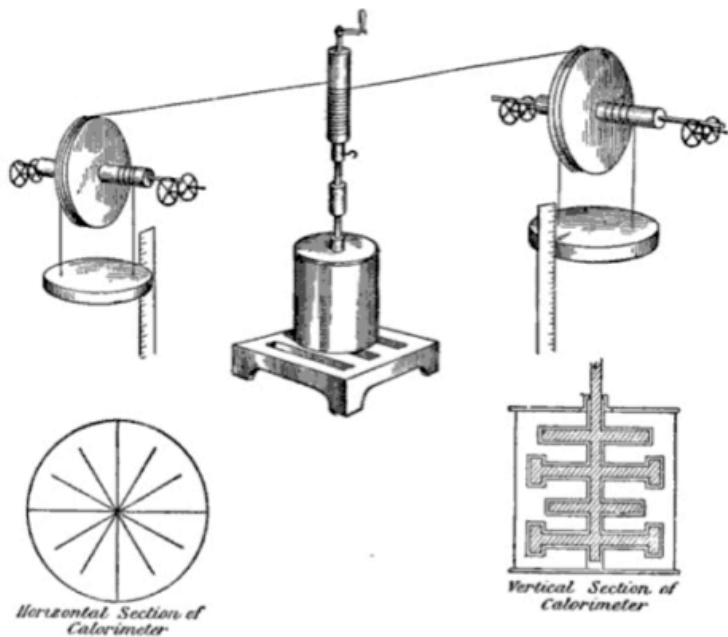
Admetent la correcció de l'equivalent que he anomenat, és obvi que la vis viva de les partícules d'una lliura d'aigua a (per exemple) 51° és igual a la vis viva que té una lliura d'aigua a 50° més la vis viva que adquiriria un pes de 817 lliures després de caure d'una altura perpendicular d'un peu.

Assumint que l'expansió del fluid per eliminar la pressió és causada per la força centrífuga d'atmosferes d'electricitat giratòries, podem estimar de forma fàcil la quantitat absoluta de calor en la matèria. Per a un fluid elàstic la

pressió és proporcional a l'arrel quadrada de la velocitat de l'atmosfera giratòria, i la vis viva de l'atmosfera també és proporcional a l'arrel quadrada de la seua velocitat; en conseqüència la pressió dels fluids elàstics a temperatures de 32° i 33° és 480:481; en conseqüència el zero de temperatura ha d'estar a 480° per sota del punt de congelació de l'aigua. Veiem llavors que en la matèria es troba una enorme quantitat de vis viva. Una sola lliura d'aigua a 60° posseïx 480° + 28°=508° de calor; en altres paraules, ha de posseir vis viva igual a l'adquirida per un pes de 415036 lliures després de caure una altura perpendicular d'un peu. La velocitat a què l'atmosfera d'electricitat ha de girar per tindre aquesta quantitat enorme de vis viva ha de ser per tant prodigiosa, i igual probablement a la velocitat de la llum en l'espai interplanetari, o a la d'una descàrrega elèctrica com la determinada en els experiments de Wheatstone.

*Phil. Mag. Ser. 3, vol. xxiii, p. 436. La roda de pala usada per Rennie en el seus experiments de fricció d'aigua (Phil. Trans. 1831, plate xi, fig. 1) era similar a la meua. Jo vaig usar, tanmateix, un major nombre de làmines, i també un nombre corresponent de làmines estacionàries, per evitar el moviment rotatori de la llauna.

Continue, cavallers,
Respectuosament,
James P. Joule."



Joule's Water-Churning Apparatus for Determining the Mechanical Equivalent of Heat.

Activitat 23

En relació al text anterior indiqueu quin és el fet principal que es tracta en el text Descriuiu-ho amb les vostres paraules. Asse nyaleu diferències entre la manera de comunicar les idees en l'article i en un llibre de text.

Per descomptat, podríem abordar altres aspectes relacionats amb la ciència (distinció entre ciència i no ciència, aportacions dels avenços científics a la societat...), però, considerem que l'aproximació feta és suficient, com per a assegurar que no podem parlar d'un mètode científic, si per açò entenem un conjunt de regles que segueixen els científics quan fan les seues investigacions. És per això que resulta difícil definir què entenem per ciència. Tanmateix, sí que podem dir algunes coses que ens ajuden a fer-nos una idea del seu significat. Així podem dir que la ciència ve caracteritzada per la recerca de coherència, per la posada a prova de les hipòtesis i models proposades, de la comunicació dels resultats...



4. QUÈ APORTA LA CIÈNCIA ALS
GRANS PROBLEMES QUE TÉ
PLANTEJATS LA HUMANITAT?

Podem pensar que el desenvolupament de la ciència i la tecnologia al llarg de la història han permès que en l'actualitat la humanitat gaudisca, almenys en alguns llocs, d'un estàndard de vida molt elevats comparats amb els de fa pocs segles. En les nostres societats no hem d'esforçar-nos massa per aconseguir allò imprescindible per al manteniment de la vida, la qual cosa ens permet dedicar gran part del nostre temps a altres tipus de tasques. Podríem pensar, també, que hem assolit un estat ideal de desenvolupament que pot ser millorat sols en xicotets detalls. Tanmateix, una mínima reflexió permet traure a la llum grans problemes als quals ha de fer front la humanitat, que amenacen el desenvolupament aconseguit i que poden portar a greus crisis socials.

Activitat 24

Assenyaleu alguns dels problemes més importants que a hores d'ara té plantejada la humanitat.

Són molts els grans problemes que en aquests moments té plantejada la humanitat: l'esgotament dels combustibles fòssils, el canvi climàtic, la millora de la qualitat de vida, el manteniment de la biodiversitat, la fabricació de nous materials, l'explosió demogràfica, l'obtenció d'aliments per a tota la població, l'esgotament de les matèries primeres, l'obtenció d'aigua dolça... És impossible estudiar-los tots, ni tan sols mínimament, és per això que ens limitarem a tractar, encara que superficialment, els dos que semblen ser més urgents: l'esgotament dels combustibles fòssils i el canvi climàtic.

4.1 l'esgotament dels combustibles fòssils

Des del Neolític, i durant milers d'anys, les persones han fet servir els seus músculs, els animals de càrrega o han utilitzat el moviment de l'aigua i el vent per a la realització de les seues activitats. A mitjans segle XVII, els enginyers, principalment, anglesos i francesos començaren a construir màquines que funcionaven a partir del vapor obtingut per escalfament d'aigua. Són les primeres màquines tèrmiques, i estan en els orígens de la revolució industrial que tingué lloc en la 2a part del segle XVIII. La invenció, en l'últim tram del segle XIX, del motor de combustió interna i la posada a punt de la tecnologia necessària per a utilitzar el corrent elèctric com a font d'energia, permeteren un desenvolupament espectacular de molts països.

Activitat 25

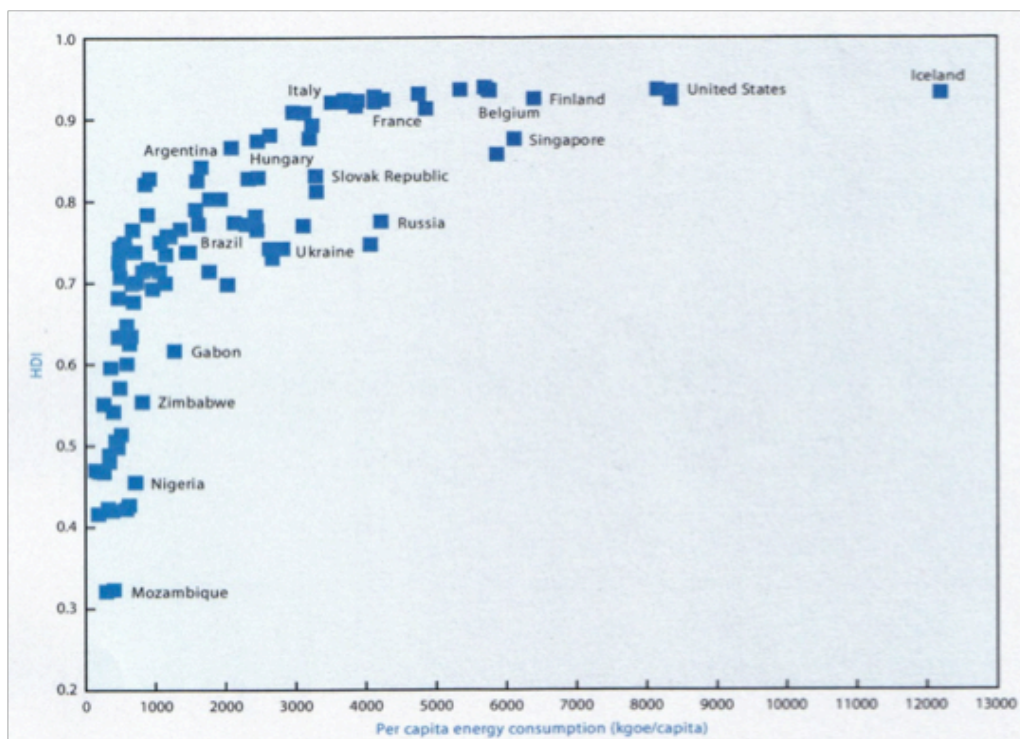
Indiqueu quins aparells o màquines utilitzeu al llarg del dia que consumeixen energia i en quina mesura podríeu prescindir d'ells.

Durant el dia fem servir desenes d'aparells que consumeixen energia. Alguns d'ells estan lluny de ser imprescindibles però ens faciliten la vida en gran mesura. A tall d'exemple, podem dir que molts de nosaltres ens despertem amb l'alarma del mòbil, engegarem els llums, ens dutxem amb l'aigua calenta, torrem un tros de pa a la torradora mentre escalfem la llet i preparem el cafè en la vitroceràmica. En acabar de desdijunar deixem els plats i gots bruts al rentaplats, ens rentem les dents amb el raspallet elèctric, ens posem el rellotge, agafem el que

necessitem i usem el nostre vehicle per anar al lloc de treball o estudi. I això són sols els primers minuts del dia. Aquesta forma de vida que fa algunes accions més còmodes depèn, evidentment, del consum energètic. És sols una qüestió de comoditat o hi ha altres factors característics del desenvolupament que depenen del consum energètic?

Activitat 26

Interpreteu el gràfic següent que arreplega la relació entre el desenvolupament humà, HDI, (un indicador que té en compte l'esperança de vida, la renda per càpita i el nivell d'estudis) i el consum d'energia per càpita de diferents països.



El gràfic mostra, ben clarament, l'existència d'una forta correlació entre benestar, entès de forma global, i consum d'energia. És per això que no ens ha d'estranyar que els països del 3r món o en vies de desenvolupament aspiren, lícitament, a un consum energètic equivalent al dels països desenvolupats. Però, aleshores, què ocorrerà? Disposem de la suficient energia com per a mantindre el nivell de vida dels països rics i per a la incorporació dels països més pobres al món desenvolupat?

Activitat 27

A la taula s'indica el consum mundial d'energia en Gtep ⁽¹⁴⁾ en els últims anys. Feu un gràfic que mostre l'evolució en el consum energètic.

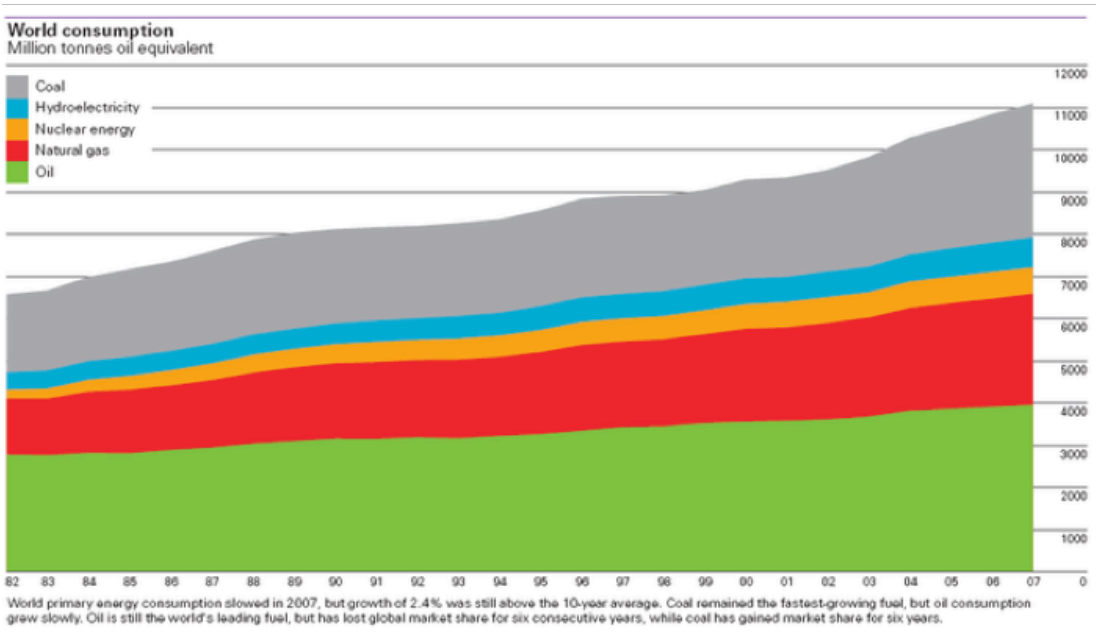
Les dades mostren que en els últims 18 anys hi ha hagut un augment espectacular en el consum d'energia a nivell mundial. Això es pot mantenir? La resposta a aquest interrogant passa per conèixer les fonts d'energia més importants utilitzades.

8,3	8,3	8,6	8,9	8,9	8,9	8,9	9,4	9,5	9,7	10	10,5	10,8	11,1	11,4	11,5	11,4	12
93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10

Font: BP Statistical Review of World Energy 2003 i 2011

Activitat 28

Feu una relació de les fonts d'energia que conegueu, i indiqueu la importància relativa que, al vostre parer, té cada una de les fonts.



Font: BP Statistical Review of World Energy 2008

(14) Gtep=10⁹TEP; tep: Tona equivalent de petroli, és a dir, l'energia obtinguda per la combustió d'una tona de petroli.

Junt al petroli, carbó i gas natural, que constitueixen les fonts primàries més importants, estan també els combustibles nuclears, i les fonts d'energia renovable (biomassa, hidroelèctrica, marees, eòlica, solar...).

Pel que fa a la importància d'aquests recursos el gràfic següent mostra el consum de les diferents fonts energètiques en els últims anys. L'única font d'energia renovable que es contempla en el gràfic és la hidroelèctrica, que suposa el 7,7% del total, si tenim en compte les altres fonts renovables, el percentatge total s'aproxima al 15%.

Activitat 29

El carbó, el petroli i el gas natural se'n diuen combustibles fòssils. Doneu alguna raó que justifique aquest nom.

El qualificatiu de "fòssil" fa referència al procés de formació d'aquests recursos naturals. Totes aquestes matèries primeres s'han format durant milions d'anys a partir de restes d'éssers vius (animals, plantes, plàncton marí, etc.) que es van dipositar en regions més o menys extenses, van ser coberts i sepultats per sediments o materials procedents de moviments geològics i, comprimits a altes pressions i temperatures en absència d'oxigen, es van descompondre per donar lloc al gas natural, el petroli o el carbó que usem en l'actualitat.

El ritme de producció natural de combustibles fòssils és increïblement lent, tan lent que considerem que les quantitats que existeixen en el planeta d'aquests recursos no es reposen. Tanmateix, quant de temps tardaran en esgotar-se al ritme actual d'extracció i consum?

Activitat 30

A la taula es presenta el consum anual i les reserves estimades dels combustibles fòssils. Completeu la taula i comenteu els resultats obtinguts en relació a les reserves disponibles.

Cosum mundial (2001) i reserves de combustibles fòssils (UNDP, 2000)			
Combustible	Consumo anual (Gtep)	Reserves provades (Gtep)	Durada estimada (anys)
Carbó	2,26	566	
Petroli	3,51	143	
Gas natural	2,17	138	

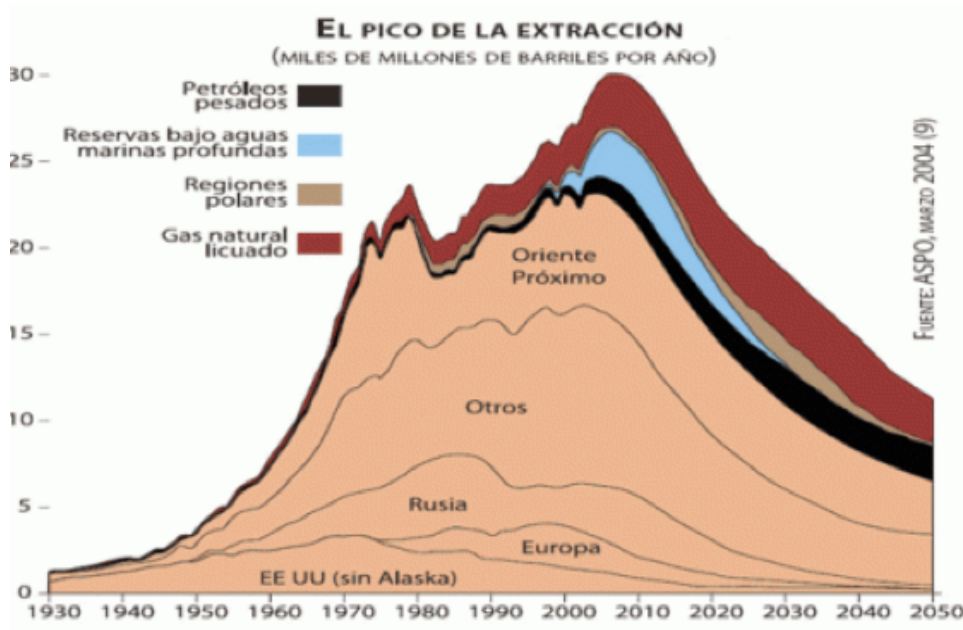
A la llum dels resultats podem pensar que no està justificada la situació d'alarma energètica. Disposem de petroli i de gas per unes dècades però no ocorre el mateix amb el carbó. Al consum actual, tenim carbó per a un parell de segles.

Activitat 31

Malgrat el resultat obtingut, els experts asseguren que el petroli no s'esgotarà en 40 anys i que hi haurà petroli per a centenars d'anys. Aporteu raons que justifiquen aquesta afirmació.

El gràfic adjunt, al voltant del qual hi ha un consens total entre els científics, mostra l'evolució en el consum de petroli des del 1930, i prediu quina serà l'evolució en el consum. El consum de petroli ha anat augmentant fins assolir un màxim, a principis del segle XXI. A partir d'aquest cim ocorrerà una disminució palatina.

La raó per la qual el consum no cau abruptament



ASPO, 2004

està relacionada amb el procés d'extracció i el preu de venda. El petroli soterrat no es troba acumulat en grans borses, sinó que ocupa els porus d'alguns tipus de roques. En els primers moments, quan obrim un pou, la gran pressió a què està sotmès llança el petroli a l'exterior. És així com surt al voltant de la tercera part del petroli total. Per a continuar extraient-lo hem d'injectar gas, com ara el CO_2 . A mesura que disminueix la quantitat de petroli al pou, major ha de ser la quantitat de gas injectada. De manera que la despesa econòmica va en augment. L'augment del preu del barril fa disminuir el consum alhora que fa econòmicament rendible l'extracció de petroli en condicions de major dificultat, i això explica les prediccions que disposem de petroli per a molt més de 40 anys.

Quan ens referim a l'esgotament del petroli, no es tracta només de la pèrdua d'un recurs energètic, sinó d'un material que s'usa per a la fabricació d'una multitud de materials sintètics: fibres, plàstics,

medicaments, etc., per l'obtenció dels quals hi ha molts pocs substituïts. L'efecte és doble: a més de quedar-nos sense una font d'energia estem privant-nos d'una valuosa matèria primera.

El fet de que ara per ara el petroli represente la font d'energia més usada, i que en uns pocs anys el preu del barril serà prohibitiu, planteja un problema a tota la humanitat. Els països pobres no disposaran de l'energia necessària per a incorporar-se als països rics, però aquests tampoc no podran mantenir el nivell de vida actual. Què podem fer al respecte? La ciència disposa de solucions?

Activitat 32

Apunteu alguns dels reptes a què s'enfronta la ciència per tal d'evitar un col·lapse energètic, que segurament originaria conflictes socials.

Curt i ras, les propostes són tres: substituir el petroli i

el gas per altres fonts d'energia renovables, estalviar en el consum i millorar l'eficiència ⁽¹⁵⁾ dels aparells que consumeixen energia.

A l'hora d'analitzar la seua validesa, començarem per les fonts d'energia distintes del petroli i el gas.

Sent així que disposem de reserves per a 200 anys, per què no usem amb major intensitat el carbó? Si en els països més desenvolupats està disminuint el carbó com a combustible de centrals tèrmiques, això no és així a la Xina i a l'Índia, i això a causa, principalment, que és molt econòmic. El carbó, però, presenta alguns inconvenients. Per un costat, la combustió del carbó sol anar acompanyada de la formació de SO_2 i NO_x , gasos altament contaminats. Tanmateix, s'han desenvolupat tecnologies que se'n diuen de carbó net i que permeten reduir les emissions a l'atmosfera de pràcticament el 100% d'aquests gasos. L'altre inconvenient és que el carbó és el combustible que emet una major quantitat de CO_2 a l'atmosfera per unitat d'energia proporcionada, i el CO_2 és el gas que en major mesura contribueix a l'escalfament terrestre (cosa que veurem posteriorment).

Una altra font d'energia és la controvertida nuclear (de fissió). A més dels accidents que puguin ocórrer, i que causen un gran impacte i temor en la població, l'inconvenient més destacable de les centrals nuclears són els residus que originen. En tractar-se de materials amb una elevada activitat nuclear han de ser emmagatzemats i controlats durant centenars d'anys. Pel que fa als avantatges direm que, a excepció feta de la hidroelèctrica, la nuclear

és la que produeix electricitat a un menor cost. A més, està que aporta una molt baixa quantitat de CO_2 per unitat d'energia elèctrica produïda. Pel que fa als recursos disponibles, disposem de reserves d'urani per uns quaranta anys. A això hem d'afegir que s'han desenvolupat reactors que utilitzen combustibles mixtos d'urani i plutoni, i altres que generen combustible a l'hora que el consumeixen. Pel que fa al temor de la gent a les fuites de materials radioactius, admetent que sempre hi haurà un risc d'accident, la seguretat de les instal·lacions ha augmentat extraordinàriament en els últims 40 anys. Tot i això, accidents com el de Txernòbil deixaran àrees de centenars de km^2 altament contaminades durant molt de temps i milers de persones afectades.

Per què no utilitzar en molta major mesura l'energia hidràulica? Les centrals hidroelèctriques produeixen electricitat a partir de l'energia potencial d'aigua embassada. Es tracta d'una energia neta, ni esgota recursos ni origina productes contaminants. Pel que fa als desavantatges sent importants els trasllats de població que sol exigir la construcció d'un embassament i també el fet que la construcció de la presa pot suposar un gran consum d'energia, el principal inconvenient està en l'orografia: ha d'haver salts d'aigua i les condicions del terreny són les que són i ben poca cosa podem fer per canviar-les. A hores d'ara, l'energia hidroelèctrica pràcticament ha tocat sostre en quasi tots els països.

En els últims anys la utilització de molins de vent, més ben dit aerogeneradors, ha experimentat un fort impuls. En contra d'allò que se sol pensar no és una font d'energia totalment respectuosa amb el medi ambient, així, per exemple, els molins sovint s'han d'instal·lar en llocs difícilment accessibles que exigeixen l'obertura de camins, l'estructura és molt pesada i això exigeix una forta cimentació... tot i això s'ha de dir que després de la hidroelèctrica és

(15) Mentre l'eficàcia sols té a veure amb l'obtenció d'un producte, l'eficiència té en compte també els recursos utilitzats.

la tecnologia que origina una menor quantitat de CO_2 per unitat d'electricitat aportada. El principal inconvenient, però, d'aquesta tecnologia és que es genera en zones allunyades dels llocs de consum, la qual cosa obliga a construir grans xarxes elèctriques per transportar-la. A més, la producció d'electricitat està condicionada no sols que bufe el vent sinó que ho faci amb velocitat superior a un valor llindar però sense superar un valor màxim. Una velocitat excessiva pot alterar l'estabilitat de l'estructura. Aquesta incertesa planteja problemes pel que fa al subministrament regular d'electricitat a la xarxa, de manera que s'aconsella que la contribució de l'energia eòlica al total d'energia no supere el 20%. En alguns països l'energia eòlica ha experimentat un avenç espectacular en els últims anys i això pel fet d'haver desenvolupat materials més lleugers i resistent amb els quals construir els aparells. Actualment, els avenços se centren en la millora en la predicció del vent i en disposar d'aerogeneradors capaços de funcionar amb vents molt irregulars.

En relació a aprofitar l'energia solar distingirem entre la termosolar i la fotovoltaica. Els horts solars consisteixen en grans extensions ocupades per espills que segueixen el moviment del Sol. La llum concentrada escalfa aigua a altes temperatures. El vapor obtingut mou una turbina, igual que ocorre en la resta de centrals tèrmiques.

Els panells fotovoltaics converteixen directament la llum solar en electricitat. Actualment, la contribució de la fotovoltaica al total de l'electricitat és purament testimonial. La contribució de la termosolar és un poc major. El gran desavantatge d'ambdues és l'elevada despesa econòmica per unitat d'energia proporcionada. La fotovoltaica és la tecnologia a què se li presagia un futur més prometedori. Les esperances estan dipositades sobre tot a trobar materials sensibles a la radiació no visible ja que això podria augmentar molt significativament el rendiment del procés de conversió de l'energia solar en elèctrica.



Central fotovoltaica de Beneixama

Està també la biomassa, que actualment suposa un 10% del consum mundial. Davant l'escassetat del petroli i els problemes mediambientals que suposa l'emissió de gasos d'efecte hivernacle, han aparegut els biocombustibles, és a dir, combustibles com ara l'etanol, que s'obtenen a partir de residus vegetals, i que en un primer moment foren vistos com el remei per a tots els mals. Tanmateix, l'encariment de l'alimentació que originaren com a conseqüència de destinar una part de les produccions agrícoles a l'elaboració de l'alcohol, així com la publicació de diversos estudis que qüestionen fortament la seua neutralitat respecte de les emissions de gasos contaminants, ha abaixat l'eufòria dels primers moments. Les investigacions actuals estan encaminades a l'obtenció de combustibles diferents a l'alcohol, com ara, biodièsel o propà, i també a la millora dels processos de conversió de biomassa (particularment, els residus vegetals) en biocombustibles.

Ens referirem, per últim, a l'hidrogen. El gas hidrogen pot reaccionar amb l'oxigen per combustió convencional i, també, en piles de combustible. A més de ser molt poc contaminant, un quilogram d'hidrogen produeix una gran quantitat d'energia, ara bé, en tractar-se d'un gas, es requereix un volum molt elevat per disposar d'una quantitat d'energia considerable. Actualment, les investigacions es dirigeixen a la recerca d'aliatges que permeten emmagatzemar-lo en forma d'hidrurs sense fer massa pesat el vehicle, camp on la nanotecnologia pot jugar un paper important. Un inconvenient és que l'hidrogen no és una font primària d'energia, no es presenta lliure en l'escorça terrestre, i l'hem d'obtenir, a partir d'aigua, metà, amoníac... i açò requereix quantitats molt considerables d'energia, fins al punt que els processos totals són negatius pel que fa a l'energia emprada. En aquest sentit, les investigacions estan encaminades a l'obtenció

d'hidrogen per electròlisi de l'aigua i això a partir de l'electricitat generada per energia fotovoltaica o eòlica.

Si, pel que fa a l'electricitat, no disposem d'alternatives tan rendibles com fins ara ho ha estat el petroli i, en general, els combustibles fòssils, en el cas del transport ⁽¹⁶⁾ la situació és molt més greu, i això perquè la gasolina és un producte que produeix una elevada quantitat d'energia per cada quilogram consumit, la qual cosa la fa difícilment reemplaçable. Bàsicament, les mesures a adoptar es redueixen a l'estalvi d'energia i a l'augment de l'eficiència.

Activitat 33

Proposeu mesures que reduïsquen el consum d'energia.

Tot i que són nombroses les mesures que es poden dur a terme per estalviar energia: disminuir la il·luminació de les ciutats i autovies, augmentar l'aïllament dels habitatges, ús del transport públic... hem de ser conscients de la controvèrsia que de vegades envolta aquest tipus d'accions. Alguns exemples els podem trobar en la campanya publicitària duta a terme pel Ministeri d'Indústria en relació a la limitació de la velocitat dels vehicles com a mesura per estalviar petroli, on es mostren clarament posicions enfrontades o en l'argument d'acord amb el qual els efectes que poden tindre les petites accions ciutadanes són mínims comparats amb l'estalvi que produiria un canvi en el model industrial, consumidor de la major part de l'energia

(16) El transport consumeix aproximadament les dues terceres parts del petroli i la tercera part de l'energia total.

del planeta. A més, hem de tindre en compte que l'estalvi d'energia no solucionarà el problema de l'esgotament del petroli, encara que sí que contribuirà a allargar la seua durada.

Una altra acció, que havíem comentat amb anterioritat i que afecta directament a la investigació i desenvolupament, consisteix en la millora de l'eficiència de les màquines. Les màquines actuals donen millors resultats que les antigues, poden fer major treball en menor temps, estan més automatitzades... podem assegurar que són més eficients pel que fa a la tasca que desenvolupen però, són energèticament més eficients?

Activitat 34

Ordeneu, segons l'ordre d'eficiència energètica, les màquines següents: primera màquina de vapor (construïda per Newcomen en 1712), màquina de tren a vapor, motor Dièsel, cos humà, motor de gasolina.

Tecnologia	Rendiment energètic (%)
Màquina de vapor de Newcomen (1712)	2
Tren de vapor (carbó com a combustible)	10
Màquina de vapor (1880)	17
Cos humà	25
Màquina de combustió interna (a gasolina)	25
Màquina de combustió interna (Dièsel)	35

A la taula s'indiquen les millores en l'eficiència d'algunes màquines. Cal parar atenció, també, a altres avenços tecnològics com, per exemple, l'aplicació de la robòtica a la llar, els ordinadors, etc., des del punt de vista de l'eficiència energètica. Si ens acostem a tendes d'electrodomèstics o grans

magatzems podrem observar que, per als diferents electrodomèstics, a més de les característiques tècniques se'ns facilita com a consumidors la seua eficiència energètica. Fa uns anys els aparells més eficients es catalogaven amb la lletra A, actualment ja podem trobar etiquetes amb la qualificació A+ i fins i tot A++. Pel que fa a ordinadors, telèfons mòbils i aparells que funcionen amb bateries, la durada d'aquestes és una informació fonamental a l'hora de decidir-nos per la compra d'una determinada marca i model. Aquests fets posen de manifest la importància que actualment té l'eficiència energètica a l'hora de dissenyar i posar a la venda nous aparells elèctrics.

Actividad 35

El consum energètic dels vehicles de transport ha disminuït considerablement en els últims anys. Feu una recerca que mostre com s'ha aconseguit aquesta millora en l'eficiència.

La reducció del consum s'ha aconseguit, principalment, a partir de la gestió electrònica dels processos de combustió, basada en xarxes de petits sensors connectats a processadors.

En aquest camp hi ha una gran confiança en el desenvolupament de la nanotecnologia. S'espera que les investigacions en aquest camp no només milloraran la gestió del consum, sinó que també permetran, per exemple, l'obtenció de materials més lleugers i resistents.

Una millora en l'eficiència ha vingut de la mà dels cotxes elèctrics, encara que ara com ara, no són econòmicament rendibles. A més de proporcionar una autonomia escassa, les bateries

que s'utilitzen són pesades. En aquest camp, les investigacions nanotecnològiques estan dirigides al desenvolupament de bateries de menor pes, menor temps de recàrrega i que proporcionen una major autonomia.

Activitat 36

A la vista de les activitats anteriors, feu una síntesi breu que mostre les aportacions de la ciència en relació a l'esgotament del petroli.

Resumidament, com a resultat dels avenços científics i tecnològics s'han reduït les emissions dels gasos formats en la combustió del carbó, s'han posat en funcionament les centrals de cicle combinat, el rendiment de les quals és bastant superior al de les centrals tèrmiques convencionals, s'ha fet viables la construcció de parcs eòlics, s'ha millorat el rendiment i la seguretat de les centrals nuclears... També, s'han fet avenços en relació a l'aprofitament de l'energia solar, i s'ha millorat l'eficiència dels processos, però hem d'acceptar que no disposem ni de bon tros d'una solució relativament acceptable. És més, convé qüestionar la visió optimista, àmpliament estesa entre la població, segons la qual, la ciència resoldrà tard o d'hora aquest problema. Es tracta d'una falsa creença sobre les possibilitats de la ciència i que es basa en tenir presents, únicament, els èxits de la mampresa científica. Per descomptat, els científics i enginyers s'han d'encarar a aquests problemes, però ningú pot assegurar-ne l'èxit. Instructiu en aquest sentit és un dels textos de I. McEwan de l'Annex 1.

4.2

EL CANVI CLIMÀTIC

En diverses ocasions ens hem referit als efectes nocius per al medi que suposa la utilització de combustibles fòssils. En concret podem apuntar la boira que se sol formar sobre les grans ciutats en els períodes d'alta pressió atmosfèrica, l'abocament en alta mar de petroli per part dels petroliers, la pluja àcida... i, per descomptat, el canvi climàtic.

El canvi climàtic és una notícia recurrent en els mitjans de comunicació. Per l'espai que li dediquen els mitjans de comunicació hauríem de concloure que el canvi climàtic és un dels problemes més greus que té plantejada la humanitat. Per descomptat, que si el clima del planeta canviara tindria repercussions econòmiques, socials... d'una gran transcendència. Ara bé, convé encarar-nos al problema del canvi climàtic amb esperit científic. En concret, podem assegurar que estem assistint a un canvi climàtic? Què diu la ciència al respecte? I, si és així, què podem fer per eixir-ne al pas?

4.2.1 PODEM PARLAR D'UN CANVI CLIMÀTIC?

Activitat 37

Imagineu que heu de convèncer els vostres coneguts sobre l'existència o no d'un canvi climàtic, quines coses els diríeu?

El fet que contínuament estem sentint expressions de l'estil a “els últims estius han sigut molt calorosos”, “la darrera primavera va ser la més plujosa en molts anys”, “en el mes d'abril s'han mesurat temperatures de ple estiu”, ens fa pensar que estem assistint a un canvi en el clima. Hem de reconèixer, però, que no ens podem deixar portar per les nostres intuïcions: els aspectes meteorològics “anormals” s'han donat

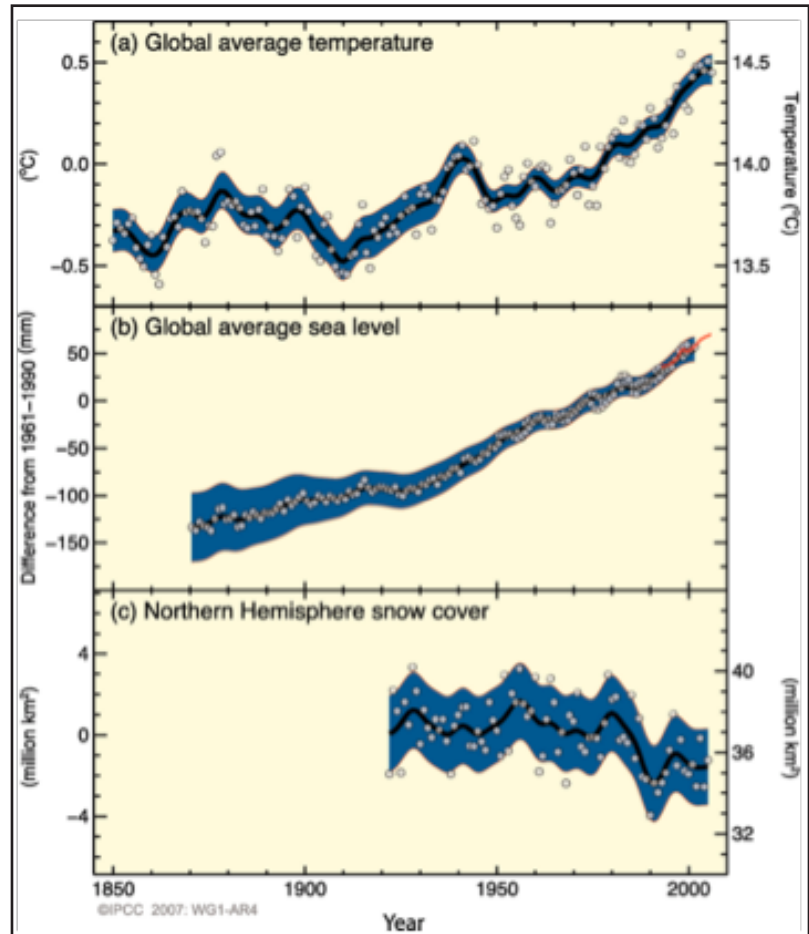
sempre. La memòria sol ser traïdora i les persones solem recordar sobretot els fets extraordinaris: els dies de fred o de calor intensos, els períodes de grans precipitacions o de sequera, etc. És per això que la confirmació d'un canvi climàtic requereix recórrer a dades més objectives que no les simples percepcions.

Les característiques climàtiques del planeta es refereixen a grans períodes temporals (diuen ben poca cosa respecte del comportament meteorològic, que en una zona concreta ocorre en un temps curt, com ara uns pocs anys), inclouen molts aspectes (temperatura, humitat, precipitacions, tempestes, règim de vents...), i són molt diferents d'unes zones a altres. Tot açò palesa la complexitat de la pregunta abordada i la necessitat de recórrer a dades procedents de moltes zones del planeta i que han estat objecte de registres sistemàtics durant dècades.

Activitat 38

Els gràfics mostren l'evolució de la temperatura mitjana del planeta, del nivell de la mar i de la superfície coberta de neu en l'hemisferi nord (mesos de març i abril), des que disposem de dades mesurades directament. Interpreteu aquests gràfics.

- L'augment de la temperatura mitjana del planeta al llarg del segle XX és de $(0,74 \pm 0,18)^\circ \text{C}$.
- El nivell mitjà de la mar ha pujat, al llarg del segle XX, entre 10 i 20 cm.



Evolució de la temperatura, nivell de la mar i coberta de neu en l'hemisferi Nord (IPCC (17) , 2007)

(17) Es tracta d'un grup establert conjuntament per l'Organització Meteorològica Mundial i el Programa de les Nacions Unides per al Medi Ambient, al 1988, amb l'encàrrec d'analitzar la informació científica necessària per tal d'abordar el problema del canvi climàtic i avaluar les conseqüències mediambientals i socioeconòmiques i de proposar estratègies de resposta. L'últim informe elaborat per aquest grup fou al 2007 i en ell participaren més de 2.500 científics de més de 100 països distints.

- Ha tingut lloc una disminució considerable en l'extensió de la capa de neu des de finals de la dècada dels 60.
- Hi ha hagut una recessió generalitzada de les glaceres de muntanya en els regions no polars al llarg del segle XX.
- La capa de gel àrtica ha disminuït des de mitjans del segle XX.
- En les zones tropicals i subtropicals terrestres hi ha hagut canvis en el règim de precipitacions.
- Ha augmentat el vapor d'aigua total en la troposfera.

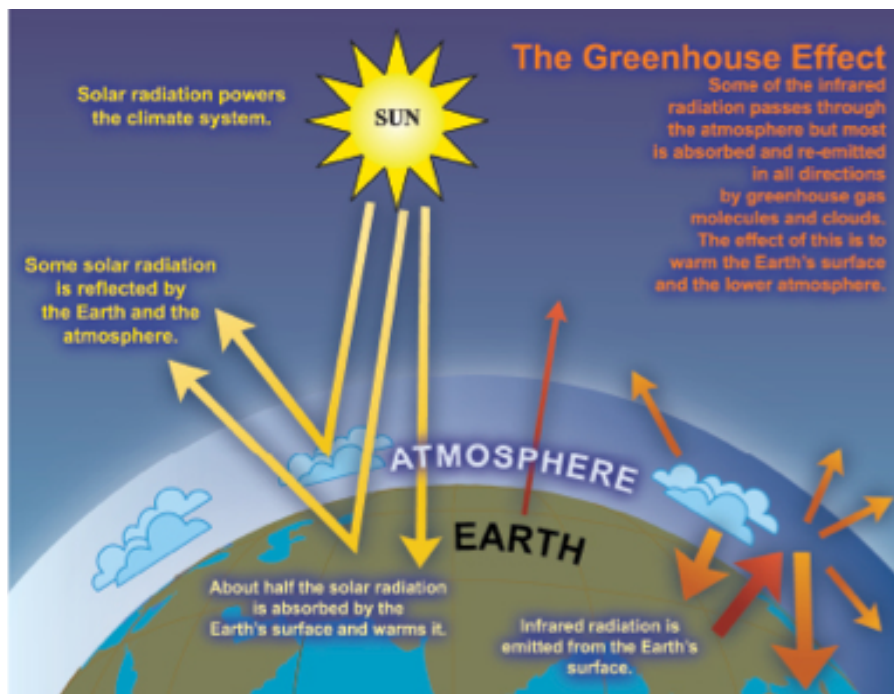
Tot açò porta a l'IPCC a concloure, d'una manera inequívoca, que estem assistint a un escalfament del sistema climàtic. Tanmateix, hem de reconèixer que no es tracta d'un fet tan extraordinari: el clima de la Terra canvia regularment. La qüestió important és la de la causa del canvi. Concretament, el canvi és causat per activitats humanes o és atribuïble a causes naturals. La precisió és important, ja que en el primer cas podem adoptar mesures si el volem mitigar, però si l'origen és natural, aleshores ben poca cosa podem fer al respecte.

Per tal d'acotar el problema ens centrarem en l'augment de temperatura, i això perquè podem suposar que, en gran mesura, és el desencadenant de tots els altres.

4.2.2.CAUSES DE L'ESCALFAMENT

Activitat 39

A l'hora d'explicar l'escalfament terrestre, s'ha apuntat l'augment en la concentració dels gasos que contribueixen a l'efecte hivernacle. Expliqueu en què consisteix aquest efecte i quins són els gasos principals que l'origen.



Model idealitzat de l'efecte hivernacle (IPCC)

A grans trets podem dir que un poc més de la meitat de l'energia del Sol que arriba al planeta és infraroja, IR, i la major part de la resta és radiació visible. Al voltant del 50% d'aquesta energia, en assolir la superfície, és absorbida per la Terra. Un 20% és absorbida per l'atmosfera, i el 30% restant es reflectida pels núvols, neu, arena i altres materials.

Igual que qualsevol altre objecte calent, la Terra emet energia; de fet, la quantitat d'energia que absorbeix el planeta i la quantitat que emet hauria de ser la mateixa, si la temperatura no canviara. Segons les dades de què disposem, la temperatura mitjana hauria de ser d'uns -18°C . El fet que la temperatura mitjana del planeta siga bastant superior, 15°C , és atribuïble a allò que se'n diu efecte hivernacle.

Com hem dit, l'energia que ens arriba del Sol és bàsicament visible i infraroja (IR). En canvi, la radiació emesa pel nostre planeta és solament infraroja, la qual és, temporalment, absorbida per alguns gasos de l'atmosfera (CO_2 , el més important, CH_4 , NO_x i gasos fluorats). Després, torna a ser reemesa. Com que aquesta reemissió ocorre en totes les direccions, no tota l'energia absorbida per alguns gasos de l'atmosfera escapa a l'espai exterior: una

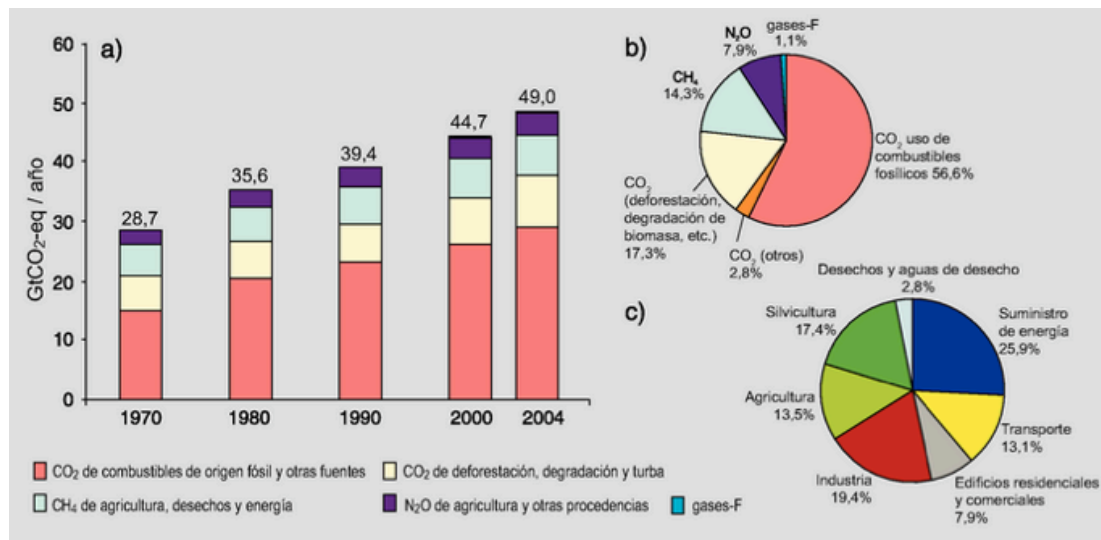
part torna a la Terra i és reabsorbida, sobreescalfant la superfície i l'aire.

L'efecte d'hivernacle és per tant, i en contra d'allò que se sol creure, un fenomen natural gràcies al qual la temperatura mitjana del planeta és la idònia per al desenvolupament i manteniment de la vida.

Activitat 40

Busqueu dades que palesen que l'augment de la temperatura mitjana terrestre pot ser causada per l'augment de la concentració dels gasos d'efecte hivernacle.

Per tal de donar suport a aquesta suposició hem de veure l'evolució de la concentració dels gasos d'efecte hivernacle en l'atmosfera des que disposem de dades directes, 1970.



a) Emissions anuals mundials de GEH antropogènica entre 1970 i 2004.5 b) Part proporcional que representen diferents GEH antropogènics respecte de les emissions totals en 2004, en termes de CO₂ equivalent. c) Part proporcional que representen diferents sectors en les emissions totals de GEH antropogènics en 2004, en termes de CO₂ equivalent. (En el sector silvicultura s'inclou la desforestació). (IPCC, 2007)

L'augment de les concentracions dels GEH, fa que siguin els principals sospitosos de l'augment de temperatura que ha tingut lloc en els últims anys. L'IPCC, en l'informe de 2007, indica que hi ha més d'un 90% de probabilitats que almenys una part de l'escalfament siga atribuïble a activitats humanes. Convé reflexionar mínimament sobre el significat d'aquesta dada perquè pot ser fàcilment mal interpretada. En primer lloc, la dada forma part d'un informe científic, i el dubte i la incertesa, i no la certesa absoluta, són característiques genuïnament científiques. No és adequat veure en el 90% de probabilitats un senyal de debilitat, és més bé un símptoma de solvència científica. Més important és el fet que en els informes successius, l'IPCC han anat augmentant la seguretat en un origen antròpic del canvi climàtic. Si a l'informe del 2001, adjudicava més d'un 66% de probabilitats, en el de 2007 era de més del 90%.

Els dubtes provenen principalment de la ignorància sobre el comportament dels núvols. L'augment de la concentració del CO₂ hauria de suposar, a causa de l'efecte hivernacle, un augment de la temperatura del planeta, però això sempre i quan no intervingueren altres factors, cosa que sí que ocorre. L'escalfament de l'oceà fa que s'evapore més aigua. En ser el vapor d'aigua un gas d'efecte hivernacle, la temperatura augmenta més encara. Els models elaborats prediuen que la retroalimentació positiva del vapor d'aigua hauria de duplicar l'efecte hivernacle. Ara bé, més vapor d'aigua podria suposar una major nuvolositat, la qual reflectiria més llum solar i reduiria l'escalfament, de manera que la retroalimentació seria negativa.

La utilització del condicional "podria suposar" és causada al fet que sabem ben poca cosa sobre la formació i efectes dels núvols. És per això que no

podem assegurar amb total rotunditat que el CO₂ faça augmentar la temperatura. Els núvols podrien compensar l'efecte dels GEH i l'escalfament seria atribuïble a causes naturals desconegudes.

Activitat 41

Tenint present que, segons l'IPCC, hi ha un 10% de probabilitat que l'escalfament terrestre no siga causat per les activitats humanes, reflexioneu sobre la conveniència o no, de reduir les emissions de CO₂.

Davant la impossibilitat de poder atribuir, amb el 100% de seguretat, que l'escalfament terrestre és causat per l'increment dels GEH, uns pocs proposen no prendre mesures al respecte (és allò de no posar la bena abans de la ferida), sobretot perquè els efectes a curt termini de les reduccions en el consum dels carburants fòssils poden repercutir considerablement en la vida de milers de milions de persones (principalment les que viuen en els països desenvolupats).

Tanmateix, són majoria els que creuen que una probabilitat del 90% és massa gran com per a no fer res. Aquests apunten que la passivitat pot ser pitjor que el temut perjudici econòmic que suposaria una precaució excessiva, i és que si esperem a disposar de models fiables per a prendre decisions potser ens trobem amb la desagradable sorpresa que aquests models només serveixen per a explicar allò que ha passat. A més, de no prendre mesures, i confirmar-se la sospita, la llarga vida mitjana dels GEH farà que els seus efectes es noten durant molt de temps, de manera que no es tracta d'un problema de present sinó, també, de futur. Aquest principi de prudència ha portat els dirigents de molts països a elaborar acords per tal de disminuir les emissions de CO₂.

Activitat 42

Si l'augment de la temperatura mitjana del planeta en l'últim segle, 0,77 °C, sembla molt modesta, les prediccions fetes pel IPCC per als pròxims cinquanta anys, entre 1,6 °C i 5,5 °C, causaran canvis importants en les societats. Hem de prendre mesures per tal d'eixir al pas d'aquest augment. Proposeu-ne algunes.

Les mesures passen per substituir els combustibles fòssils per altres que no emeten GEH i per reduir-ne les emissions. Convé destacar la utilització de cotxes elèctrics, l'energia solar, la de fusió, així com evitar l'ús del carbó... Més interès té impulsar l'estalvi d'energia a partir de l'augment de l'eficiència (frigorífics i bombetes de baix consum, pintar els habitatges amb els colors adequats, aïllar les vivendes, fabricar cotxes menys pesats...).

Per tant, al greu problema de la escassetat de recursos energètics i de la recerca de noves fonts d'energia per tal de poder disposar d'energia abundant i neta per a mantindre el nivell de vida adquirit, hem d'afegir les innegables conseqüències mediambientals que comporta el desaforat consum energètic actual.

Resumidament, les respostes als dos grans problemes que ara per ara té plantejats la humanitat passen necessàriament per l'estalvi energètic, per prendre accions tan a nivell individual com col·lectiu, canviar l'estil de vida, etc.



5. hem de posar límits a la
ciència? problemes ètics que
plantegen els avenços científics

Des que a finals del segle XIX es prenguera consciència de les potencialitats pràctiques dels avenços científics, l'aplicació d'aquests avenços ha anat en augment exponencial, fins al punt, que hui en dia, la immensa majoria de les investigacions busquen una utilitat pràctica que compense econòmicament el finançament de l'activitat científica.

El vessant útil del progrés científic ha preocupat, i preocupa, els investigadors, però també la societat. Com a conseqüència la ciutadania té una actitud ambivalent davant la ciència. Per una banda, ha posat en ella les esperances en unes condicions de vida més confortables i en una millor comprensió del món. Però, per un altre costat, s'ha originat també una certa prevenció, sinó temor, front a l'avenç científic. Per descomptat, a aquesta imatge han contribuït fortament els mitjans de comunicació, que sovint han ressaltat allò que, en un moment donat, resultava més cridaner, sense fer matisacions o mostrant l'existència de punts de vista diferents.

El fet que el desenvolupament científic exercisca una tant decisiva influència en la vida de les persones i que els interessos dels diferents sectors de les societats siguin distints, mostra que té sentit que ens plantegem si hem de posar límits a aquest desenvolupament. Com va dir algú: *“La recerca científica és bona i necessària. Però, cal estar atents a l'ús que algú podria arribar a fer-ne quan aquests avenços toquen de prop la biologia i la psicologia humanes, perquè fóra possible de manipular-les i d'atemptar contra la dignitat, la llibertat i els drets de la persona. Cal estar atents, també, quan els avenços de la ciència i de la tècnica faciliten l'escalada armamentística, que afecta negativament els ésser humans no sols posant en perill la seva integritat física i la seva vida o les de les persones*

estimades, sinó també la superació de la misèria mundial”. (18)

Està justificat, per tant, abordar els aspectes ètics que van de la mà de les investigacions científiques.

Activitat 43

Assenyaleu camps de la ciència on no es pugen passar per alt els aspectes ètics associats.

Els enfrontaments entre ciència i ètica s'han donat sempre, però va coincidir amb el final de la 2a guerra mundial, quan adquiriren la rellevància actual. La carrera per la bomba atòmica i el desenvolupament armamentístic posterior, al costat de l'adveniment de la biologia molecular i la possibilitat de manipular la vida, van establir una nova realitat en l'àmbit científic mundial. Les investigacions relacionades amb les altes energies o amb la pròpia vida (incloent la humana) han suposat vertaderes revolucions científiques i al mateix temps han posat de manifest que la ciència no és una activitat neutral ni innòcua. Com qualsevol altra activitat humana es mou també per interessos i per tant es veu abocada a interaccionar amb l'ètica.

En aquest lloc ens limitarem a tractar dos aspectes: la ciència i el desenvolupament armamentístic i l'enginyeria genètica.

(18) P. JOSEP M. SOLER, Abat de Monserrat, amb motiu de la inauguració de la 10a Setmana de la Ciència, celebrada el 4 de novembre de 2005 al Parlament de Catalunya.

5.1

la ciència i el desenvolupament armamentístic

Si en la 1a guerra mundial alguns científics prengueren part activa en el conflicte (esmentarem, a tall d'exemple, la decidida participació de Haber en la fabricació i utilització de gasos irritants i verinosos), en la segona guerra mundial es produeix la incorporació definitiva de la ciència en la guerra, tant és així que es parla de la «militarització» de la ciència (sense anar més lluny, el radar fou desenvolupat tècnicament pels anglesos per tal de defensar-se de l'atac dels bombarders alemanys i en el projecte Manhattan participaren centenars de científics). Ací ens centrarem en el desenvolupament de la bomba atòmica durant la segona guerra mundial.

Al 1938, els físics intuïren la possibilitat de provocar reaccions nuclears en cadena enormement explosives. Al 1939, es declarava la segona guerra mundial. Alemanys i nord-americans prenen consciència d'allò que suposarà per al desenllaç del conflicte disposar de la 1a bomba atòmica.

Conscients de la gravetat de l'assumpte, un grup de físics, encapçalats per Szilard d'origen hongarès però que havia emigrat a Estats Units, es dirigeixen a Einstein per tal de proposar-li que escriga una carta a Roosevelt exposant-li la seua preocupació.

Activitat 44

Feu un resum de la carta que Einstein va enviar, el 1939, a Roosevelt, president dels Estats Units.

“Treballs recents d'E. Fermi i L. Szilard, que m'han estat comunicats en manuscrit, em fan esperar que l'element urani puga convertir-se en una nova i important font d'energia en el futur immediat. Certs aspectes de la situació que s'ha produït exigeixen que se la vigile

acuradament i, si cal, que l'Administració actue ràpidament. Crec, per tant, que és el meu deure cridar la seua atenció sobre els següents fets i recomanacions:

En el curs dels últims quatre mesos s'ha fet probable -a través del treball de Joliot a França, i el de Fermi i Szilard a Amèrica- que puga establir-se una reacció nuclear en cadena en una gran massa d'urani, mitjançant la qual es generarien vastes quantitats d'energia i grans quantitats de nous elements de l'estil al radi. Sembla ara quasi segur que això es podria aconseguir en el futur immediat.

Aquest nou fenomen conduiria també a la construcció de bombes i és concebible -encara que molt menys segur- que d'aquesta manera es puguen construir bombes d'un nou tipus extremadament poderoses. Una sola bomba d'aquest tipus, transportada en vaixell i explosionada en un port, podria molt bé destruir tot el port junt a una part del territori que l'envoltara. Tanmateix, tals bombes podrien ser massa pesades com perquè se les poguera transportar per aire.

Estats Units només té jaciments molt pobres d'urani en quantitats moderades. Hi ha algun bon jaciment al Canadà i en l'antiga Txecoslovàquia, mentre que la font d'urani més important es troba al Congo belga.

En vista d'aquesta situació, potser puga vostè considerar aconsellable que hi haja algun contacte permanent entre l'Administració i el grup de físics que treballen en reaccions en cadena als Estats Units. Una forma possible d'aconseguir això seria que vostè confiara aquesta tasca a una persona de la seua confiança i que tal vegada poguera servir

de manera no oficial. La seua missió podria consistir en el següent:

a) Contactar amb els departaments governamentals, mantenir-los informats dels desenvolupaments que es produeixen i presentar recomanacions per a accions del Govern, parant atenció particular al problema d'assegurar el subministrament d'urani als Estats Units.

b) Accelerar el treball experimental que en l'actualitat s'està desenvolupant dins dels límits dels pressupostos dels laboratoris universitaris, proporcionant fons, en el cas que foren necessaris, a través dels seus contactes amb persones que desitgen fer contribucions a aquesta causa, i potser també obtenint la cooperació de laboratoris industrials que disposen dels equips necessaris.



Einstein i Szilard

Entenc que Alemanya ha detingut en l'actualitat la venda de l'urani de les mines txecoslovaques de les quals ha pres el control. Qui haja adoptat aquesta acció tan prompte

pot tal vegada ser entesa basant-nos en que el fill del subsecretari d'Estat alemany, Von Weizsäcker, està associat a l'Institut Kàiser Guillem de Berlín on s'estan repetint alguns dels treballs americans sobre l'urani".

Activitat 45

Aquesta carta està en els orígens del Projecte Manhattan, feu una recerca per tal d'esbrinar en què consistí aquest projecte.

Activitat 46

Feu una ullada a la situació mundial al 1939 i valoreu l'escrit d'Einstein.

La construcció i llançament de les dues bombes atòmiques sobre Hiroshima i Nagasaki no només suposaren el final de la guerra, en paraules de Sánchez Ron:

"Con la rendición de Japón terminaba la Segunda Guerra Mundial, una guerra ya ganada en realidad por entonces. Pero si una puerta (problema) se cerraba, otra se abría. La disponibilidad de armamento atómico condicionaría en lo sucesivo las relaciones políticas internacionales entre las grandes potencias, lo que es tanto como decir que la vida en una gran parte del planeta se vería afectada. La ciencia, sin la cual no se habría podido crear semejante instrumento también sentiría en su piel las consecuencias". (19)

Activitat 47

Assenyaleu algunes de les contribucions més significatives fetes per la ciència i la tecnologia al desenvolupament armamentístic al llarg del segle XX.

(19) SÁNCHEZ RON, J.M. 2007. *El poder de la ciencia. Crítica*: Barcelona.

5.2

l'enginyeria genètica

Una de les problemàtiques que més preocupa la població és tot allò relacionat amb els avenços en genètica, biotecnologia, clonació, etc.

Activitat 48

Llegiu el document següent i assenyalen-ne el fet principal. Descriviu-ho amb les vostres paraules. Indiqueu a quina conclusió arriba l'autor i expresseu la vostra opinió al respecte.

“Al començament del segle XXI, la immensa majoria dels ciutadans europeus veuen amb recel els avenços de la ciència. Obliden que bona part de l'alt nivell de vida de la nostra opulenta societat occidental s'ha aconseguit gràcies al suport decidit durant els últims segles a la investigació bàsica i a les conseqüències tecnològiques d'aquest suport. No cal sinó recordar l'exemple de la penicil·lina o el desenvolupament dels mètodes d'esterilització dels aliments que han salvat de la mort milions de persones, alhora que han incrementat en uns quants anys l'esperança de vida de l'Homo sapiens. Tots els milers d'aportacions beneficoses de la ciència a la nostra qualitat de



vida actual s'obliden, quan no es desconeixen. Al contrari, es recorden fins a la societat els pocs exemples d'efectes negatius dels avenços científics utilitzant icones com la talidomida o el DDT.

La investigació científica i les seues aplicacions tecnològiques tenen mala premsa en la UE i els seus ciutadans veuen amb desconfiança i dubtes el treball dels científics, sobretot en determinades àrees d'investigació amb implicacions ètiques. A aquest ambient tan desfavorable contribueixen en gran mesura molts grups religiosos i alguns col·lectius socials amb actituds pseudoreligioses...

En la indústria agroalimentària europea aquesta situació d'oposició a les noves tecnologies ha assolit cotes sorprenents. Evidentment, hi ha contribuït notòriament la pèssima gestió política de les crisis alimentàries de la dècada dels noranta que van afectar una societat que es pensava, i continua ingènuament pensant-se, que el risc zero en l'alimentació existeix. Les aplicacions de les tecnologies genètiques a l'agroalimentació es perceben com una cosa innecessària i perillosa. La realitat és ben distinta. Només l'avenç de l'aplicació d'aquestes noves tecnologies i la globalització que se'n faça ens permetrà arribar a final del segle XXI oferint a tots els consumidors del planeta aliments més sans i segurs. Perquè ho entenguen, els ciutadans europeus haurien de reflexionar sobre els canvis en la demografia i la productivitat agrícola en els últims dos-cents anys. Recordem que el 1880 habitaven el nostre planeta 800 milions de persones i la superfície ocupada per ciutats o terres de cultiu a penes passava del 15% de la superfície total. Avui som 6.000 milions de persones i ocupem amb les nostres ciutats i conreus més del 70% de la superfície

del planeta, el 30% restant no és cultivable.

Però encara n'hi ha més. Es calcula que l'any 2050 poblaran el planeta 10.000 milions de persones i en els pròxims trenta anys perdrem la desena part de la superfície cultivable per erosió, desertificació o canvi climàtic. Com alimentarem tres mil cinc-cents milions més de persones amb menys superfície cultivable? La resposta és òbvia: només desenvolupant formes més eficaçes de produir aliments, només aplicant totes les tecnologies i, entre elles les noves, particularment les genètiques, que hem discutit en els paràgrafs anteriors. Per descomptat també caldrà globalitzar-les. I els ciutadans europeus i els seus governants hi tanquem els ulls. Afortunadament no ho estan fent els dirigents ni els ciutadans d'altres parts del planeta com Llatinoamèrica, el Sud-est asiàtic o els Estats Units.

En general, els ciutadans de la UE pensen que l'aplicació de la genètica a l'alimentació és antinatural. La falta d'informació i cultura sobre la qualitat de «natural» en l'alimentació és alarmant. Si férem una enquesta, molts d'ells pensarien que el sucre, el pa i les floricols són productes totalment naturals. Els alarmaria conèixer que per a obtenir sucre des de la remolatxa són necessàries almenys deu operacions unitàries d'enginyeria de processos, entre elles alguns passos d'extracció, carbonatació i cristal·lització. Però encara els sorprendria més saber que, com abans es va indicar, el blat forner és un autèntic puzle genètic i les cols un mutant homeòtic.

Enfront d'aquest desconeixement de la realitat molts ciutadans europeus han creat dogmes mancats de contingut. Per exemple, pensar que els aliments de l'agricultura orgànica són més segurs per a la salut dels consumidors. No

hi ha dubte que la pràctica d'aquesta mena d'agricultura és més respectuosa amb el medi ambient, però ningú té una sola dada científica que indique que aquests productes són millors o pitjors per a la salut dels consumidors que els productes de l'agricultura intensiva". (20)

Activitat 49

Apunteu possibles explicacions al temor de moltes persones davant dels avenços científics.

Per a una part important de la població la causa dels temors envers la clonació, la manipulació genètica... és que no són processos naturals, sinó forçats pels homes, cosa que pot introduir el "mal" en les nostres vides. En el fons d'aquesta creença està la confiança en la natura: "allò que és natural és bo", "la natura és sàvia" o allò de "l'harmonia natural". Si volem ser rigorosos hem de tenir cura amb la biotecnologia, no ens podem deixar enlluernar per la bondat del desenvolupament científic i tecnològic, però també, i convé emfatitzar-ho, hem posar en dubte la confiança cega en la natura.

Per descomptat, la visió idealitzada de la natura està, sovint, al servei de causes lloables: evitar el canvi climàtic, evitar l'esgotament dels recursos, preservar les espècies... Ara bé, defensar aquestes causes amb arguments basats en una visió errònia de la natura no pot ser sinó contraproduent. Independentment de les mesures a adoptar per tal de previndre possibles catàstrofes hem de deixar-nos de preconcepcions errònies i procurar conèixer com funciona la natura.

(20) RAMÓN, D., 2007. «El futur de la genètica en l'alimentació». *Mètode. Revista de Difusió de la Investigació*, 55: 103-111.

Tot seguit, proposem alguns problemes que ens planteja el fet de conèixer possibles "defectes" genètics que originaran malalties futures.

Activitat 50

La fibrosi quística (FQ) és un caràcter genètic autosòmic recessiu. És una de les malalties genètiques més freqüents. A l'Anglaterra i als Estats Units, un de cada 2.000 nascuts està afectat i una de cada 20 persones és portadora.

La FQ causa un funcionament deficient de les glàndules de secreció externa, cosa que s'evidencia (entre altres coses) en la producció de suor salat, desordres digestius i producció de grans quantitats de mucositat en el tracte respiratori. La mucositat causa infeccions pulmonars. Cada nova infecció augmenta el dany a llarg termini dels pulmons. La malaltia, és per tant, letal: els pacients rarament sobreviuen més enllà dels 40 anys d'edat.

El gen responsable de la FQ ha sigut localitzat. Científics de laboratoris de molts països estan treballant a hores d'ara en mètodes de teràpia gènica. Una idea fou substituir el gen defectuós per un altre sa en el teixit pulmonar. Tanmateix, la complexa ramificació dels pulmons fa impossible extraure les cèl·lules de l'epiteli i després retornar-les. Al 1992, un grup d'investigadors tingué èxit a inserir el gen en l'epiteli del pulmó d'una rata; el gen continuà amb la seua funció durant sis setmanes. Una altra línia d'investigació s'enfoca en el desenvolupament d'un esprai format per gens normals units a transportadors que pretenen inserir els gens en les cèl·lules. La idea és que els pacients inhalen l'esprai de tant en tant (amb l'esperança que els gens normals siguin capaços de funcionar en les cèl·lules). Malgrat tots els esforços, encara queda un llarg camí abans que la teràpia gènica de la FQ siga realment pràctica. Mentrestant, els pacients

continuen sofrint.

a) Joan i Eva, tenen germans que semblen patir de FQ, viuen junts i ara Eva està embarassada. Hauria d'avortar? Expliqueu-ho.

b) Les proves gèniques han mostrat que tant Joan com Eva són portadors de la FQ i que l'embrió és homozigòtic per a la FQ. Joan i Eva dubten sobre si deuen o no avortar.

b1) Quin és el problema moral en consideració?

b2) Creieu que hauria d'avortar? Aporta raons.

b3) Un amic està en desacord amb la postura que heu pres. Aclareix la seua postura (què diria aquest amic per convèncer-te de que té raó?).

b4) Què li contestaries a aquest amic?

Com veiem, els avenços en genètica ens plantegen problemes realment seriosos, compromesos i que no podem defugir.

Per primera vegada en la història de la humanitat podem aconseguir, en unes poques generacions modificar les espècies, una cosa que, a causa de la seua lentitud i aleatorietat, fins ara ens era vetat. Això suposa capacitat de combatre les malalties, incidir en característiques humanes concretes, nous mètodes de reproducció, etc.

A més de les implicacions pràctiques apuntades, els coneixements elaborats ens obrin nous camins per esbrinar l'origen de la vida i de la història de la nostra espècie.

No podem amagar que tots aquests avenços plantegen incerteses enormes. L'eugenèsia, els possibles abusos davant, per exemple, l'ús que puguen fer les companyies d'assegurances mèdiques per intentar exigir informació genètica als interessats en associar-s'hi, etc. Els riscos poden arribar a límits insospitats. A açò es referia Watson, en una conferència pronunciada el 1994:

“Fins i tot en el cas que existisquen lleis i normatives satisfactòries, encara hi haurà molts dilemes que no podran tractar-se fàcilment amb aquests mitjans. Per exemple, quina responsabilitat té una persona de conèixer la seua constitució genètica abans de decidir-se a procrear un fill? En el futur, se'ns considerarà de manera general moralment negligents quan, sabedors, permetem el naixement de xiquets amb defectes genètics greus? I les víctimes d'aquestes malalties, tindran, posteriorment, base legal contra els seus pares, que no havien mamprès cap acció per evitar que arribaren al món amb poques oportunitats de viure una vida sense dolor i sense sofriment emocional?”.

Aquests interrogants porten Sánchez Ron a afirmar que:

“El suelo, en definitiva, tiembla bajo nuestros pies, y cual presagio de terremoto no sabemos qué consecuencias tendrá para nosotros la próxima sacudida, que prevemos inminente. ¿Cómo en semejante situación, rodeados de provisionalidad, podemos desarrollar algún sentido de pertenencia? ¿Qué podemos dejar a nuestros hijos? ¿Alguna escala de valores, más o menos segura, una «visión del mundo» que les ayude a orientarse en el camino de sus vidas? ¿Pero cómo les vamos a dejar eso, si todo cambia continua, rápida, frenéticamente, si lo que ayer era de una forma hoy puede ser de otras muy diferentes, ante las cuales debemos elegir?”.

Son preguntas difíciles de responder, sin duda. Algunos retroceden, espantados, ante ellas, encontrando auxilio en las viejas, muchas de ellas, míticas, respuestas, rechazando todo lo bueno que la nueva ciencia biomédica promete: nada más y nada menos que la

reducción del sufrimiento (...) [Mi opinión es que] prefiero tener que plantearme preguntas difíciles, arriesgadas y acaso dolorosas, que conformarme con respuestas basadas en la ignorancia o en dar la espalda al conocimiento; en mirar hacia el pasado no hacia el futuro. El conocimiento científico, lo sabemos muy bien, puede provocar sufrimientos, pero al margen de que podemos, y debemos, combatir tales perversiones, ¿negará alguien que en su conjunto, contemplado a la luz de la historia, ha dado origen a mucho más bienestar —y a liberarnos de mitos- que dolor?” (21).

Aquestes últimes reflexions ens resulten especialment apropiades per acabar la unitat.

Únicament afegirem que no podem deixar en mans dels científics (o millor dit, dels poderosos) les respostes als interrogants que ens preocupen, els camins que ha de seguir el desenvolupament científic i el tipus de respostes que es busquen l'hem de marcar entre tots, però per això cal una ciutadania científicament alfabetitzada. Aquest és el repte.

(21) SÁNCHEZ RON, J.M. 2007. *El poder de la ciencia*. Crítica: Barcelona.



ANNEX 1

ANÀlisi de textos científics

En general, quan es parla de les habilitats que els estudiants han d'aprendre per adquirir un domini adequat de les ciències només es pensa en els processos relacionats amb el treball experimental: saber mesurar correctament, saber dissenyar experiències, interpretar els resultats obtinguts, etc. Molt poques vegades es consideren les habilitats relacionades amb l'expressió i la comunicació d'idees: descriure els fenòmens, redactar informes i, molt en particular, argumentar.

El fet que fins i tot graduats en ciències o en enginyeria solen ser incapaços d'aportar raons, evidències o justificacions en suport de les seves afirmacions en relació al món natural, revela que l'educació científica té una debilitat a l'haver posat l'èmfasi més en el coneixement que en les raons, els arguments, que justifiquen aquest coneixement.

En els últims temps ha despertat un gran interès l'estudi de les competències argumentatives de l'alumnat i, més important, pel disseny d'estratègies que potencien aquestes competències. Aquesta línia de recerca específica sorgeix quan es pren consciència que si hom pretén que els alumnes aprenguen a argumentar, a raonar, sobre ciència, no n'hi ha prou amb un simple canvi actitudinal. Més enllà d'una descripció intuïtiva i empírica dels problemes i el seu tractament també intuïtiu i puntual, cal aportar eines sistemàtiques i ben fonamentades per comprendre com argumenten els alumnes i què podem fer per ajudar-los a construir arguments que puguin ser considerats com a tals.

Amb els textos que presentem a continuació pretenem ajudar els alumnes a argumentar i a raonar sobre idees científiques. Els textos es proposaran en el moment que el professor ho considere convenient.

1. són segurs els aliments genèticament modificats?

RAMON, D., 1997. *Els gens que mengem*. Editorial Bromera: Alzira.

Els aliments recombinants no són aliments naturals, ja que per a obtenir-los ha estat necessari un procés artificial. Les noves races animals o algunes varietats vegetals han estat obtingudes per procediments naturals, com els encreuaments sexuals o la selecció, però els nous aliments recombinants s'han elaborat, mitjançant tècniques moleculars, en un tub d'assaig. Encara que els científics sabem que, conceptualment, el procés realitzat en un tub d'assaig no es diferencia del procés d'un embaràs o d'una selecció vegetal, per al consumidor la situació és radicalment diferent. Per això, un dels primers dubtes a propòsit dels aliments recombinants és la seua seguretat. I per això, abans de comercialitzar un aliment recombinant, cal demostrar que és segur per al consum humà [...]

[En aquests aliments] s'ha produït una modificació genètica coneguda [però coneixem] el lloc exacte del genoma [...] on s'ha introduït la modificació. En unes altres paraules, s'hi ha realitzat una operació de microcirurgia molecular que ha canviat, únicament i exclusivament, allò que volíem canviar.

No hi ha modificacions addicional incontrolades. Davant aquesta situació, considerem ara una nova varietat de meló obtinguda mitjançant un programa clàssic de millora per encreuament sexual. Quines característiques canvien en el genoma d'aquesta nova varietat? No ho sabem. Hem combinat dos genomes i del resultat en podem conèixer alguns detalls, però mai no sabrem quins han estat els canvis. La conclusió a què ens porta aquesta primera reflexió és clara: en conèixer detalladament allò que modifiquem, els aliments recombinants són més segurs que alguns dels que consumim en la nostra dieta actual. Però això només és una declaració de principis en la qual no es poden detenir els biotecnòlegs d'aliments. De fet, seria un error reclamar l'absència de control sobre la seguretat dels aliments recombinants tot basant-nos en la falta de mesures semblants per a molts aliments tradicionals [...]

Assumim que, a causa de la desconfiança del consumidor, els aliments recombinants han de superar, abans de la seua comercialització, una sèrie de proves que certifiquen la seua seguretat per al consum humà. Una forma simple de fer-ho és el mètode anomenat de l'equivalència substancial. Consisteix a considerar segur un aliment recombinant sempre que siga idèntic a l'aliment tradicional del qual procedeix, llevat de la característica controlada pel gen introduït. Posem-ne un exemple. Si hem obtingut al laboratori un vegetal recombinant capaç de resistir la infecció per un virus, podrem aplicar-li el concepte d'equivalència substancial sempre que demostrem que els nivells de proteïnes, vitamines, minerals i carbohidrats són els mateixos en aquesta planta recombinant que en la planta original, de la qual procedeix. A partir d'aquest moment, per aconseguir el permís de comercialització, n'hi haurà prou a demostrar la innocuïtat del gen

introduït i a assegurar que l'entrada d'aquest gen no ha produït cap desordre en el genoma receptor [...]

[Aquests controls] són obligatoris abans d'obtenir el permís de comercialització per a un aliment recombinant [...] En resum, podem contestar a la pregunta que encapçala aquest apartat del llibre: els aliments recombinants són tan segurs, o més, com qualsevol altre aliment que consumim en la nostra dieta actual, perquè s'ha establert una sèrie de proves prèvies a la seua comercialització, que ho garanteixen. Desgraciadament, no és aquest el cas per a molts aliments de la nostra dieta, encara que hauria de ser-ho”.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Digues quina justificació principal et sembla que es dona d'aquest fet.
3. A quina conclusió arriba el text? Hi estàs d'acord?
4. Explica què diferencia un aliment genèticament modificat d'un convencional.
5. Malgrat la seguretat de què es parla en el text, molta gent, particularment els ecologistes, s'oposen no només a menjar aliments transgènics sinó també al seu conreu. Fes una recerca per tal d'esbrinar els seus arguments i, posteriorment, expressa la teua opinió al respecte.
6. Assenyala avantatges i inconvenients dels aliments transgènics.

2. la fiabilitat dels resultats experimentals

Elaborat a partir del capítol 2 de: HOLTON, G., 1982. *Ensayos sobre el pensamiento científico en la época de Einstein*. Alianza Editorial: Madrid.



Millikan (1868-1953) i (1879-1952)

El text mostra la controvèrsia que tingué lloc a principis del s. XX entre Millikan i Ehrenhaft sobre la menor càrrega elèctrica que es podia detectar en la natura. Si en un article publicat al 1909, Ehrenhaft anunciava l'obtenció de valors per a la càrrega elèctrica menors que la de l'electró, Millikan, en un article de 1910, afirmava l'existència d'un valor límit per a la càrrega elèctrica: el de l'electró. Aquest article començava de la manera següent:

“Entre totes les constants físiques, hi ha dues que són d’una gran importància; una és la velocitat de la llum, que apareix ara en moltes de les equacions fonamentals de la física teòrica, i l’altra és la càrrega última, o elemental, el valor de la qual permet determinar els valors absoluts de tots els pesos atòmics i moleculars, el nombre absolut de molècules en un pes donat de substància, l’energia cinètica d’agitació de qualsevol molècula a una temperatura donada, i un nombre considerable d’altres magnituds físiques importants.

Mentre la velocitat de la llum es coneix ja amb una precisió d’una part entre vint mil, el valor de la càrrega elèctrica elemental ha sigut fins molt recentment extraordinàriament incert”.

Malgrat la convicció de l’existència d’un valor mínim per a la càrrega de l’electró, hi havia coses en l’article de Millikan que el feien vulnerable. Així, Millikan reconeixia haver descartat alguns resultats -bàsicament aquells en els quals havia obtingut un valor per a la càrrega de l’electró menor al suposat valor mínim-, i això perquè, en ser tan complex el procés experimental, les mesures no s’havien fet correctament.

Tot seguit, Ehrenhaft publicà un treball en el qual informava de la realització de més de 300 mesures, en 22 de les quals havia obtingut valors menors a la càrrega mínima de l’electró. Ehrenhaft concloïa que aquests resultats no podien ser deguts sempre a errors procedimentals: aquestes quantitats, afirmava, estan “en la natura”. Si “la teoria pressuposa l’existència” d’una càrrega mínima, continuava Ehrenhaft, el valor d’aquesta haurà de ser “considerablement menor” al valor fins llavors

acceptat. Tanmateix, en opinió d'Ehrenhaft i col·laboradors, la gran dispersió dels valors obtinguts semblava apuntar, més bé, en la direcció de no haver cap límit a aquest valor.

Millikan es volcà en la millora de l'experiment per tal d'augmentar la precisió de les dades obtingudes. En 1913, publicà un article en què afirmava que "la desviació més gran del valor mitjà que es pot trobar en qualsevol de les determinacions fetes respecte del valor de e és del 0,5%".

Ehrenhaft contraatacà presentant noves dades en favor de l'existència de subelectrons, però Millikan ja estava guanyant la batalla, i això, bàsicament, pel convenciment que estava tenint lloc entre els científics, de la validesa de l'atomisme (22) .

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
 2. Quin dels dos físics creus que actua d'una manera més pròxima a allò que suposa el treball científic? Quina et sembla l'actitud de Millikan de descartar alguns dels resultats experimentals?
-

(22) Mai no s'ha pogut obtenir cap prova directa de laboratori que refutara les proposicions de Ehrenhaft. És més, ara sabem que Millikan amagà resultats que contradeien les seues concepcions i que suportaven el punt de vista d'Ehrenhaft: ell considerava que eren causats per errors experimentals.

3. Article de Bronsted en què presenta un nou model sobre Àcids i bases

Some Remarks on the Concept of Acids and Bases

J. N. Brønsted

Recueil des Travaux Chimiques des Pays-Bas (1923)

Volume 42, Pages 718-728

The following selection is from pages 718-721 and 728

Des de l'establiment de la teoria de la dissociació electrolítica per Arrhenius la definició dominant d'àcids i bases com a substàncies que poden alliberar hidrogen o ions hidroxil en dissolució mai havia estat seriosament afrontada fins el punt de ser preocupant per a la definició dels àcids. Hem sostingut regularment la idea que un compost A és un àcid si es trenca completament o parcial en dissolució d'acord amb l'esquema



Tanmateix, han hagut intents des de diversos costats de modificar el nostre concepte de base. P. Pfeiffer, especialment, sobre la base de les seues importants observacions en aquo i hidroxo compostos en una sèrie de metalls,

ha presentat la visió que les bases formen sals per addició d'àcids, cosa que en termes de la teoria de la dissociació electrolítica porta a la idea d'una definició de base com una substància que pot afegir ions d'hidrogen. Tot i que aquest mètode de tractament pot ser donat ací de forma convincent, a pesar del seu fonament constitutiu no pot servir com un fonament per a canviar la definició de base.

La qüestió ha estat tractada de forma més general per Michaelis en el seu llibre *Hydrogen Ion Concentration*. Ell considera el següent com a una possible definició de base: una base és una espècie especial de molècula neutra que pot afegir un ió d'hidrogen i convertir-se en un ió positiu. Tanmateix, Els desenvolupaments posteriors de Michaelis estan fonamentats en la definició usual d'una base i emfatitza particularment la significativitat dels ions hidroxil com un constituent de les bases dins i tot en dissolucions no aquoses.

Mostrar els avantatges que provenen d'una definició modificada de base és el propòsit d'aquest petit treball.

Els avantatges formals de la definició d'una base com una substància que pot unir hidrogen són immediatament visibles. En l'esquema (1) en el qual el concepte d'un àcid (A) és establert, el concepte de base (B) és igualment definit i llavors la relació recíproca entre les propietats àcides i bàsiques és mostrada de la forma més clara i simple.

Els avantatges de l'esquema (1) com a base per a una definició igual de bases i àcids no és merament de naturalesa formal, tanmateix. Per exemple, si expressem les propietats bàsiques de l'amoníac en un cas per l'equació (1) [açò sembla ser un error d'impremta;

hauria de ser 2 (23)]



i per un altre per la formulació usual



Llavors, com és ben sabut, ambdós esquemes són termodinàmicament equivalents per a una dissolució aquosa, i. e., podem derivar equacions d'equilibri idèntiques, des del punt de vista termodinàmic, de les propietats àcides i bàsiques que apareixen en dissolució, neutralització parcial, etc. usant (2) i (3). La presència del compost $\text{NH}_4 \text{OH}^+$, que és, amoníac hidratat, i per tant la formació d'acord amb (3) de l'ió hidroxil en una dissolució d'amoni està limitada de forma natural a les dissolucions en aigua.

Açò mostra la diferència fonamental de la funció bàsica com es veu en (2) o (3). Si acceptem l'esquema (3) com una expressió correcta per caracteritzar les bases, estem forçats a donar una definició especial de base per a cada dissolvent. Tanmateix, en principi, les propietats àcides i bàsiques són independents de la naturalesa del dissolvent, i els conceptes d'àcid i base són de fet de caràcter tan general que hem de considerar un requeriment necessari la generalització d'aquests conceptes per formular un patró independent de la naturalesa arbitrària del dissolvent. Llavors hem d'excloure l'esquema (3). L'esquema (2) es manté per a les propietats bàsiques de l'amoniac, i per a la funció bàsica en general l'esquema (1) és la única

fonamentació per a una definició absoluta de base.

El resultat d'aquestes consideracions es pot fer més precís de la següent manera: els àcids i bases són substàncies que són capaces de produir o captar ions hidrogen, respectivament. L'essència d'aquesta forma conceptual de definir àcids i bases és una vegada més donada per l'expressió



En la qual res més es diu de les propietats d'A i B. Ens referirem a A i B, és a dir, a un àcid i una base que estan relacionats l'un amb l'altre per la relació donada en (1), com a àcids i bases corresponents.

Se segueix de les formes de l'expressió que els àcids i bases corresponents no tenen el mateix estat de càrrega elèctrica. Si A és elèctricament neutre, com una molècula àcida ordinària, B té càrrega negativa, e. g.



On l'ió acetat fa de base. Si A té càrrega positiva, B ha de ser elèctricament neutre com en el cas e. g., de dissociació de l'ió amoni:



Tenim un àcid negatiu, e. g., en l'ió àcid oxalat que es dissocia com segueix:



(23) Apareix així a l'original, no és comentari del traductor.

Se segueix també del concepte de definició general d'àcids i bases que els ions també han de ser tractats com àcids i bases. En principi, la naturalesa elèctrica de les molècules àcides o bàsiques en aquesta visió no té sentit. Seria útil des del punt de vista pràctic poder classificar els diferents equilibris d'acord amb la càrrega, i he introduït per tant la següent terminologia [Taula 1] per a aquest propòsit:

Taula 1		
Càrrega elèctrica	Nom de l'àcid o base	Exemple
Positiva	Àcid catió	NH_4^+
Positiva	Base catió	$\text{NH}_2\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{C}_6\text{H}_4\cdot\text{NH}_3^+$
Neutra	Àcid neutre	CH_3COOH
Neutra	Base neutra	NH_3
Negativa	Àcid anió	$\text{COO}\cdot\text{COOH}$ [nota afegida: hi ha una barra sobre la segona O des de l'esquerra com en el gràfic de dalt]
Negativa	Base anió	CH_3COO^-

Independentment de la naturalesa elèctrica del sistema àcid-base, l'esquema (1) mostra que la simetria que hem vist com a essencial per a les funcions àcides i bàsiques en la representació usual desapareix en la nova forma de representació.

Tanmateix, s'expressa directament a través de l'exemple de definició del comportament recíproc d'àcids i bases. L'equilibri formulat en l'esquema (1) entre l'ió hidrogen i el corresponent àcid i base pot ser anomenat un simple equilibri àcid-base. Mesclant els dos sistemes simples, un doble sistema àcid-base i un equilibri àcid-base resulta que sempre pot ser formulat com segueix:



Aquest equilibri inclou un nombre important de reaccions com la neutralització, la hidròlisi, reaccions indicador, etc.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Asenyala diferències entre el llenguatge utilitzat en el text i el que s'usa en els llibres de text habituals.
3. Digues quina justificació principal et sembla que es dona d'aquest fet.
4. A quina conclusió arriba l'article? Hi estàs d'acord?
5. Assenyala característiques del treball científic en el document anterior.

4. dificultats per interpretar les dades

PORCAR, M., 2009. «Quan la ciència fa por». *Mètode. Revista de Difusió de la Investigació*, 63: 55-59.

“[...] Recentment em vaig assabentar d’una exposició de Greenpeace sobre els transgènics plantada a l’entrada del Jardí Botànic de la Universitat de València. El que s’hi deia no em va deixar indiferent [...] perquè podem aprendre molt del missatge dels ecologistes més compromesos amb la lluita anti-OGM [organismes genèticament modificats]. No tant per la informació que ens donen sobre el perill de les diferents tecnologies (de fet el que fan és divulgar, amb una fidelitat discutible, resultats d’experiments científics), sinó per la interpretació que d’aquests resultats fan. Potser és molt dur dir-ho així, però el fet és que, en tots els debats en què participen científics i ecologistes, els científics ens comportem com a científics i els ecologistes... com a persones. És a dir, els ecologistes són pròxims, cautelosos, es preocupen pel futur, fan preguntes que sovint els científics no poden contestar. Què passaria si...? I d’aquí a deu anys? I d’aquí a mil anys? Es pot estar totalment segur que

no passarà res? Al cent per cent? En un debat televisat entre un científic competent i un ecologista intel·ligent, aquest darrer arrasarà, perquè quan se li demanen prediccions amb un marge d’error igual a zero, el científic honrat dirà, probablement, que és impossible conèixer *totes* les conseqüències d’una nova tecnologia i, sobretot, que no es pot excloure que una tecnologia tinga *algun* efecte nociu per a la salut humana. I això els televidents ho percebran sens dubte —equivocadament— com un advertiment de catàstrofe imminent.

Posem un exemple concret: es pot excloure que menjar iogurt amb mel augmente les possibilitats de patir —diguem— càncer de pell? Doncs, *a priori* no es pot excloure (en ciència res no es pot excloure *a priori*) i a més no és fàcil de demostrar que no siga així, perquè els estudis mèdics com els que caldrien per a investigar la relació entre el iogurt, la mel, el sol i el càncer són molt complexos. Caldria fer un estudi epidemiològic, on s’estudiaria una mostra gran d’individus que mengen iogurt amb mel i s’hi compararia la proporció dels que han patit un melanoma respecte a aquells que també l’han patit però no prenen iogurt amb mel. El problema és que sovint les comparacions d’aquest tipus són molt dolentes estadísticament, perquè moltes vegades el que s’estudia (iogurt i mel, aquí) s’associa amb altres característiques de l’estil de vida que ens poden fer arribar a una conclusió falsa. Per exemple, és probable que si estudiem amb detall mil persones que mengen habitualment iogurt amb mel, i les comparem amb mil que no ho fan, constatem que moltes de les primeres potser miren de fer una vida una mica més sana i per això mengen més sa (i això inclou posar mel al iogurt en lloc de sucre).

Però sembla lògic pensar que, dins d'aquest esquema de vida sana, s'incloga també l'exercici físic a l'aire lliure. Al sol. I l'exposició al sol augmenta, i molt, les possibilitats de patir un càncer de pell. D'aquesta manera, podríem concloure –erròniament- que hi ha una relació entre el iogurt amb mel i el càncer, quan molt probablement no és així.

[...] no vull dir que les relacions causa-efecte siguin impossibles d'establir pels científics. En absolut. Se sap amb total seguretat que el tabac o l'abús d'alcohol tenen efectes devastadors sobre la salut, com també se sap que l'exposició als raigs X és molt perjudicial [...]. I respecte al iogurt, la mel [...] el que podem dir és que de moment no tenim proves que indiquen que són carcinogènics, i per tant el més lògic és considerar-los no perillosos en

aquest sentit. Però aquesta conclusió es pot alterar si, en un futur, es descobreixen noves proves que posen en dubte aquesta afirmació. Així de voluble és la ciència. Accepta una cosa fins que no es demostra el contrari. Perquè quan es demostra el contrari, els científics no han de tenir cap problema a modificar la teoria vigent.

Això, però, no ens ha de fer pensar que qualsevol cosa que diuen els científics és una veritat transitòria i, per tant, arbitrària. La ciència s'equivoca sovint, cert, però encerta encara més sovint. Vostè, lector no estaria llegint això si no fos pels avenços científics en medicina: antibiòtics, vacunes, cirurgia, drogues terapèutiques... Quina seria l'esperança de vida a Europa sense la ciència? [...]”.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Indica si estàs d'acord amb la idea principal.
3. Assenyala alguns fets que qüestionen.

5. la teoria del calòric

Text estret a partir de HOLTON, G. I GRUSH, S. G., 1984. *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*. Editorial Reverté: Barcelona.

La teoria del calòric

Per tal d'explicar les diferents sensacions notades segons que els objectes estigueren més o menys calents des d'antuvi es pensava que la calor era una mena de substància continguda en els objectes i que era la causant d'aquelles sensacions.

En el segle XVIII, Lavoisier elaborà una idea més precisa segons la qual aquesta substància se'n deia calòric. Quan escalfem un objecte, el calòric passa de la font calorífica a l'objecte, de manera que la temperatura

192 DES SUBSTANCES SIMPLES.
TABLEAU DES SUBSTANCES SIMPLES.

	Noms nouveaux.	Noms anciens correspondans.
<i>Substances simples qui appartiennent aux trois règnes & qu'on peut regarder comme les élémens des corps.</i>	Lumière.....	Lumière. Chaleur. Principe de la chaleur.
	Calorique.....	Fluide igné. Feu. Matière du feu & de la chaleur.
	Oxygène.....	Air déphlogistiqué. Air empiréal. Air vital. Base de l'air vital.
	Azote.....	Gaz phlogistiqué. Mofete. Base de la mofete.
	Hydrogène.....	Gaz inflammable. Base du gaz inflammable.
<i>Substances simples non métalliques oxidables & acidifiables.</i>	Soufre.....	Soufre.
	Phosphore.....	Phosphore.
	Carbone.....	Charbon pur.
	Radical muriatique.	Inconnu.
	Radical fluorique..	Inconnu.
	Radical boracique..	Inconnu.
	Antimoine.....	Antimoine.
	Argent.....	Argent.
	Arsenic.....	Arsenic.
	Bismuth.....	Bismuth.
<i>Substances simples métalliques oxidables & acidifiables.</i>	Cobalt.....	Cobalt.
	Cuivre.....	Cuivre.
	Étain.....	Étain.
	Fer.....	Fer.
	Manganèse.....	Manganèse.
	Mercuré.....	Mercuré.
	Molybdène.....	Molybdène.
	Nickel.....	Nickel.
	Or.....	Or.
	Platine.....	Platine.
<i>Substances simples salifiables terreuses.</i>	Plomb.....	Plomb.
	Tungstène.....	Tungstène.
	Zinc.....	Zinc.
	Chaux.....	Terre calcaire, chaux.
	Magnésie.....	Magnésie, base du sel d'Épse.
	Baryte.....	Barote, terre pesante.
	Alumine.....	Argile, terre de l'alun, base de l'alun.
	Silice.....	Terre siliceuse, terre vitrifiable.

depèn de la quantitat de calòric. A més, mentre que les partícules de calòric es repel·len entre si, elles són atretes per les de la matèria ordinària.

Amb açò podem explicar fàcilment alguns fets experimentals. Així, la dilatació que experimenten els objectes en escalfar-los seria deguda a l'augment de les repulsions com a conseqüència de l'augment de calòric en els objectes. Si es tracta d'un sòlid i continuem escalfant arribarà un moment en què les repulsions seran tan intenses que el sòlid fondrà, passarà a líquid. Si continuem escalfant i augmentant la quantitat de calòric, el líquid passa a gas. L'equilibri que s'assoleix en posar en contacte objectes a diferent temperatura seria degut a l'intercanvi de calòric. A més, en tots els processos la quantitat de calòric es conserva, de manera que el calòric que perden els objectes que es refreden coincideix amb el que guanyen els que s'escalfen.

No obstant la facilitat amb que s'explicaven els fenòmens més familiars, alguns científics es resistien a acceptar la teoria del calòric i això per dues raons. La utilització de balances palesava que el pes d'un objecte no variava amb la temperatura, aleshores quina classe de fluid era el calòric si, aparentment, no tenia pes? Tanmateix, era tantes les dificultats per mesurar amb la precisió suficient el pes d'un objecte a temperatures diferents que açò no constituí un problema important per als defensors de la teoria del calòric.

Un problema més seriós tenia a veure amb el fet que el calòric es conservava en els processos tèrmics. Ací jugaren un paper fonamental les experiències realitzades pel comte de Rumford. En 1799, Rumford escrivia:

“Fou per accident el que se m’ocorreguera l’experiment que vaig a descriure [...] Estant encarregat, últimament, com a superintendent, del trepatge de canons en la fàbrica de l’arsenal militar de Munich, vaig quedar sorprès pel considerable grau de calor que adquireix, en un temps molt petit, un objecte de llautó quan és perforat; i per la calor, encara més intensa -molt major que l’aigua bullint, com vaig comprovar per experiència- dels encenalls metàl·lics provinents de la perforació”.

Aquesta observació accidental, en la seua opinió, el portà a dissenyar un grapat d'experiències per tal de determinar “l’origen de la calor produïda per fricció”. Sobre la base de la teoria del calòric el tractament mecànic dels metalls durant la perforació feia disminuir la capacitat de mantenir el calòric en el metall i, per tant, la calor apareixia en forma lliure. Açò portà a Rumford a realitzar experiències amb els encenalls i amb el metall en brut del canó i s’adonà que la calor específica -la capacitat per absorbir o cedir calor per unitat de massa- d’ambdós era la mateixa. Això significava que la calor originada per fricció no podria ser deguda al calòric alliberat. A més, la calor originada d’aquesta manera “semblava no esgotar-se mai. Era precís concloure que allò que un objecte aïllat o sistema de cossos podia proporcionar d’una manera contínua, sense límit, no podia ser una substància material: i em sembla extremadament difícil, si no impossible, imaginar alguna cosa capaç de ser produïda o comunicada a la manera que ho és la calor en aquests experiments, si no és moviment”. En posteriors escrits, Rumford continua afirmant que “la calor no és una altra cosa que un moviment vibratori de les partícules del cos”.

Experiències realitzades fregant dos trossos de gel entre si, portaren a la mateixa conclusió a H. Davy l’any següent. La gran quantitat de calor necessària per fondre el gel sols pot procedir de la fricció a

causa, fonamentalment, del gran increment de la calor específica que es produeix en transformar el gel en aigua.

Malgrat les observacions apuntades, la teoria del calòric no fou abandonada per una part molt important de la comunitat científica i això per la raó de que no hi havia una alternativa: la idea segons qual la calor és moviment de les partícules és solament una idea: si bé explicava, qualitativament, la generació de calor per fricció, la dilatació, l'equilibri tèrmic [...] tenia moltes dificultats per fer prediccions quantitatives -cosa que si que feia la teoria del calòric-. És més, la nova concepció entropessava amb el fet de que la calor podia viatjar a través de l'espai buit.

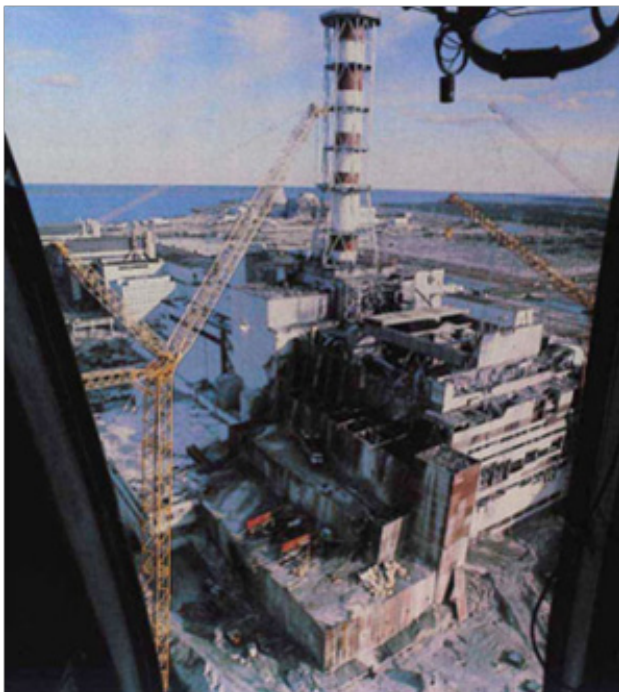
Les aportacions posteriors realitzades per Dulong, Mayer, Joule, Helmholtz, Clausius... portaren definitivament a l'abandonament de la teoria del calòric però això sols tingué lloc en la dècada dels anys 70 del s. XIX.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Digues quina justificació principal et sembla que es dóna d'aquest fet.
3. A quina conclusió arriba l'article? Hi estàs d'acord?
4. Què penses sobre el fet de no abandonar una teoria sent així que hi havia fets que la contradeien?

6. l'accident de la central nuclear de Txernòbil

VOLPI, J., 2006. *No será la Tierra*. Editorial Santillana: Madrid.



La central de Txernòbil després de l'accident

“Hacia apenas unas horas Diátlov había ordenado desconectar el sistema de enfriamiento [per tal de fer un experiment que pretenia verificar la seguretat del reactor]. Simple rutina. A los pocos segundos el reactor se había sumido en un sueño perezoso. ¿Quién iba a sospechar que fingía? Su respiración se volvió más lenta y su pulso apenas perceptible: menos de treinta megavatios. Al final cerró los ojos. Temiendo un coma irreversible, Diátlov perdió la cordura: hay que aumentar de nuevo la potencia.

Los operadores replegaron el carburo de bario que servía como moderador y la bestia recuperó sus funciones. Sus signos se estabilizaron. Volvió a respirar. Los técnicos lo festejaron sin saber que aquellas barras era el último escudo capaz de protegerlos: el manual fijaba en quince el mínimo aceptable y ahora sólo quedaban ocho de ellas. ¡Qué tontería! Aquel desliz habría de costar miles de bajas en las filas de los hombres. Los latidos del monstruo no tardaron en alcanzar los seiscientos megavatios y en un santiamén tuvo fuerzas suficientes para destrozarse los muros de su celda. Sus rugidos cimbraban los abetos de Prípiat como si mil lobos aullasen al unísono. La arena crepitaba y el acero se cubría de pústulas. El núcleo del reactor número cuatro rozaba el ardor de las estrellas -el magma se derramaba por sus bellos-, pero Diátlov se empeñó en flotar sobre el vacío: sigamos adelante con la prueba.

La bestia no tuvo piedad de él ni de los suyos. Atacó a sus guardianes y devoró sus vísceras; luego, cada vez más iracunda, inició su peregrinaje a través de las galerías de la planta, esparciendo su furia por los conductos de ventilación. Desoyendo las indicaciones

superiores, Vladimir Kriachuk, operador de treinta y cinco años, pulsó la tecla AZ-5 a fin de detener todo el proceso. Doscientas barras de carburo de bario se precipitaron sobre el cuerpo de la intrusa en vano. En lugar de sucumbir, ésta revirtió la ofensiva y se tornó aún más peligrosa.

¡Está fuera de control! Olexandr Akímov, jefe del equipo, no mentía: el monstruo había vencido. A Yuri Ivánov le arrancó los ojos y a Leonid Gordesian les fracturó el cráneo como una cáscara de almendra. Dos estallidos señalaron su victoria. El reactor número cuatro había dejado de existir.

Unes pàgines més endavant es descriu el terror causat per l'accident:

“La radio transmitía soflamas semejantes a las que Stalin lanzaba contra Hitler: ancianos, niños y mujeres debían movilizarse en defensa de la patria. Mientras, la fuerza aérea proseguía los bombardeos, añadiendo bórax y plomo en sus descargas. Tras barrer sus objetivos, los pilotos volvían a sus bases para ser desinfectados. A diferencia de los aldeanos, al menos ellos disponían de una tintura de yodo que atenuaba los efectos de la radiación.

Prípiat se convirtió en un hospital de campaña. Los cadáveres se apilaban en bolsas de plástico -relucientes mortajas comunistas- y los heridos aguardaban en silencio, privados de noticias, los helicópteros que habrían de conducirlos a Leningrado y a Moscú. La mayoría tenía el estómago corroído, el pecho en carne viva y llagas en las manos. Ninguno sobreviviría más de unas semanas. En Poláskaie, a ciento cincuenta kilómetros de allí, a las madres y a

las viudas ni siquiera se les permitía ver los rostros de sus hijos y sus esposos; los militares encerraban los cadáveres en ataúdes de zinc y los sepultaban en secreto.

La rutina se instaló en Prípiat y su comarca. Sus habitantes se levantaban antes del alba, se enfundaban en trajes de asbesto y, después de desayunar pan y leche -el único alimento que soportaban sus estómagos-, cumplían su jornada de trabajo. Sus familias, expulsadas a los arrabales de Kiev y otras ciudades, se distraían llenando crucigramas o mirando por televisión funciones de ballet en blanco y negro.

En Moscú, los hombres del partido acallaban los rumores. Ha ocurrido una fuga sin consecuencias, repetían a los medios internacionales, no hay razón para la alarma. Incluso el vigoroso secretario general cruzó los brazos cuando una periodista austríaca se atrevió a interrogarlo sobre el número de muertos.

El 9 de mayo de 1986, trece días después de la fuga, el monstruo parecía liquidado. ¡Un triunfo más del comunismo! Los hombres del partido ordenaron colmar los almacenes con botellas de vodka y vino georgiano para que los pilotos, bomberos y liquidadores pudiesen adormecer un poco sus conciencias. Las copas estallaban en el aire huras y vivas demenciales para ocultar la ausencia de los caídos. ¡Salud, camaradas!, brindó Borís Chénina, jefe de la Comisión del Gobierno encargada de resolver la catástrofe.

De pronto nada había pasado. En las inmediaciones de Prípiat los pájaros volvían a deslizarse por el cielo y los montes exhibían

sus arbustos y sus árboles mientras un sol rojo apaciguaba la angustia de los ciervos. De no ser por las ruinas humeantes del reactor número cuatro -y la misteriosa ausencia de voces y de cantos-, uno hubiese podido imaginar el paraíso.

El 14 de mayo al mediodía el secretario general volvió a comparecer ante la prensa: la situación está bajo control, no hay nada que temer. Y luego, empleando el mismo lenguaje de verdugos y traidores, atribuyó los rumores de una tragedia a las oscuras fuerzas del capitalismo. Pero la victoria era una ilusión; aunque la bestia había sido encadenada, su veneno se esparcía por la Tierra. El viento y la lluvia transportaban sus humores rumbo a

Europa y el Pacífico, sus heces se sedimentaban en los lagos y su semen se filtraba por los mantos freáticos. El monstruo no tenía prisa, tramaba su venganza con paciencia: cada recién nacido sin piernas o sin páncreas, cada oveja estéril y cada vaca moribunda, cada pulmón oxidado, cada tumor maligno y cada cerebro carcomido celebrarían su revancha. Su maldición se prolongaría por los siglos de los siglos.

Al final, la explosión dejaría trescientas mil hectáreas de terreno putrefacto, setenta pueblos vaciados por la fuerza, ciento veinte mil personas expulsadas de sus casas y un número incalculable de hombres, mujeres y niños contaminados”.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

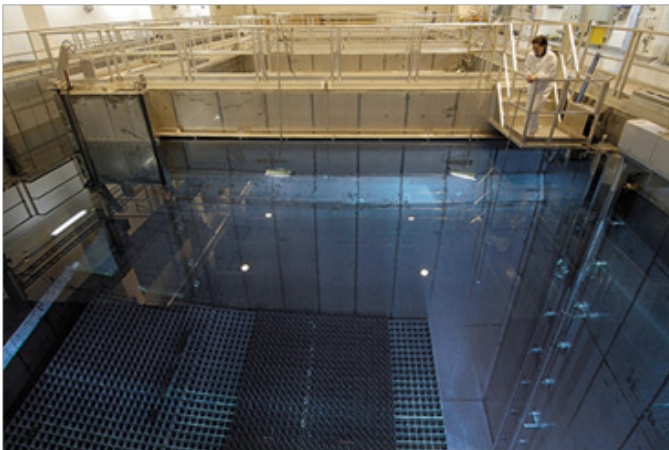
1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Fes una recerca per tal de constatar en quina mesura la descripció que se’n fa en aquest text està d’acord amb allò que va ocórrer.
3. Exposa la teua opinió sobre les conseqüències de l’accident de Txernòbil.

nuclears actives, la meitat de les quals es troben a Europa. El país més nuclearitzat en aquest sentit és França, que amb les seues 58 centrals nuclears produeix el 78% de la seua electricitat. A Espanya, 8 central (7 el 2013, segons els plans actuals) forneixen al voltant del 20% de l'energia elèctrica utilitzada. Com

7. EL DEBAT NUCLEAR

NAVARRO, J. I TAÍN, J.L., 2009. «Nuclear: quina por?». *Mètode. Revista de Difusió de la Investigació*, 63: 69-73.

“NUCLEAR: NO GRÀCIES? O SÍ, PER FAVOR!”



© Teollisuuden Voima Oyj
Piscina de refredament a Olkiluoto

En l'actualitat trenta-un països produeixen electricitat a partir de les 439 centrals



© Centrale Organisatie Voor Radioactief Afval
Magatzem de deixalles nuclears a Habog, Holanda

és evident, les raons per instal·lar o no centrals nuclears en un equip són econòmiques i polítiques. Els alts preus del petroli als anys setanta del segle passat dugueren diversos països a construir-ne de noves. En la dècada següent, la baixada de preus, alguns accidents d'importància i les campanyes en contra, en frenaren la construcció. A Espanya i a Alemanya existeix una moratòria nuclear, a Itàlia van ser prohibides, a Suècia es va decidir en referèndum tancar-les el 2010. Ara sembla que el pèndol ha canviat de sentit: dos terços dels suecs són favorables a mantenir-les i renovar-les, i a Itàlia s'ha aixecat la prohibició. Arreu el món hi ha unes quaranta centrals en construcció, la majoria a la Xina, i unes dues-centes en projecte.

El debat nuclear es transforma sovint en una *batalla a tota ultrança* on qualsevol argument és vàlid per anihilar l'adversari, quan seria convenient un debat més *laic*.

A favor de mantenir i augmentar el nombre de centrals nuclears s'invoquen arguments com l'increment de la demanda mundial d'energia, la necessitat de controlar i reduir l'emissió de gasos d'efecte hivernacle —en particular el CO₂—, l'exhauriment de les fonts fòssils o el baix preu de l'energia nuclear compara amb altres fonts (però els consumidors paguen l'electricitat al preu de la font més cara: d'això se'n diu les «lleis del mercat»). Només la sisena part de la població mundial té accés fàcil als recursos energètics, tan fàcils que als països més rics se'n fa un consum excessiu.

Però la Xina i l'Índia, amb el 40% de la població mundial, estan augmentant de manera exponencial la demanda energètica, bàsicament coberta amb fonts que produeixen CO₂ massivament. Les energies renovables no podran garantir-la, excepte que una troballa científica o una innovació tècnica revolucionària modifiqui substancialment el rendiment. Les empreses productores espanyoles d'electricitat preveuen diversificar

les fonts, i utilitzar nuclears, renovables i gas/carbó a parts iguals d'ací a vint anys, el que vol dir construir noves centrals nuclears. El debat nuclear és, doncs, condicionat pel futur de les fonts d'energia a escala planetària.

Els residus són el punt feble de les centrals, però tenen l'avantatge d'estar localitzats, a diferencia que passa en altres casos. Els residus dels combustibles fòssils s'emeten lliurement, amb els isòtops radioactius que contenen, a l'atmosfera i acaben distribuïts per tot el planeta.

Però darrerament les centrals de Cofrents, Vandellòs i Ascó han estat notícia pels incidents que hi ha tingut lloc. Sembla que, volent reduir costos, es tendeix a subcontractar moltes tasques. Lamentablement, el personal de les subcontractes no té la mateixa experiència que el que treballa des de fa temps en una central, factor important a l'hora d'abordar imprevistos. Els errors humans són motiu de la majoria d'incidents. El silenci o la minimització que en fan directius i propietaris de les centrals són inquietants i certament provoquen torbaments de l'ànim en molta gent”.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. En contra de les centrals nuclears s'ha apuntat, també, les poques reserves disponibles. Fes una recerca per tal d'esbrinar quines són les reserves.

8. les dones i la ciència

El text següent forma part d'un dels capítols de *Autobiography and Other Recollections* de Cecilia Payne (estret de SÁNCHEZ RON, J.M., 1999. *Como al león por sus garras*. Editorial Debate: Madrid).



Dorothy Crowfoot



Maria Geoppert



Lise Meitner



Marie Skłodowska (Curie)



Rosalín Franklind



Irene Joliot - Curie



Rosalyn Sussman



Gertrude Elion

Portada del llibre de C. Payne i científiques que han sigut guardonades amb el premi Nobel

“Una mujer conoce la frustración de pertenecer a un grupo minoritario. Podemos no ser realmente una minoría, pero ciertamente estamos en inferioridad de condiciones. Tempranas experiencias me habían enseñado que mi hermano era valorado por encima de mí. Su educación dictaba los movimientos de la familia. Debía ir a Oxford a cualquier precio. Si yo quería ir a Cambridge, debía apañármelas por mí misma. Pronto aprendí la lección de que un hombre podía escoger una profesión, mientras que una mujer debía ‘aprender a mantenerse por sí sola’. Presumiblemente, esto debía ser así hasta que encontrara un marido. Pero pronto vi que difícilmente yo podía aspirar a hacer eso, ya que no tenía dinero propio. Tal era el código social victoriano en el que crecí.

En mi caso, el obstáculo real para casarme era que no me relacionaba con hombres en absoluto. Existía una ley no escrita en nuestra casa, según la cual si mi hermano traía a algunos de sus amigos, sus hermanas debían aparecer lo menos posible. Esto era parte del código social de la escuela pública de chicos de la época, otro aspecto de la discriminación entre sexos.

Una o dos veces me invitaron a un baile, ofrecido por algún amigo del colegio como una fiesta de despedida. Esto constituía una intensa agonía. No sabía bailar...

Las cosas no mejoraron cuando fui a Cambridge. Se segregaba a las mujeres en las clases. Incluso se les emparejaba en el laboratorio, tratándolas -¿lo había imaginado?- como estudiantes de segunda clase. Podía haber sido diferente si yo hubiese sido alegre y atractiva, y hubiese llevado bonitos vestidos.

Pero era poco atractiva, cómicamente seria y agonizantemente tímida. El *demonstrator* del laboratorio de Física Avanzada le dijo a alguien -que amablemente me lo repitió- que yo era ‘lenta’. No se me ocurrió protestar. ¡Podía ser ignorante y torpe, pero *no lenta!* Decidí no prestar más atención a lo que pudiese decir Henry Thirkill: simplemente, no se daba cuenta. Desgraciadamente para mí, él era uno de los examinadores finales de Tripos [el examen más importante que se realizaba en la Universidad de Cambridge, del puesto que se obtuviera en él dependía una buena parte de la reputación posterior del estudiantes], y creo que fue responsable de colocarme en la segunda clase. Supe por rumores que el otro examinador, William Bragg, a quien yo adoraba, había querido situarme en un puesto más alto. Henry Thirkill me había retrasado...

La actitud hacia las mujeres que oprimió mi infancia y juventud era típica de la Inglaterra de la época. Cincuenta años no han cambiado mucho la situación. Aunque mi trabajo era bien conocido cuando tenía 30 años, estoy segura de que no habría tenido la menor oportunidad de obtener un puesto en Inglaterra entre el momento que fui a Harvard y aquel en que me jubilé en 1965... Aunque había ido a la Universidad correcta, había estudiado el tema equivocado. Uno no podía llegar a ser astrónomo en Inglaterra sin haber obtenido un lugar en la primera clase en el Mathematical Tripos. Y, por supuesto, yo era una mujer. El Observatorio Real era administrado por el Almirantazgo. El temible H. H. Turner manifestó que cuando se le preguntó a un candidato para el puesto de ayudante principal en Greenwich que pruebas había tenido que superar, replicó: ‘Entre otras cosas, tuve que subir por una

cuerda'. Yo habría fracasado en esa prueba; subir por cuerdas no ha sido nunca mi punto fuerte. La restricción al sexo masculino ya no domina el Observatorio Real, pero algo asfixia todavía a la astronomía en Inglaterra.

Hacemos las cosas mejor en Estados Unidos. Incluso hace 50 años, una mujer podía realizar investigaciones astronómicas y hacerse un nombre con sus publicaciones. Podía tener un puesto -sin un título, y mal pagada, es cierto- y codearse de igual a igual con cualquier astrónomo del mundo. En mis primeros días en Harvard, todo aquel que era alguien -y muchos más que iban a ser alguien-, se relacionaba con los demás, discutía y fraternizaba. Fueron aquellos unos días gloriosos... ¡De qué manera discutíamos, vagábamos por las calles y nos sentábamos hablando en los restaurantes hasta que el encargado apagaba, desesperado, las luces! Nos relacionábamos como iguales; nadie me trataba según mi sexo o mi juventud. Incluso, nadie pensó jamás en flirtear conmigo. Éramos científicos...”.

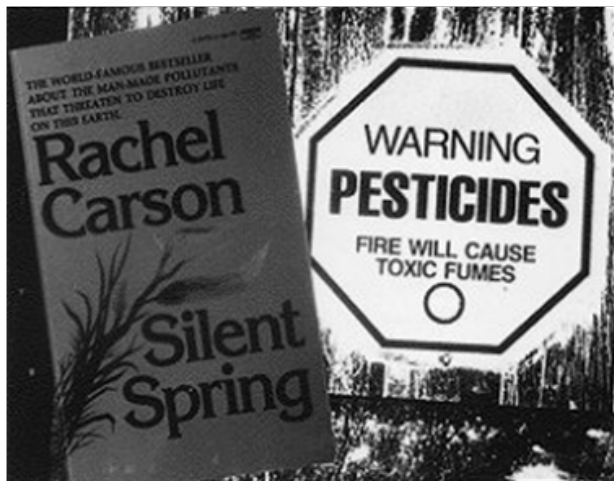
CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Fes una recerca per tal d'esbrinar les aportacions de Cecilia Payne a l'astronomia.
3. Assenyala altres dones que han contribuït d'una manera significativa al desenvolupament científic.
4. Elabora un escrit en què abordes la situació actual de la dona en la societat en general i en la ciència en particular.

9. progrés i contaminació

El text següent forma part d'un dels capítols de *Primavera silenciosa* (1962) de Rachel Carson (estret de SÁNCHEZ RON, J.M., 1999. *Como al león por sus garras*. Editorial Debate: Madrid).

“Por primera vez en la historia del mundo, todo ser humano está ahora en contacto con productos químicos peligrosos, desde el momento de su concepción hasta su muerte.



Portada del llibre de R. Carson i

En menos de dos décadas de su uso, los pesticidas sintéticos han sido distribuidos tan intensamente por el mundo inanimado al igual que por el animado que están presentes en prácticamente todas partes. Han sido recuperados de la mayor parte de los principales sistemas fluviales e incluso de corriente de agua subterránea que fluyen por la tierra sin que las veamos. Residuos de estos productos químicos permanecen en suelos a los que pueden haber sido aplicados una docena de años antes. Han penetrado y se han instalado en los cuerpos de peces, pájaros, reptiles y animales domésticos y salvajes tan universalmente que los científicos que llevan a cabo experimentos con animales encuentran casi imposible localizar ejemplares libres de tal contaminación. Se les ha encontrado en peces de remotos lagos de montaña, en lombrices enterradas en el suelo, en los huevos de pájaros y en el propio hombre. Estos productos químicos están ahora almacenados en los cuerpos de la vasta mayoría de los seres humanos. Aparecen en la leche materna, y probablemente en los tejidos del niño que todavía no ha nacido.

Todo esto ha llegado a producirse debido a la repentina aparición y prodigioso crecimiento



Segell commemoratiu

de una industria para la elaboración de productos químicos fabricados por el hombre, o sintéticos, con propiedades insecticidas. Esta industria es hija de la segunda guerra mundial. En el curso del desarrollo de agentes de guerra química, se encontró que algunos de los productos químicos creados en el laboratorio eran letales para los insectos. El descubrimiento no vino por azar: se utilizaban ampliamente insectos para comprobar los productos químicos como agentes de muerte para el hombre.

El resultado ha sido una aparentemente interminable corriente de insecticidas sintéticos. Al ser producidos por el hombre -mediante ingeniosas manipulaciones de las moléculas realizadas en el laboratorio, substituyendo átomos, alterando su disposición-, difieren profundamente de los más simples pesticidas inorgánicos de los días prebélicos. Éstos se habían obtenido de minerales y productos de plantas que

aparecen de manera natural: compuestos de arsénico, cobre, plomo, magnesio, cinc, y otros minerales, piretro de las flores secas del crisantemo, sulfato de nicotina de algunos de los familiares del tabaco y rotenona de las plantas leguminosas de las Indias Orientales.

Lo que sitúa en un lugar aparte a los nuevos insecticidas sintéticos es su enorme potencia biológica. Tienen intenso poder no meramente para envenenar, sino para entrar en los procesos más vitales de los cuerpos y cambiarlos en formas siniestras y a menudo mortales. Así... destruyen aquellas enzimas cuya función es proteger el cuerpo del daño, bloquean los procesos de oxidación de los que el cuerpo recibe su energía, previenen el funcionamiento normal de varios órganos y pueden iniciar en ciertas células el lento e irreversible cambio que conduce a la malignidad”.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Digues quina justificació principal et sembla que es dona d'aquest fet.
3. A quina conclusió arriba l'article? Hi estàs d'acord?
4. Indica què podem fer davant els insectes que ataquen els nostres conreus?
5. La idea segons la qual la natura és sàvia i que res del que ve de la natura no ens pot fer mal - o molt poc - està amplament estesa entre la població. En aquest sentit, l'autora sembla preferir els insecticides anteriors a la segona guerra mundial als actuals. Expressa la teua opinió sobre les bondats d'aquests insecticides “naturals”.

10. l'enginyeria genètica

Estret de WATSON, J.D., 2003. ADN. *El secreto de la vida*. Editorial Santillana: Madrid.

“El alcance total de los riesgos que entraña el uso de pesticidas no se puso de manifiesto hasta que Rachel Carson los documentó por primera vez. El impacto medioambiental



de los pesticidas de larga duración que contienen cloro, como el DDT -prohibidos en Europa y Norteamérica desde 1972- ha sido devastador. Además, existe el peligro de que nuestros alimentos acaben conteniendo residuos de estos pesticidas. Si bien es posible que estos productos no sean letales en pequeñas dosis -al fin y al cabo se diseñaron para matar animales de los que nos separa una considerable distancia evolutiva-, sigue preocupando el hecho de que puedan tener efectos mutagénicos que acaben por producir cánceres humanos y defectos de nacimiento...

Los agricultores que se dedican a los cultivos orgánicos han tenido siempre sus argucias para evitar los pesticidas. Un ingenioso método cuenta con una toxina obtenida de una bacteria (o a menudo la propia bacteria) para proteger las plantas de los insectos. El *Bacillus thuringiensis* (Bt) ataca de forma natural las células intestinales de los insectos,



Watson i manifestació en contra dels aliments genèticament modificats

dándose un festín de los nutrientes liberados por las células dañadas. Los intestinos de los insectos expuestos a la bacteria se paralizan causando la muerte de las criaturas por el efecto combinado de la inanición y el deterioro del tejido... [El Bt] se utilizó por primera vez como pesticida en Francia en 1938. Al principio se creía que sólo actuaba contra las larvas de los lepidópteros (polillas/mariposas), pero diferentes cepas han resultado eficaces en larvas de escarabajos y moscas. Lo mejor de todo es que la bacteria es específica de insectos: la mayoría de los intestinos animales

son ácidos, pero el intestino de las larvas de insectos es sumamente básico, precisamente el entorno en el que se activa la toxina nociva Bt.

En la era de la tecnología del ADN recombinante, el éxito del *Bacillus thuringiensis* como pesticida [ha llevado a los ingenieros genéticos a introducir el gen de la toxina Bt en el genoma de algunas plantas de cultivo]. Hoy día tenemos una gama completa de cultivos de diseño Bt, entre los que figuran el «maíz Bt», la «patata Bt», el «algodón Bt» y la «soja Bt»...”.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Digues quina justificació principal et sembla que es dona d'aquest fet.
3. A quina conclusió arriba l'article? Hi estàs d'acord?
4. Assenyala alguns dels avantatges i dels inconvenients que presenta conrear varietats de plantes Bt.

11. ACCEPTACIÓ definitiva de la TEORIA ATÒMICA

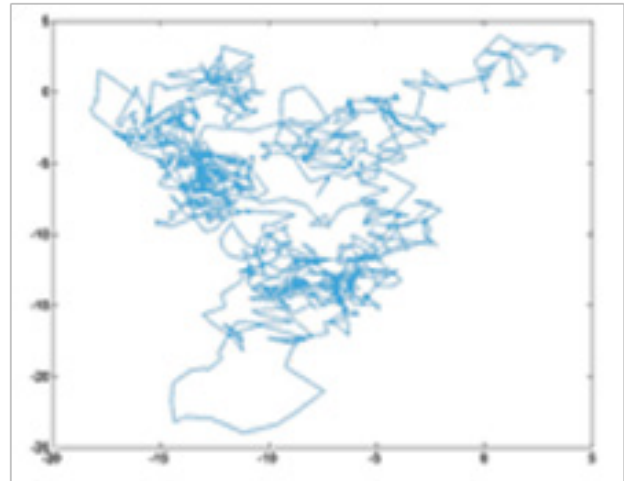
Text estret de LINDLEY, D., 2008. *Incertidumbre*. Editorial Ariel: Barcelona.



Tomba de Boltzmann en el Cementiri Central de Viena (foto de Tom Schneider).

“Si el calor no es más que el bullicio colectivo de átomos, entonces la física del calor tenía que derivar, en último término, de las leyes del movimiento de Newton que se aplicaban a esos átomos. Las colisiones atómicas tenían que ser tan susceptibles de calcularse como los cañones en la mesa de billar, en cuyo caso el comportamiento del calor tenía que ser igualmente predecible...

Si un grupo de átomos en movimiento, y por lo tanto, calientes, se mezcla con un grupo de átomos de movimiento lento, y por lo tanto, fríos, no resulta difícil de entender que el rebote aleatorio de los átomos tenderá a ralentizar a los rápidos y animar a los lentos hasta que todos, por término medio, se



Moviment brownià d'una partícula microscòpica

muevan a la misma velocidad. Entonces la temperatura será la misma en todas partes... El proceso opuesto -que los átomos rápidos aún lo sean más tomando energía de los lentos, que todavía se hacen más lentos- no parece

plausible. [Podemos explicar pues el hecho de que el calor fluye de los cuerpos calientes hacia los fríos, pero, no al revés]...

Sin embargo, las leyes de Newton, que gobiernan el movimiento de los átomos, [no prohíben que en un choque entre dos partículas la rápida aumenta la velocidad y la lenta la disminuya]...

Dilemas como [este] condujeron a algunos físicos [de finales del siglo XIX] a un punto de vista extremo: afirmaron que los átomos no podían ser reales, ya que conducían a una paradoja teórica. En algunos sectores, esta conclusión tuvo una buena acogida. En el mundo de habla germana sobre todo había surgido la denominada filosofía positivista de la ciencia, cuyos partidarios argumentaban que los átomos eran ante todo ilegítimos. Afirmaban que la ciencia debería ocuparse de lo visible y lo tangible, de aquello que los científicos podían observar y medir de forma directa. Esto significa que los átomos eran, en el mejor de los casos, especulativos y el razonamiento basado en ellos era estrictamente hipotético. Los positivistas mantenían con firmeza que los átomos no eran los ingredientes fácticos y fidedignos a partir de los cuales habría que construir la verdadera ciencia...

[Es así que] se convirtió en un asunto urgente para los físicos partidarios de los átomos reforzar su caso de una forma que aceptada por los positivistas. En 1896... Boltzmann... aportó un sencillo y claro argumento a favor de los átomos. Escribió: «los movimientos observados de partículas muy pequeñas en un gas pueden ser debidos a la circunstancia de que la presión ejercida en su superficie por el

gas a veces es un poco mayor, a veces un poco menor». En otras palabras, como un gas está compuesto por átomos y como esos átomos bailotean por todas partes de forma errática, una pequeña partícula dentro del gas sería empujada de forma impredecible adelante y atrás... [Boltzmann] era el primer físico con una profunda capacidad matemática al que se le ocurría la idea de que el movimiento browniano ofrecía una prueba visual directa no sólo de la naturaleza atómica del asunto, sino de la aleatoriedad inherente al movimiento atómico...

Pasó [una] década antes de que la historia del movimiento browniano alcanzara su conclusión decisiva y es en ese punto [donde aparece] Einstein. En 1905, Einstein era un inteligente y apuesto muchacho de veintiséis años que trabajaba en la oficina de patentes de Berna porque había sido incapaz de conseguir una posición académica.

Admirador de las densas y francamente prolijas monografías de Boltzmann, Einstein llegó a sentirse fascinado por las cuestiones estadísticas de la física y por la concomitante controversia sobre la existencia de los átomos. En algún momento, también él se dio cuenta de que una partícula lo bastante pequeña inmersa en un líquido rebotaría por todas partes a causa de las colisiones moleculares... [Pero] Einstein profundizó más. Se preguntó si el movimiento de una partícula lo bastante grande para ser vista con un microscopio podría constituir una prueba directa y cuantitativa de la hipótesis atómica -exactamente lo que pedían los positivistas, aunque afirmaron que era imposible-. Así que decidió calcular la respuesta.

No se trataba de un razonamiento sencillo... [pero Einstein encontró la forma de determinar] lo lejos que sus movimientos zigzagueantes harían que se desplazara en un período determinado de tiempo. Por ejemplo, se trazaba un pequeño círculo alrededor de la posición de partida de una partícula determinada y se preguntaba cuánto tardaría, por término medio, en alcanzar la circunferencia. De esta forma, Einstein obtuvo un resultado teórico que podía ser sometido a una análisis práctico...

Tres años después, en 1908, el físico francés Jean Perrin realizó una serie de cuidadosos

experimentos para medir el movimiento browniano y comparar los resultados con la teoría de Einstein. Todo concordaba y el trabajo de Perrin se cita muchas veces como la evidencia crucial y aplastante de la existencia de los átomos. Para la mayoría de los físicos, esto no fue ninguna sorpresa, sino más bien la agradable confirmación de algo que habían creído durante largo tiempo. Incluso los positivistas más acérrimos opuestos al atomismo, con una o dos excepciones tuvieron que claudicar.

A partir de entonces, los átomos eran innegablemente reales”.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Digue quina justificació principal et sembla que es dona d'aquest fet.
3. A quina conclusió arriba l'article?
4. Fes una recerca per tal d'esbrinar a partir de quin moment una part important de la comunitat científica comença a acceptar el model corpuscular de la matèria. Dona raons que puguin explicar perquè hagueren de passar tants anys abans de ser acceptada definitivament.

12. l'esgotament dels combustibles fòssils

Estret de McEWAN, I., 2011. *Solar*. Editorial Empúries: Barcelona.

“-El planeta –va dir [Beard -premi Nobel de física i que està involucrat en un projecte que pretén aprofitar l'energia solar-, dirigint-se a un grup d'inversors], i es va sorprendre a si mateix- està malalt.

Va haver-hi un gemec, seguit per un murmurí de desqualificació procedent del públic. Els gestors de fons de pensions preferien els termes més matisats [...]

-Guarir el pacient és una urgència, i serà car, potser pujarà fins al dos per cent del producte interior brut mundial, i potser molt més si retardem el tractament. Estic convençut, i he vingut aquí a dir-vos-ho, que qualsevol que vulgui col·laborar en la teràpia, formar part del procés i invertir-hi, farà molts diners, tants que mareja pensar-hi. Tenim entre mans l'arrencada d'una nova revolució industrial. Vet aquí l'oportunitat per a vostès. El carbó i

després el petroli han fet la nostra civilització, han estat uns recursos esplèndids, ens han tret, a centenars de milions, de presó mental de la subsistència rural. L'alliberament de la rutina laboral, combinat amb la nostra curiositat innata, ha generat, en tan sols dos-cents anys, un creixement exponencial de la nostra base de coneixements. El procés va començar a Europa i als Estats Units, s'ha estès, en el curs de la nostra vida, a porcions d'Àsia, i ara a l'Índia i a la Xina i a l'Amèrica del Sud, i l'Àfrica s'hi ha d'afegir. Tota la resta dels nostres problemes i conflictes amaguen un fet evident: amb prou feines podem entendre fins a quin punt hem tingut èxit.

»Hem de saludar, doncs, la nostra inventiva. Som uns micos molt espavilats. Però el motor de la nostra revolució industrial ha estat l'energia barata, accessible. No hauríem anat enlloc sense ella. Mirin si n'és de fantàstic. Un quilo de gasolina conté aproximadament mil tres-cents watts-hora d'energia. Costa de superar. Però hem de reemplaçar-lo. Amb què? Les millors bateries elèctriques que tenim emmagatzemen més o menys tres-cents watts-hora per quilo. I aquesta és l'escala del problema: mil tres-cents contra tres-cents. No hi ha color! Però, dissortadament, no ens podem permetre el luxe d'escollir. Hem de reemplaçar la gasolina ràpidament, per tres raons inapel·lables. La primera, i més simple, és que el petroli s'acabarà. Ningú no sap exactament quan, però hi ha el consens que arribarem al punt culminant de la producció en els pròxims cinc a quinze anys. Després, la producció començarà a baixar i, en canvi, la demanda d'energia continuarà pujant, perquè la població mundial augmenta i la gent lluita per aconseguir una vida millor. La

segona és que moltes àrees productores de petroli són políticament inestables i ja no podem arriscar encara més els nostres nivells de dependència. La tercera, i la més crucial, és que la crema de combustibles fòssils, l'emissió de diòxid de carboni i d'altres gasos a l'atmosfera, escalfa cada vegada més el planeta, i les conseqüències amb prou feines hem començat a entendre-les. Però la doctrina bàsica és clara. O bé ens calmem, i després ens aturem, o bé ens enfrontem a una catàstrofe econòmica i humana a gran escala durant la vida dels nostres nets.

»I això ens porta al problema central, al problema candent. Com podem alentir la marxa i aturar-nos i alhora sostenir la nostra civilització i treure milions de persones de la pobresa? No pas sent virtuoses, no pas anant al contenidor de reciclatge i baixant la temperatura del termòstat i comprant un cotxe més petit. Aquestes coses tan sols retarden la catàstrofe un o dos anys. Qualsevol retard és útil, però la solució no és aquesta. Hem de dur l'assumpte més enllà de la virtut. La virtut és massa passiva, massa limitada. La virtut pot motivar els individus, però, per als grups, per a les societats, per a tota una civilització, és una força massa feble. Les nacions no són mai virtuoses, tot i que de vegades es pensen que sí. En el conjunt de la humanitat, l'avidesa triomfa sobre la virtut. Hem de donar, doncs, la benvinguda, en els rengles de les nostres solucions, al mòbil ordinari de la recerca del

propi interès, i també hem de celebrar la novetat, l'entusiasme de la invenció, els plaers de l'enginy i de la cooperació, la satisfacció del benefici. El petroli i el carbó són portadors d'energia, i també ho són, d'una manera abstracta, els diners. I, és clar, la resposta a aquesta qüestió candent és on han d'anar exactament els diners, els seus diners: cap a una energia neta que ens puguem permetre.

»Imagin que sóc davant de vostès fa dos-cents cinquanta anys, i vostès són un conjunt de cavallers i de dames rurals, i faig la predicció que vindrà la primera revolució industrial, i els dic que inverteixen en carbó i ferro, màquines de vapor, molins de cotó i, més endavant, trens. O, pels volts d'un segle més tard, després de la invenció del motor de combustió interna, preveig la importància creixent del petroli i els urgeixo a invertir. O, cent anys més tard, a invertir en microprocessadors, en ordinadors personals i en internet i en les oportunitats que ofereixen. Doncs ara, senyores i senyors, som en un moment d'aquesta mena. No permetin que els tempti la il·lusió que l'economia mundial i els seus intercanvis de mercaderies poden existir al marge de l'entorn natural mundial. El nostre planeta Terra és una entitat finita. Tenen davant les dades, poden escollir: el projecte humà ha d'estar nodrit per una energia segura i neta, o fallarà i s'ensorrarà. Vostès, el mercat, o bé s'eleva a aquesta alçada, i de passada es fan rics, o bé s'ensorren amb tota la resta. Som tots damunt d'aquesta roca, no tenim enlloc més on anar...".

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
 2. A quina conclusió s'arriba en el text? Hi estàs d'acord?
 3. El carbó i el petroli han canviat la nostra societat en els últims 200 anys. Descriu algunes de les diferències, pel que fa al confort i la qualitat de vida, entre la societat de finals del s. XVIII i l'actual.
 4. Esbrina les reserves estimades de petroli i de carbó de què disposem.
 5. Fes un escrit sobre els avantatges i inconvenients d'utilitzar hidrogen com a substitut de la gasolina.
 6. Fes una recerca sobre els projectes més importants/prometedors que a hores d'ara es fan per tal d'usar l'energia solar com a font d'energia.
-

13. El canvi climàtic

Estret de McEWAN, I., 2011. *Solar*. Editorial Empúries: Barcelona

“Beard [premi Nobel de física i protagonista de la novel·la] no era del tot escèptic pel que fa al canvi climàtic. Era a la llista dels problemes, de les tristeses amenaçadores, que configuraven el rerefons de les notícies, i llegia sobre allò, vagament ho lamentava, i esperava que els governs s’hi encaressin i actuessin. I, evidentment, sabia que una molècula de diòxid de carboni absorbeix energia de la radiació infraroja, i que la humanitat posava a l’atmosfera unes quantitats considerables d’aquelles molècules. Però ara l’amoïnaven altres coses. I era indiferent davant de certs comentaris desmesurats segons els quals el món es trobava en «perill» i la humanitat anava a la deriva cap al desastre, perquè les ciutats costaneres començarien a desaparèixer sota les ones, hi hauria males collites i centenars de milers de refugiats vessarien d’un país o d’un continent ca a un altre empesos per la sequera, les inundacions, la gana, les tempestes, les

guerres incessants per recursos cada vegada més escassos. Hi havia una cantarella d’Antic Testament en els pronòstics, un tuf de pesta bubònica i de pluja de granotes que suggeria la profunda i constant inclinació, manifestada al llarg dels segles, a creure cadascú que vivia la fi del temps, que la pròpia mort estava vinculada íntimament a la fi del món i, per tant, tenia més sentit, era una mica menys irrellevant. La fi del món no era mai en el present, un moment en el qual podia ser percebuda com la fantasia que era, sinó just en tombar la cantonada, i, si no s’esdevenia, no trigarien a aparèixer una nova previsió i una nova data. El vell món purificat per la violència incendiària, netejat a fons amb la sang dels no redimits, així havia anat amb les sectes mil·lenaristes cristianes: mort als infidels! I amb els comunistes soviètics: mort als kulaks! I amb els nazis i aquella fantasia dels mil anys: mort als jueus! I després l’equivalent contemporani, realment democràtic, la guerra nuclear total: mort a tothom! En no succeir res de tot això, i després que l’imperi soviètic hagués estat devorat per les contradiccions internes, i en absència de qualsevol altra preocupació que anés més enllà de l’avorriment, la intransigent pobresa planetària i la tendència apocalíptica havien invocat encara una altra bèstia”.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
 2. Explica en què consisteix el canvi climàtic.
 3. L'IPCC és un grup intergovernamental que estudia el canvi climàtic. Assenyala com està constituït aquest grup i resumeix les principals conclusions fetes a l'últim informe.
 4. S'han fet algunes cimeres mundials per tractar d'eixir al pas del problema de l'escalfament del planeta. Assenyala els acords més importants a què s'arriba en l'última.
 5. Considera detingudament allò que es diu en l'última part del text i indica si estàs d'acord.
-

14. EL CANVI CLIMÀTIC II

Estret de McEWAN, I., 2011. *Solar*. Editorial Empúries: Barcelona.

“-[Beard -premi Nobel de física i que està involucrat en un projecte que pretén aprofitar l’energia solar-, dirigint-se a un grup d’inversors] Vaig llegir al diari d’ahir que d’aquí a només quatre anys arribarem al bicentenari del naixement de Charles Darwin i al cent cinquanta aniversari de la primera edició de *L’origen de les espècies*. Sens dubte les commemoracions enfosquiran l’obra d’un gran científic victorià, un irlandès anomenat John Tyndall, que va començar un estudi seriós de l’atmosfera aquell mateix any, el 1859. Un dels seus focus d’interès era la llum i per això sento una gran afinitat amb ell [...] Va construir un equip experimental que mostrava com el vapor d’aigua, el diòxid de carboni i altres gasos eviten que l’escalfor terrestre obtinguda del sol sigui reflectida de tornada a l’espai i, d’aquesta manera, fan possible la vida. Traiem

aquest llençol de vapor i de gasos i com ell va dir cèlebrenment (Beard es va treure una targeta de la butxaca de pit de la jaqueta i va llegir): ‘Sens dubte destruiríeu tota plana que pugui ser destruïda per la temperatura de congelació. L’escalfor dels nostres camps i jardins es vessaria a l’espai sense compensació, i el sol sortiria sobre una illa subjectada per la mà de ferro del gel’.

»A començaments del segle XX, uns quants sabien que la civilització industrial emetia diòxid de carboni a l’atmosfera. Amb el pas dels anys es va entendre de quina manera exacta una molècula d’aquest gas absorbeix i conté les longituds d’ona més llargues de llum radiada i atrapa l’escalfor. Més diòxid de carboni vol dir un planeta més calent. En els anys seixanta, un satèl·lit no tripulat va descobrir que el nostre veí Venus té una atmosfera composta en un noranta cinc per cent per diòxid de carboni. I la superfície del planeta es troba a més de quatre-cents seixanta graus, , una temperatura suficient per fondre zinc. Si no fos per l’efecte hivernacle, la Terra tindria una temperatura si fa no fa igual a la de Venus. Fa cinquanta anys, emetíem cada any tretze mil milions de tones mètriques de diòxid de carboni a l’atmosfera. Ara la xifra és gairebé el doble. Fa més de vint-i-cinc anys que els científics van alertar per primera vegada el govern dels Estats Units d’un canvi climàtic antropogènic. Els darrers quinze anys hi ha hagut tres informes del Grup Intergovernamental d’Experts sobre el Canvi Climàtic, cadascun més urgent que l’anterior. L’any passat, un estudi de prop de mil publicacions científiques no va trobar ni un sol article que dissentís de l’opinió majoritària. Oblidin les taques solars, oblidin el meteorit Tunguska de 1908, ignorin els lobbys de la

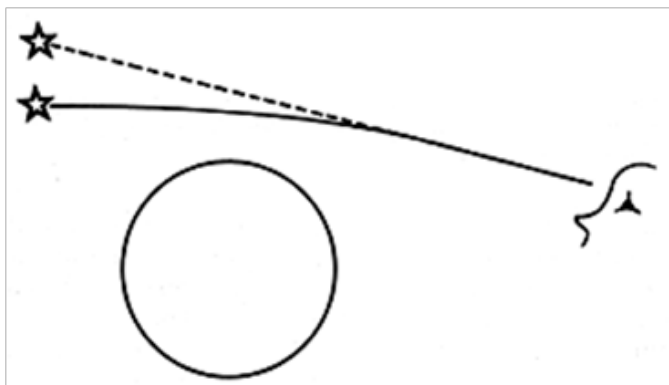
indústria petroliera i els seus think tanks i els clients mediàtics que volen fer creure, com ho ha intentat el lobby del tabac, que hi ha dues maneres de veure la qüestió, que els científics estan dividits. La ciència és relativament simple i unilateral, i està al marge de dubtes. Senyores i Senyors la qüestió ha estat discutida en els últims cinc cinquanta anys, des de fa tan de temps com la publicació de L'origen de les espècies, i és tan inqüestionable com ho són les nocions bàsiques de la selecció natural. Hem observat i en coneixem els mecanismes, hem mesurat i les xifres ens expliquen la història: la Terra s'escalfa, i sabem per què. No hi ha cap controvèrsia científica, només el fet evident”.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descric-ho amb les teues paraules.
2. Contrasta en quina mesura allò que s'afirma en el text coincideix amb el punt de vista acceptat per la comunitat científica.
3. En el text s'afirma que si no fóra per l'efecte hivernacle la temperatura de la Terra seria semblant a la de Venus. Enraona fins a quin punt podem acceptar-ho?
4. Explica en què consisteix el canvi climàtic.
5. L'IPCC és un grup intergovernamental que estudia el canvi climàtic. Assenyala com està constituït aquest grup i resumeix les principals conclusions fetes a l'últim informe.
6. Esbrina quina relació pot haver entre el canvi climàtic i les taques solars.
7. S'han fet algunes cimeres mundials per tractar d'eixir al pas del problema de l'escalfament del planeta. Assenyala els acords més importants a què s'arriba en l'última.

15. LA DIFICULTAT PER CONTRASTAR ALGUNES HIPÒTESIS (i)

Estret de VOLPI, J., 2002. *En busca de Klingsor*.
Editorial Seix Barral: Barcelona



Posició aparent i real d'un estel

“El 10 de noviembre de 1919, el New York Times publicó en su primera página la siguiente noticia:

LUCES CURVAS EN LOS CIELOS

Hombres de ciencia Más o Menos
Sorprendidos por los Resultados de las
Observaciones del Eclipse

TRIUNFA LA TEORÍA DE EINSTEIN

Las Estrellas No están Donde Parecía
O Donde se Calculaba que estaban
Pero Nadie debe Preocuparse

UN ESCRITO PARA 12 SABIOS

Nadie más en todo el Mundo puede
Comprenderlo, Dijo Einstein Cuando
sus Editores lo Aceptaron

Albert Einstein tenía cuarenta y cinco años y, sin embargo, era la primera vez que su nombre aparecía en el diario neoyorquino. Habían transcurrido ya tres lustros desde la publicación de su primer artículo sobre la relatividad especial, titulado «Sobre la electrodinámica de los cuerpos en movimiento» (1905) —en el cual aparecía la famosa fórmula $E=mc^2$ —, y cuatro desde su última revisión sobre la relatividad general, pero era ahora cuando el público llano tenía noticia de su importancia. A partir de esta fecha, Einstein se convirtió en una especie de oráculo —un símbolo de los nuevos tiempos—, y cada una de las palabras que pronunciaba comenzó a ser reproducida por los periódicos de todo el mundo. Hacía apenas unos meses que se había firmado el Tratado de Versalles dando por terminada la Gran Guerra, y el mundo había empezado a ser distinto. A lo largo de todo el orbe se tenía la impresión de que se iniciaba una nueva época para la humanidad y Einstein parecía como el profeta al cual acudir en busca de consejo. En una carta dirigida a su amigo

Max Born –uno de los primeros intérpretes de la teoría de la relatividad-, él mismo se lamentaba con la discreta vanidad de que hacía gala: «Como el hombre del cuento de hadas que transformaba en oro todo lo que tocaba, en mi caso todo se convierte en escándalo periodístico».

Entre 1916 y 1917, Einstein había estado ideando una forma de comprobar la teoría de la relatividad general. Por desgracia, había pocas formas de verificar que estaba en lo cierto. Una de ellas era medir la curvatura que sufre la luz al acercarse a una masa lo suficientemente grande, y esto sólo podía hacerse durante un eclipse de sol. Por desgracia, Europa estaba en guerra y la comunicación de los científicos alemanes con el resto del mundo había sido interrumpida. Muy pocos físicos pudieron enterarse entonces de los propósitos de Einstein, el cual tuvo que esperar a que concluyesen los enfrentamientos para encontrar a alguien capaz de verificar sus suposiciones.

Desde antes de la guerra, Einstein había mantenido contacto con Sir Arthur Eddington. Cuando pudo volver a escribirle, el célebre astrofísico inglés no tardó en entusiasmarse con la idea de comprobar experimentalmente la teoría de la relatividad. La fecha precisa para llevar a cabo la medición era el 29 de mayo de 1919, apenas unos meses después de la firma del armisticio, cuando podría admirarse, desde cualquier punto cercano al ecuador terrestre, un formidable eclipse de sol. A principios de ese año, Eddington al fin obtuvo un financiamiento de mil libras por parte del astrónomo real, Sir Frank Dyson, para emprender su viaje al ecuador.

Eddington preparó dos expediciones, una que se instalaría en la isla Príncipe, en la costa occidental de África –dirigida por él mismo-, y otra en Sobral, al norte del Brasil. Según sus cálculos, ambos puntos eran perfectos para llevar a cabo las mediciones

sobre la desviación que sufre la luz estelar al acercarse a la luna. De acuerdo con Einstein, ésta debía de ser de 1.745 segundos de arco, el doble de lo previsto por la física tradicional. Con el apoyo de Dyson, Eddington partió rumbo a Príncipe en marzo.

El 29 de mayo, día del eclipse, Eddington se despertó de madrugada sólo para comprobar, decepcionado, que la isla estaba cubierta por una obstinada nubosidad que parecía dispuesta a arruinar sus planes. Después de tanto preparativos y esfuerzos, la propia naturaleza traicionaba a sus estudiosos. Cabía esperar el consuelo de que el equipo de Sobral obtuviese los resultados, pero ello no bastaba para mejorar el ánimo del astrónomo. Eddington no deseaba la gloria que podría depararle el experimento, sino el orgullo de haber sido el primero en comprender la nueva noción del mundo. Como si alguien quisiese burlarse de él, a los pocos minutos se inició, para colmo, una de las más agresivas tormentas que hubiese vista en su vida. Los truenos sonaban en los oídos de Eddington como secos golpes de artillería. Si las cosas seguían así la única curvatura que presenciaria el astrónomo sería la de las palmeras sacudidas por el huracán. Los telescopios, las cámaras fotográficas y los demás instrumentos de medición permanecían al abrigo de los elementos, inútiles y fatuos frente a las explosiones del cielo.

A la una y media de la tarde, cuando Eddington estaba a punto de dejarse vencer por la apatía, ocurrió el milagro: las nubes comenzaron a alejarse impulsadas por un viento refrescante y sabio. Eddington apresuró a los miembros de su equipo: sólo faltaban ocho minutos para el inicio del eclipse. Todos creían que les había sido concedido contemplar la historia del universo resumida en unos cuantos segundos: el sol apareció, radiante y altanero, sólo para ser devorado casi de inmediato por las tinieblas de su

contrincante lunar. En medio de ese crepúsculo inconcebible, las aves aturdidas emprendían el regreso a sus nidos mientras que los monos y los lagartos se disponían a un sueño anticipado. Un blanco silencio impregnaba mágicamente aquella noche transitoria. Con perfecta sincronía, las cámaras atraparon el momento.

Durante los tres días siguientes, Eddington se encerró en un improvisado cuarto oscuro a revelar los dieciséis fotogramas que había conseguido para luego efectuar los cálculos necesarios. Sólo cuando las primeras imágenes aparecieron entre los concentrados, como si fueren espectros perdidos en las aguas, el astrónomo supo que había tenido éxito.

Tras revisar una y otra vez las mediciones, Eddington salió de su refugio con el orgullo del obispo que corona a un nuevo monarca. El resultado era contundente a pesar de un pequeño margen de error: Einstein había triunfado. Todavía pasaron unas semanas para que esta victoria lograra recorrer el mundo. No fue sino hasta ese 10 de noviembre de 1919, cinco meses después del experimento, que el *New York Times* proclamó la noticia”.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Constata en quina mesura la descripció que es fa en el text coincideix amb la versió que donen els historiadors de la ciència.
3. Fes una recerca històrica per tal de decidir si podem afirmar, com aparentment es fa en el text, que l'experiment dirigit per Eddington constitueix allò que se'n diu un experiment crucial.

16. la dificultat de contrastar algunes hipòtesis (ii)

IBAÑEZ, J. M., ALOY, M. A. i QUILIS, V., 2009. «Creant universos virtuals». *Mètode. Revista de Difusió de la Investigació*, 64: 91-97.

“L’ús del telescopi per Galileu, ara fa 400 anys, va fer possible que foren les observacions astronòmiques les que es feren servir per tal de validar o rebutjar una hipòtesi, en lloc de les prescripcions teològiques. Actualment, les observacions en els camps de l’astrofísica i la cosmologia no són molt diferents, en esperit si més no, a les rudimentàries de Galileu. En ambdós casos ens fem preguntes, obtenim dades observacionals i, finalment, validem o rebutgem una hipòtesi inicial.

[...] Cada vegada que descobrim un nou fenomen astrofísic, apareixen un gran nombre de models teòrics que tracten d’explicar-lo. Les erupcions de raigs gamma en són un exemple paradigmàtic: a final dels anys vuitanta, el nombre de models proposats era superior al centenar, molts dels quals eren excloents entre si. Davant d’una situació com aquesta ens

sobta una pregunta fonamental: és possible minimitzar els errors continguts en els models teòrics en astrofísica i cosmologia i amplificar el poder revelador de les observacions?

La resposta és afirmativa. En aquest article expliquem com la supercomputació pot considerar-se com l’analogia moderna i virtual del telescopi de Galileu. La supercomputació ens permet provar de convertir la naturalesa observacional de l’astrofísica i la cosmologia en una altra de tipus experimental. La simulació numèrica no sols s’ha convertit en un dels tres pilars bàsics de l’avenç de la ciència i la enginyeria juntament amb observació/experimentació i teoria, sinó que en alguns aspectes lidera la generació de coneixement perquè permet explorar aspectes que són fora de l’abast de qualsevol altre mètode [...].

Una de les troballes teòriques més importants del segle passat va ser entendre que gran part dels objectes astrofísics, així com el medi interestel·lar i intergalàctic, i el mateix univers com un tot, poden ser modelitzats com fluids en un grau d’aproximació més que suficient. Per tal de resoldre numèricament problemes que involucren medis continus és necessari fer-ho mitjançant una col·lecció finita de punts, que han de ser representatius de les diferents variables que defineixen el sistema (pressió, temperatura, densitat, camp de velocitats...). Cada punt canvi el seu estat d’acord amb les equacions que governen el model. Com més gran siga el nombre de punts que fem servir per modelitzar el sistema, més exacte serà el model. En la pràctica, són necessaris molts i molts punts per resoldre correctament les escales d’interès del problema. Una estimació molt senzilla ens diu que, per tal de realitzar un càlcul típic en tres dimensions, necessitaríem

mesos de càlcul en un ordinador convencional.

Clarament, el nostre ordinador de taula no és suficient, i més encara si, per tal de realitzar el nostre estudi, hem de recórrer l'espai de paràmetres, de manera que hem de repetir el càlculs nombroses vegades, depenent de la dimensió d'aquest espai que volem explorar. Es fa, doncs, imprescindible l'ús de superordinadors i de molts processadors en paral·lel [...].

De manera genèrica, podem classificar les simulacions numèriques en dos grans grups: simulacions numèriques directes i simulacions numèriques paramètriques. Mentre que les primeres pretenen obtenir resultats a partir de lleis bàsiques, primers principis i un conjunt reduït de paràmetres, les segones posen en

joc models elaborats, generalment, depenen de molts paràmetres. Les primeres tenen un alt poder predictiu i donen respostes clares als problemes. No obstant això, la nostra comprensió teòrica del món físic és insuficient per tal de reduir a primers principis totes les qüestions.

A més, les simulacions directes necessiten grans recursos computacionals per tal de fer prediccions macroscòpiques perquè s'adrecen a escales espacials i temporals extremadament petites. Açò justifica l'ús de les simulacions paramètriques com a metodologia per obtenir un coneixement raonable. Tenen un poder predictiu més limitat i es fan servir generalment per tal de validar models teòrics existents o per estendre'ls al règim no lineal, on els càlculs analítics són impossibles”.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Assenyala si estàs d'acord amb aquesta manera de treballar.
3. Indica altres camps de la ciència on s'utilitze la supercomputació.

17. podem ser envaïts per extraterrestres?

BALLESTEROS, F., 2010. «Invasions alienígenes». *Mètode. Revista de Difusió de la Investigació*, 66: 122-123.

“[...] Segons Hawking, correm el risc que, en delatar la nostra presència, aquests éssers [els extraterrestres] vinguin a envair-nos i a apoderar-se dels nostres recursos, destruint en el procés la raça humana. Hawking advertix també que aquests extraterrestres podrien portar patògens per als quals no tenim resistència, amb la qual cosa si no ens maten els aliens, ho faran les seues malalties. [...]

Amb tot el respecte degut a Hawking, en realitat estem prou protegits contra una invasió extraterrestre. Aquesta protecció ens la proporciona la inimaginable gran distància entre els estels. Creieu-me, literalment inimaginable. És la millor garantia que no serem envaïts per aliens hostils. El 1950 Fermi va calcular que si el viatge interestel·lar fóra possible, si per a una civilització fóra relativament fàcil passar d'un estel al següent i establir-s'hi, colonitzar la galàxia seria una

empresa que costaria uns 50 milions d'anys. D'acord, molt de temps, però la galàxia té una antiguitat de 13.600 milions d'anys. Hi ha hagut temps de sobra per colonitzar-la unes quantes vegades. Llavors, per què no ens han colonitzat ja? Potser perquè el viatge interestel·lar no és tan fàcil com el pinten. Els perills que entranya desplaçar-se entre sistemes estel·lars potser tan elevats que aquests viatges només en comptades ocasions tenen èxit. Per a passar d'un estel al més pròxim, a uns cinc anys llum de mitjana, en un temps assumible pel viatger, caldria anar molt de pressa (a un 10% de la velocitat de la llum, es tardarien cinquanta anys) i a aquesta velocitat augmenta el risc (i la violència) de qualsevol col·lisió amb un objecte interestel·lar petit inadvertit.

En tot cas, la civilització més pròxima no està just en l'estel del costat, sinó més probablement a 1000 anys llum o més lluny. No tindria sentit enviar una expedició de conquesta que tardaria mil·lennis a arribar-hi, per a trobar-se qui sap què; tal vegada una civilització que està molt avançada o potser un món destruït. No. Perquè una invasió alienígena tinga èxit, ha de venir de ben prop. [...]

No obstant això no caldria descartar una invasió alienígena microbiana a l'estil de *L'amença d'Andròmeda*. En efecte, el principal problema a què s'enfronta el projecte per portar una mostra marciana a la Terra (la futura missió Mars Sample Return) és el d'aïllar sense cap risc la mostra, a fi de no contaminar la Terra amb algun possible organisme marcià (per al qual potser el nostre sistema immunològic no estiga preparat i es produiria una pandèmica devastadora). Però si bé no és descartable aquesta possibilitat, el més probable és que els microbis alienígenes les passarien de tots

els colors en arribar a la Terra. Mart és un món pràcticament mort. Si encara hi queda vida, aquesta és l'excepció, organismes que amb prou feines sobreviuen al límit de l'existència. En canvi a la Terra la vida és la norma. Vivim en un món en que la competència entre les diferents formes de vida és feroç, un món que és una perpètua cursa armamentística d'uns organismes contra els altres, depurada per milions d'anys de lluita. Els organismes més veloços, els més virulents, els més verinosos, es donen en aquest planeta. Els pobres microbis marcians probablement no aguantarien el primer assalt.

De fet, la invasió alienígena més probable és la que ocorreguera en la direcció oposada: que formes de vida de la Terra envaesquen Mart. Nosaltres (o millor dit, els organismes terrestres) seríem els alienígenes de que caldria resguardar-se. El risc és, de fet, bastant gran, perquè hi ha bacteris que demostren ser

increïblement resistents a les dures condicions de l'espai interplanetari. Per tant, les sondes destinades a entrar en contacte amb el sòl marcià són esterilitzades a consciència. [...]

Tornant a les obsessions de Hawking, cal reconèixer que un cert tipus d'invasió interestel·lar sí que seria possible: una invasió cultural. Si rebérem un missatge dels nostres veïns galàctics explicant-nos de la seua existència, ciència i cultura, rebríem un xoc que posaria de cap per avall la nostra societat. Ja hem tingut abans xocs semblants, com quan els científics del Renaixement ens van fer veure que el Sol i els planetes no giraven al voltant de la Terra, que no érem el melic de l'univers, o com quan el bo de Darwin ens va demostrar que érem un encàrrec especial a la terrisseria de l'Edén. I la veritat, aquests xocs li van anar bastant bé a la nostra espècie.

Frise d'impaciència esperant la invasió.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Digues quina justificació principal et sembla que es dona d'aquest fet.
3. A quina conclusió arriba el text? Hi estàs d'acord?

18. fonts d'energia ETERNES i netes

McEWAN, I., 2011. *Solar*. Editorial Empúries: Barcelona.

“[...] a finals de segle, el govern Blair desitjava estar, o desitjava que semblés que estava, compromès amb el canvi climàtic d'una manera pràctica i no tan sols retòrica i va anunciar una sèrie d'iniciatives entre les quals figurava el Centre, una instal·lació de recerca bàsica que necessitava com a director un mortal salpebrat amb les pólvores màgiques d'Estocolm [Beard fou el primer director]. En l'àmbit polític, havia estat anomenat un nou ministre, un ambiciós nadiu de Manchester amb un toc populista, orgullós del passat industrial de la seva ciutat, el qual va dir, en una roda de premsa, que «obriria l'aixeta del geni» del poble britànic i convidaria a tothom a proposar idees i projectes pel que feia a l'energia neta. Va prometre, davant de les càmeres, que totes les proposicions rebrien una resposta. Al cap de sis setmanes, l'equip de Braby [funcionari en cap del Centre] (mitja

dotzena d'investigadors de postdoctorat mal pagats allotjats en quatre cabanes provisionals en mig d'un mar de fang) havia rebut centenars de proposicions. La major part eren d'individus solitaris que escrivia des de coberts de jardí, i algunes eren d'empreses emergents amb logotips llampants i «patents en tràmit».

A l'hivern de 1999, en el curs de les visites setmanals al lloc, Beard va mirar una mica els munts classificats sobre d'una taula improvisada. En aquella allau de somnis hi havia unes constants clares. Unes proposicions utilitzaven l'aigua com a combustible per a cotxes, reciclaven les emissions -vapor d'aigua) i les retornaven al motor; altres eren versions diverses del motor o generador elèctric, les prestacions del qual superaven el consum i funcionaven, aparentment, a partir de l'energia del buit (l'energia que presumptament hi havia a l'espai buit) o a partir, a partir de Beard, de les violacions de la llei de Lenz. Totes eren variants de la màquina del moviment perpetu. Aparentment, aquells inventors autodidactes no sabien res de la llarga història dels seus ginys, perquè, si realment funcionaven, destruirien sencers els fonaments de la física moderna. Els inventors de la nació es rebel·laven contra les lleis primera i segona de la termodinàmica, la qual era un consistent mur de plom. Un dels doctors va proposar que repartissin les idees segons les lleis que les violaven: la primera, la segona o totes dues.

Hi havia un altre tema corrent. Dintre de certs sobres no hi havia plànols, tan sols una carta, a vegades de mitja pàgina, a vegades de deu. L'autor (era sempre «ell») deia que ho sentia però s'abstenia d'incloure plànols detallats perquè ja se sabia que les agències governamentals tenien molt a témer de la

mena d'energia que la màquina aportaria, perquè esgotaria una font important d'ingressos fiscals. O bé les forces armades s'apropriarien de la idea, la declararien *top secret* i la desenvoluparien per a fins propis. O bé els subministradors d'energies convencionals farien que uns sicaris, a garrotades, reduïssin l'inventor a puré a fi de preservar la supremacia del negoci. O algú robaria la idea i es faria ric. Hi havia exemples notoris de tot allò, afegia potser l'autor. Els dibuixos, per tant, només serien ensenyats en una adreça determinada a un representant del Centre, el qual havia d'anar-hi sol, i tan sols a condició que hi intervinguessin uns intermediaris”.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Indica en què consisteixen el primer i segon principi de la termodinàmica.
3. Assenyala fonts d'energia més raonables de les que es proposen al text i indica què podem fer perquè les generacions futures disposen d'energia.

19. El caràcter incomplet de la mecànica quàntica

McEWAN, I., 2011. *Solar*. Editorial Empúries: Barcelona.

“Com a resposta a la pregunta recíproca, Beard va dir que era un físic teòric. Sonava sempre com una mentida. L'escultor es va quedar un moment en silenci [...] i va fer una pregunta sorprenent. El senyor Beard sabia excusar la ingenuïtat i la ignorància d'un home sense instrucció, però l'estranya realitat descrita per la mecànica quàntica era una descripció del món real o simplement un sistema que funcionava? Beard, contagiats per l'estil cortesà del mallorquí, el va felicitar per la pregunta. Ell mateix no hauria pogut formular-la millor, perquè no hi havia cap interrogant millor sobre la mecànica quàntica. Era un tema que havia presidit anys sencers de la vida d'Einstein i l'havia dut a insistir que la teoria era correcta però incompleta. Ell, intuïtivament, no podia acceptar que no hi hagués cap realitat si ningú no l'observava, o que la realitat fos definida per l'observador, com semblava que deien Bohr i companyia. Segons la memorable frase d'Einstein, hi havia allà fora una «situació

factual real». «Si una mosca observa», havia preguntat una vegada, «això fa que canviï l'estat de l'univers?». La mecànica quàntica semblava indicar que el mesurament de l'estat d'una partícula podia determinar instantàniament l'estat d'una altra, encara que fos molt lluny. Però allò era «espiritualista» als ulls d'Einstein, era una «esborronadora acció a distància», perquè res no podia anar més de presa que la velocitat de la llum. El Beard realista simpatitzava amb la prolongada i fracassada lluita d'Einstein contra la brillant capelleta dels pioners del quàntum, però calia assumir-ho: les proves experimentals suggerien que podia haver-hi realment unes correlacions a distància esborronadores i la textura de la realitat a petita i a gran escala desafiava el sentit comú. Einstein també estava convençut que les matemàtiques necessàries per descriure l'univers es revelarien a la llarga com a elegants i relativament senzilles. Però ja en vida d'Einstein havien estat descobertes dues noves forces fonamentals, i des d'aleshores un confús desplegament de noves partícules i antipartícules havia complicat cada vegada més el panorama, com també ho havien fet diverses dimensions imaginàries i tota mena d'espais desendregats. Però Beard s'aferrava encara a l'esperança que, gràcies a més revelacions, sorgiria un geni i proposaria una teoria omnicomprendiva que ho vincularia tot en una formulació d'una bellesa imponent. Al cap de molts anys (era una brometa, i va fer-la tot posant una mà confiada en el braç de Jesús [el seu interlocutor mallorquí]), havia renunciat finalment a l'esperança que ell era el mortal escollit per trobar aquell Greal”.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
 2. Indica breument sobre què tracta la mecànica quàntica.
 3. Feynmann, premi Nobel i un dels físics més brillants de la segona meitat del segle XX, afirmava que l'experiència de la doble escletxa és clau per a donar-li sentit a la mecànica quàntica. Explica en què consisteix aquesta experiència i presenta els resultats tan sorprenents que s'obtenen. Quins problemes ens presenten aquests resultats?
 4. En el text s'indica que, segons la mecànica quàntica, l'acte de mesurar l'estat d'una partícula pot determinar l'estat d'una altra, i això li fa pensar a Einstein en una acció a distància. Explica què significa això d'acció a distància.
 5. En el text s'afirma que la mecànica quàntica desafia el sentit comú, assenyala alguns d'aquests aspectes desafiadors.
 6. Què són les antipartícules?
 7. Esbrina què en pensen els físics actuals sobre la validesa de la mecànica quàntica.
-

20. LA UTILITZACIÓ D'IDEES CIENTÍFIQUES EN CAMPS ALIENS

McEWAN, I., 2011. *Solar*. Editorial Empúries: Barcelona.

“Tot escoltant, com solia, al costat de Jesús des del racó que compartien a la sala d'esbarjo, Beard va intervenir només una vegada, la darrera vetllada, quan un esprimatxat novel·lista anomenat Meredith, oblidant, aparentment, que hi havia un físic present, va dir que el principi d'incertesa de Heisenberg, segons el qual si coneixes millor la posició d'una partícula en coneixes pitjor la velocitat i viceversa, expressava en el nostre temps una pèrdua de «la brúixola moral», la dificultat dels judicis absoluts. Beard va ser aspre en interrompre'l. Valia la pena ser exacte, va dir a aquell home de cabells curts i amb ulleres de muntura suspesa. La qüestió no era la velocitat sinó el moment, o, dit d'una altra manera, la velocitat per la massa. Davant d'aquella puntualització primmirada va haver-hi queixes ofegades. Beard va dir que el principi no era aplicable en absolut a l'esfera moral. Ben al contrari, la mecànica quàntica era un predictiu esplèndid de la probabilitat estadística dels

estats físics. El novel·lista es va posar vermell, però no es va retractar. Potser no sabia amb qui parlava? Bé, sí, d'acord, però allò no era la certesa. I Beard, que just aleshores acaba de vuitè vas de vi i sentia que el nas i el llavi superior s'arronsaven de menyspreu envers un ignorant intrús en el seu territori, va dir ben fort que el principi no era incompatible amb el coneixement precís de l'estat, per exemple, d'un fotó, a condició que fos possible observar-lo repetidament. L'analogia dins de l'esfera moral podria ser la reconsideració repetida d'un problema moral abans d'arribar a una conclusió. Però justament, vet aquí: el principi de Heisenberg només seria aplicable si la suma d'allò cert i d'allò fals dividida per l'arrel quadrada de dos tingués algun sentit.

El silenci a la sala no era tant d'estupefacció com d'incomoditat. Meredith, desvalgut, mirava Beard, i aquest va picar amb el puny a la taula.

Aleshores, digui'm. A veure com s'ho fa per aplicar Heisenberg a l'ètica. Allò cert més allò fals partit per l'arrel quadrada de dos. Què coi vol dir, això? No res!

Barry Picket va intervenir i va desviar la discussió.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
 2. Assenyala en què consisteix el principi d'incertesa.
 3. Mostra que realment és la massa el factor que fa que no puguem ser tan precisos com vulguem a l'hora d'indicar la posició o la velocitat.
 4. Explica què significa això que la mecànica quàntica fa prediccions probabilístiques.
 5. De vegades en la vida diària alguna gent utilitza termes amb un suposat significat científic per tal d'explicar situacions complexes. Indica algunes d'aquestes situacions i els conceptes usats.
-

21. A propòsit de la nanotecnologia

PÉREZ, J., ESCOLANO, C. I VAN RIJN, M., & Willems Consulting Venturing, 2009. «Introducció a les nanotecnologies i les nanociències». ACCIÓ CIDEM/ COPCA.

“La nanotecnologia en un producte de consum: cremes de protecció solar.

L'ús de nanopartícules en cremes de protecció solar és, actualment, una de les aplicacions més comunes de la nanotecnologia en productes de consum. Hi ha més de 300 cremes de protecció solar al mercat que contenen nanopartícules d'òxid de zinc (ZnO) o diòxid de titani (TiO₂). Es tracta d'un exemple d'aprofitament dels avantatges d'un nanomaterial en una aplicació que abans utilitzava el mateix material a escala macro.

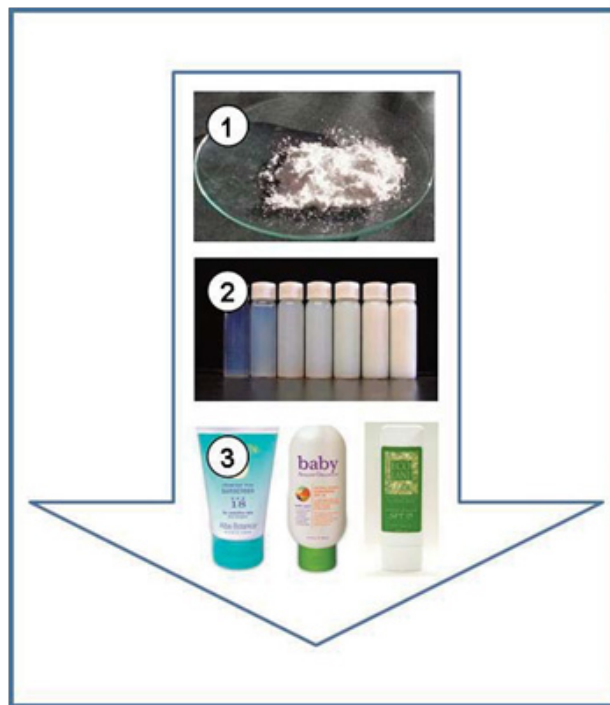
La protecció contra els raigs UVA que aporten les cremes de protecció solar es basa en les propietats òptiques del ZnO i el TiO₂ i altres (H₂, CO₂, etc.). Però la incorporació d'aquests materials en cremes solars tenia un inconvenient: la crema deixava una pel·lícula blanca sobre la pell. La utilització

de nanopartícules del mateix material ha resolt el problema. I és que les nanopartícules són tan petites que proporcionen la transparència requerida, alhora que en conserven les propietats favorables. És més, les nanopartícules presenten propietats millorades respecte de les partícules del mateix material a escala macro. Per exemple, el TiO₂ presenta propietats òptiques inusuals quan la grandària de la partícula és menor de 100 nm, incloent un alt nivell de transparència a la llum visible i una major absorció de raigs UVA. Així, com que la petita dimensió de les nanopartícules resulta en una densitat superficial superior, es necessita menys material per obtenir la mateixa absorció de raigs UVA. Això compensa (parcialment) els costos addicionals que representa l'ús de nanopartícules en aquesta aplicació.

Aquest exemple és ja un producte de consum massiu, i la indústria de nanopartícules que hi ha al darrere està ‘madurant’. Els fabricants de cremes solars adquireixen les nanopartícules com a productes químics fabricats amb processos industrials a gran escala. Els mètodes de fabricació inclouen processos químics que utilitzen com a base arenes d'òxids metàl·lics industrials o la polvorització del material a escala macro per reduir la dimensió de les partícules. També s'utilitzen processos de funcionalització per millorar les propietats químiques de les nanopartícules i la seva dispersió en les cremes. Les pólvores o les solucions de nanopartícules resultants es venen com a productes químics intermedis a la indústria farmacèutica.

Pel fet de tractar-se d'un producte que incorpora nanopartícules i que s'aplica directament sobre la pell humana, aquestes

cremes solars no han escapat de la polèmica sobre la seguretat de la nanotecnologia. De fet, el debat sobre si podrien afectar les cèl·lules humanes no s'ha tancat. No obstant això, les autoritats de la majoria dels països admeten la comercialització d'aquest producte, perquè les proves dutes a terme fins ara indiquen que les nanopartícules utilitzades no representen un risc per a la salut de les persones”.



Incorporació de nanopartícules de TiO_2 en cremes de protecció solar: 1) nanopartícules de TiO_2 ; 2) solució de nanopartícules de TiO_2 ; 3) producte final

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Digues què caracteritza el camp d'estudi de la nanotecnologia. Per què estem interessats en estudiar les coses molt petites?
3. Assenyala altres camps on tinga aplicació la nanotecnologia.
4. Fes una recerca per tal de valorar la seguretat pel que fa a la salut i el medi ambient de la nanotecnologia.

22. l'allargament de la vida

BELTRAN, J.P., 2004. «De la doble hèlix al doble de la vida?». *Mètode. Revista de Difusió de la Investigació*, 40: 27-30.

“El 1966, només tretze anys després de la proposta sobre l'estructura de l'ADN, diversos investigadors van establir l'essència del codi genètic i de la maquinària per a la seua traducció, és a dir, de quina manera les quatre lletres de l'alfabet de l'ADN determinen les seqüències lineals dels aminoàcids en les proteïnes.

El repte de la genètica per al segle XXI és descobrir els processos genètics que sustenten la vida. Per a això, ens farà falta alguna cosa més que un coneixement concret de gens o de circuits de gens. És necessari situar aquest coneixement en el context de tot el sistema: el genoma, els genomes. La progressió realitzada als laboratoris i empreses, és de vertigen. Es va començar pels sistemes model de l'experimentació en biologia. El 1996, vam conèixer la seqüència completa del genoma del llevat *Saccharomyces cerevisiae*; la del bacteri *Escherichia coli* el 1997; la del cuc *Caenorhabditis elegans* el 1998; l'any 2000 les de la mosca del vinagre *Drosophila melanogaster* i la planta *Arabidopsis thaliana*;

el 2002, la de l'arròs; i entre 2001 i 2003, una cosa que semblava impensable: la seqüència completa, els tres mil cent milions de parells de bases del genoma humà.

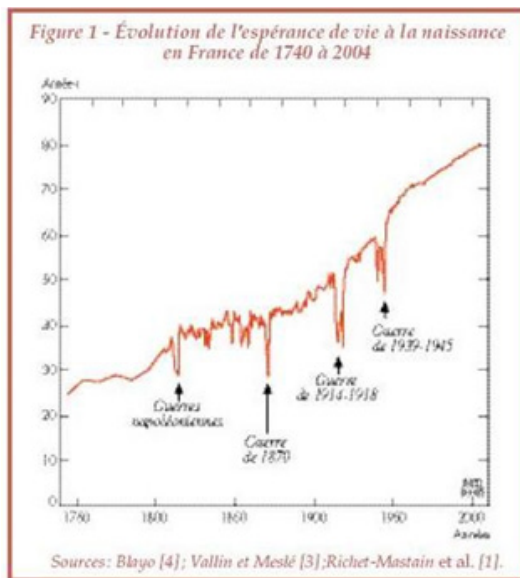
[...] S'han desenvolupat noves tecnologies per a poder conèixer el conjunt dels gens expressats en qualsevol ésser viu o en alguna de les seues parts en diferents estats de desenvolupament o de condicions vitals. Disciplines com la proteòmica o la metabolòmica, que tenen per objecte conèixer el conjunt de molècules directament responsables de les funcions o disfuncions biològiques en cada moment, una vegada que s'expressa un conjunt determinat de gens, ens sorprenen cada dia amb els seus avenços. L'anàlisi massiva de gens està donant lloc a l'aparició de noves disciplines de caràcter integrador, com la genòmica ambiental o “*Envirogenomics*”. La Unió Europea acaba d'iniciar una aproximació d'aquest tipus per a identificar individus susceptibles a l'asma infantil, una malaltia important que ja ha estat relacionada amb disfuncions a nivell genètic. No obstant això, perquè la malaltia cure, es necessita la interacció amb factors ambientals. La genòmica ambiental tractaria en el futur d'integrar el que coneixem a nivell de factors genètics amb factors de risc mediambiental, factors familiars i personals de l'individu en qüestió, com l'edat, el sexe o l'ètnia, i amb el seu estil de vida, incloent-hi factors com la dieta. La possibilitat de comprendre el desenvolupament de malalties a nivell individual hauria de conduir els serveis sanitaris a establir estratègies pal·liatives més eficaces i a disminuir el cost socioeconòmic de les malalties. També obtindrem una millor qualitat de vida per als ciutadans. Estimacions recents situen l'edat límit per als individus de

l'espècie humana al voltant dels cent vint anys. En els anys cinquanta, quan vam comprendre l'estructura de l'ADN, la vida mitjana dels homes en el món desenvolupat se situava en uns seixanta anys. Contribuirà la genètica molecular a fer que aconseguim una vida més longeva en condicions saludables?

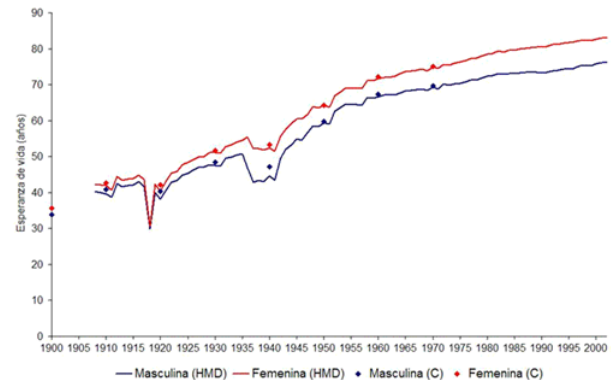
A partir d'aquí, pensar els límits de la intervenció sobre el genoma humà a mesura que la biotecnologia i l'enginyeria genètica perfeccionen les seues capacitats experimentals és tasca de tots i, sens dubte, serà l'objecte de debats ètics, ideològics i jurídics apassionants en el futur immediat”.

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en el text? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. El gràfic mostra l'evolució de l'esperança de vida a França en els últims 250 anys. Apunta, a tall d'hipòtesi, algunes explicacions a l'augment ocorregut.



3. El gràfic mostra l'evolució de l'esperança de vida a Espanya en els últims 100 anys. Apunta alguna possible explicació, des del punt de vista evolutiu, al fet que l'esperança de vida de les dones siga bastant superior a la dels homes.



4. Una de les causes que l'augment de l'esperança de vida és la millora en l'atenció sanitària de les persones. Els recursos econòmics que qualsevol societat pot destinar a aquest apartat són limitats, i això planteja el problema de com mantenir els avenços de la tecnologia mèdica quan resulta que aquesta mateixa tecnologia amenaça la viabilitat del nostre sistema de salut. Fes un escrit que arreplegue la teua opinió sobre aquest problema.

23. LA CONTRIBUCIÓ DE LA CIÈNCIA A LA DETECCIÓ I RESOLUCIÓ DE PROBLEMES CAUSATS PEL MATEIX PROGRÉS CIENTÍFIC

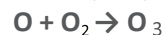
JOVER, E., 2010. «L'ozó o un compost esquizofrènic. Dr. Jekyll i Mr. Hyde». *Revista de la Societat Catalana de Química*, 9.

“En la societat occidental actual, qui més qui menys pateix d'algun trastorn psicològic (o, per dir-ho d'una manera més planera, està una mica tocat del bolet). És evident, però, que aquestes diguem-ne «faltes d'equilibri» no són tan sols propietat dels humans; així, per exemple, qui no ha hagut de compartir veïnatge amb un gos sàdic que, sabent exactament el dia que necessites descansar per preparar aquella reunió tan important que decidirà el teu futur professional, decideix fer-te la guitza tota la nit i no et permet aclucar l'ull? De la mateixa manera, podríem estar-nos dies parlant dels gossos salsitxa mancats d'autoestima, dels pit bulls agressius i d'un llarg etcètera d'altres patologies. En aquest

sentit, és curiós com també podem trobar «problemes» en alguns compostos químics. Un clar exemple és l'ozó; que és una mica similar al famós Dr. Jekyll i Mr. Hyde, ja que també presenta una marcada doble personalitat.

L'ozó (O₃) és un compost químic que presenta efectes molt diferenciats i que pot ser extremament positiu o negatiu en funció d'on es troba. El bo, com moltes altres coses, el varem començar a valorar quan va començar a faltar! És el que es coneix com a *forat de la capa d'ozó*, descobert l'any 1985 pel British Antarctic Survey. Al voltant de la Terra, a uns 25 quilòmetres d'altura, a l'estratosfera, existeix una capa d'ozó que filtra una gran part dels rajos ultraviolats de la llum solar que arriben a la Terra i que poden incidir, entre d'altres, en la freqüència dels càncers de pell, en les cataractes i en les deficiències immunològiques, alhora que poden tenir greus conseqüències en l'ecosistema. La concentració segueix un equilibri estacional a causa de les reaccions fotoquímiques que el formen i d'algunes que el destrueixen, anomenades *reaccions de Chapman*:

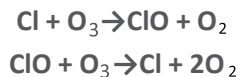
Formació $O_2 + h\nu_{(<240\text{ nm})} \rightarrow 2O$



Destrucció $O_3 + h\nu_{(200-300\text{ nm})} \rightarrow O_2 + O$

El gran problema ve quan els humans hem introduït en el medi ambient substàncies que han trencat aquest equilibri. Les substàncies en qüestió són majoritàriament els clofluorocarburs i algunes altres substàncies també clorades o bromades que, a l'estratosfera, actuen com a catalitzadores de la destrucció de l'ozó. En aquest sense sentit, cal destacar que un sol radical de clor provenint d'una d'aquestes molècules pot

arribar a destruir unes cent mil molècules d'ozó:



Aquests productes eren àmpliament presents en la nostra vida quotidiana i es trobaven, per exemple, en les neveres i en la majoria dels esprais. Després d'aparèixer evidències científiques dels efectes d'aquestes substàncies, la comunitat internacional va desenvolupar, l'any 1987, el Protocol de Montreal, que buscava una limitació de la seva presència. En l'actualitat, cent noranta-dos països són signataris d'aquest protocol. Aquest protocol és un dels pocs que ens fan pensar que la col·laboració internacional pot ser un estri eficient. L'antic secretari de les Nacions Unides, Kofi Annan, així ho confirmà afirmant que «potser l'acord internacional amb més èxit a data d'avui ha estat el Protocol de Montreal». En efecte, aquest protocol ha permès reduir la producció de les substàncies responsables de la destrucció de l'ozó estratosfèric en un 95%. Una altra prova de la importància que la comunitat internacional ha donat a aquesta temàtica és el Premi Nobel de Química de l'any 1995, que va recaure en Paul Crutzen, Mario J. Molina i F. Sherwood Rowland pel seu treball en química atmosfèrica i, més particularment, pels seus estudis en la formació i en la destrucció d'ozó.

En l'actualitat, científics d'arreu continuen investigant la dinàmica i les conseqüències del forat de la capa d'ozó emprant les tecnologies més punteres, com per exemple les mesures a través de satèl·lit, com ara el satèl·lit Aura de la NASA, llençat l'any 2004, i els satèl·lits de l'ESA

Envisat, llençat l'any 2002, i el MetOp, llençat l'any 2006. El forat de la capa d'ozó, també influenciat per fenòmens meteorològics, va aconseguir un trist rècord l'any 2006 cobrint a l'hemisferi sud 28 milions de quilòmetres quadrats i arribant a mínims de concentració d'ozó a la zona de l'Antàrtic. Segons l'Agència Espacial Europea, aquests nivells no s'haurien de començar a recuperar fins al 2060. També s'està estudiant quines conseqüències tindrà sobre el canvi climàtic la recuperació de la capa d'ozó, ja que les temperatures a l'Antàrtic han baixat en els darrers anys a causa, en part, del forat. Així, doncs, la seva recuperació podria tenir com a conseqüència l'empitjorament del canvi climàtic a l'hemisferi sud. Pel que fa l'hemisferi nord, no s'ha arribat a formar cap forat a la capa d'ozó, però sí que cada primavera s'observen disminucions considerables del seu gruix. Cal destacar que, mentre que la zona de l'Antàrtic es troba força deshabitada, a l'Àrtic, un forat equivalent tindria unes conseqüències molt pitjors a causa de la seva densitat de població.

Després de veure aquesta cara més amable de l'ozó, ens toca conèixer la seva variant més malèvola. El protector ozó que ens esmorteïx els rajos solars a l'estratosfera esdevé agressiu a prop de la crosta terrestre. Per sort, a la troposfera, la zona més baixa de l'atmosfera, la concentració d'ozó és molt més reduïda que a les capes altes. Malauradament, aquí també els humans hi hem posat cullerada!

Els processos de combustió a alta temperatura, com per exemple els que es donen en els motors de combustió, alliberen contaminants primaris anomenats òxids de nitrogen (NOx) que reaccionen amb els compostos orgànics volàtils per formar, a través de reaccions

fotoquímiques, l'ozó:

Formació $\text{NO}_2 + h\nu \rightarrow \text{O} + \text{NO}$

$\text{O} + \text{O}_2 + \text{M} \rightarrow \text{O}_3 + \text{M}$

Destrucció $\text{NO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{NO}_2 + \text{O}_2$

Reacció que permet formar la destrucció de l'ozó

$\text{COV} + 2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{RCHO} + 2\text{NO}_2$

Per aquest motiu, perquè no el generem nosaltres directament, es considera l'ozó com un contaminant secundari. La contaminació per NO_x està causada principalment pel transport, i així, les seves concentracions més importants es formen majoritàriament en nuclis urbans. Aquests NO_x , un cop emesos, viatgen en funció de les dinàmiques atmosfèriques i poden anar formant, si es donen les condicions adients, l'ozó. Per això els punts de contaminació per ozó no sempre es corresponen amb les zones de màxims dels contaminants primaris, sinó que sovint es troben decalats en funció dels corrents atmosfèrics. Cal destacar, a més, que en les reaccions de formació de l'ozó és necessària la radiació solar, tal com hem vist a la figura 3. Per aquest motiu, la concentració d'ozó a la troposfera seguirà un cicle marcat per la irradiació solar, amb uns nivells màxims durant el dia i amb uns nivells mínims durant la nit. Els compostos orgànics volàtils tenen el rol de mantenir la majoria dels NO_x sota la forma de NO_2 , i així limitar les reaccions de destrucció de l'ozó i, doncs, maximitzar-ne la concentració.

L'ozó presenta una marcada toxicitat relacionada sobretot amb el seu elevat potencial d'oxidació. Tant directament com

a través de la formació de radicals, aquest contaminant afecta principalment les vies respiratòries (irritacions, increment de la incidència de l'asma i altres afeccions) i altres mucoses.

L'ozó també afecta negativament, per les mateixes raons, els ecosistemes naturals. Aquests fets han provocat que s'hagin establert legislacions específiques referents a aquest contaminant que busquen la limitació de les concentracions en el medi ambient. En aquest sentit, la Directiva Europea 2002/3/CE, relativa a l'ozó de l'aire ambient, fixa els valors objectius que no s'han de superar a partir del 2010 i les concentracions en les quals es requereix actuar: 1) $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que no hauran de superar-se més de vint-i-cinc dies per any civil en una mitjana de tres anys (màxim de les mitjanes sobre vuit hores del dia); 2) nivell d'informació: $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mitjana horària), i 3) nivell d'alerta: $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mitjana horària). En el cas de Catalunya, l'any 2008 es disposava de cinquanta-una estacions de vigilància de l'ozó i, durant aquell any, no es va observar cap superació del nivell d'alerta, però sí superacions del llinar d'informació en vuit estacions, i en quaranta-tres estacions es va arribar als $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en alguna ocasió (Generalitat de Catalunya, 2008). Així, doncs, l'ozó és un contaminant atmosfèric que s'ha de tenir especialment en consideració. S'estan fent nombrosos esforços per limitar les concentracions dels seus precursors (compostos orgànics volàtils i NO_x) a l'atmosfera. La inclusió de catalitzadors de tres vies en els automòbils ha permès el fet de reduir-ne substancialment les concentracions. Però també existeixen altres vies de prevenció i així s'han d'entendre les noves limitacions de

velocitat als voltants de l'àrea metropolitana de Barcelona. Però, quan aquestes mesures no són suficients i se supera el nivell d'informació, s'ha de seguir una sèrie de recomanacions que, per exemple, inclou el fet de limitar els esforços físics i les activitats exteriors per a les persones especialment sensibles (persones amb problemes respiratoris, gent gran i nens petits). En cas de superar els nivells d'alerta, es pot limitar la circulació de cotxes o camions, l'activitat d'algunes indústries o la prohibició d'algunes activitats com, per exemple, la realització de treballs de pintura a l'exterior (a causa de les elevades emissions de compostos orgànics volàtils).

Però l'agressivitat de l'ozó, si està ben domada, també ens pot resultar d'una certa utilitat. D'aquesta manera, l'ozó és cada cop més

emprat com a desinfectant en el tractament de les aigües. El seu ús permet evitar, com a mínim en part, el problema de la generació de subproductes de desinfecció com els trihalometans quan s'utilitza clor o algun dels seus derivats. Finalment, recentment estan apareixent formes terapèutiques basades en les propietats oxidatives de l'ozó. Així, per exemple, en contacte amb la sang, és capaç de generar H_2O_2 i productes d'oxidació dels lípids que actuen com a missatgers farmacològics en l'organisme i que han demostrat efectes beneficiosos.

Tal com veieu, no tan sols els éssers vius demostren estats d'ànim, sinó que fins i tot les molècules poden semblar més humanes del que sovint ens pensem...

CONTESTA LES PREGUNTES SEGÜENTS:

1. Quin et sembla que és el fet principal que es tracta en l'article? Descriu-ho amb les teues paraules.
2. Digues quina justificació principal et sembla que es dona d'aquest fet.
3. En el text s'afirma que "un sol radical de clor ... pot arribar a destruir unes cent mil molècules d'ozó". Intenta-ho explicar.
4. Quin paper desenvolupaven els clorofluorocarbonis en les neveres i en els esprais?
5. Què és l'índex ultraviolat?
6. A quina conclusió arriba l'article?

Hand-drawn eye in the center of a circular field of scientific formulas and symbols.

ANNEX 2
enllaços web de temàtica científica

Tot seguit presentem alguns dels enllaços WEB de temàtica científica.

blocs

Apuntes científicos desde el MIT. Bloc de Pere Estupinyà, bioquímic dedicat a la divulgació científica, col·laborador i guionista del programa *Redes* de TVE.

<http://lacomunidad.elpais.com/apuntes-cientificos-desde-el-mit/posts>

Centpeus. Bloc de Daniel Closa, doctor en Biologia, investigador del CSIC a l'Institut d'Investigacions Biomèdiques de Barcelona i escriptor.

<http://ciencia.ara.cat/centpeus/>

Ciencia Kanija. Bloc de divulgació de la ciència gestionat per Manuel Hermán.

<http://www.cienciakanija.com/>

Claudi Mans, Bloc personal. Catedràtic jubilat i professor emèrit d'Enginyeria Química de la Universitat de Barcelona.

<http://cmans.wordpress.com/curriculum-2/>

Clima. El bloc d'Antonio Ruiz de Elvira, catedràtic de Física aplicada de la Universitat d'Alcalà d'Henares. Vigila de prop els símptomes del canvi climàtic que està posant en risc el futur de la humanitat.

<http://www.elmundo.es/blogs/elmundo/clima/index.html>

Cosmos. Bloc de Javier Armentia, astònom i director del Planetari de Pamplona. Mira els estels per comentar les novetats que van sorgint en l'exploració espacial.

<http://www.elmundo.es/blogs/elmundo/cosmos/>

Eduard Punset. Bloc del divulgador Eduard Punset.

<http://www.eduardpunset.es/>

El bloc d'Eudald Carbonell. Bloc de l'antropòleg, arqueòleg i paleontòleg i Director de l'Institut Català de Paleoecologia Humana i Evolució Social (IPHES).

<http://blocs.tinet.cat/lt/blog/el-bloc-deudald-carbonell>

El buit del temps. Bloc de Juli Peretó, professor de Bioquímica i biologia molecular de la Universitat de València i investigador de l'Institut Cavanilles.

<http://blocs.mesvilaweb.cat/pereto>

Física en la ciencia ficción. Bloc del professor de Física Sergio L. Palacio, dedicat a la divulgació de la Física a través de la ciència-ficció.

<http://fisicacf.blogspot.com/>

Gravedad Cero. Bloc gestionat pel periodista científic Carlo Ferri i per Roger Oliva, de l'Agència Espacial Europea (ESA)

<http://gravedad-cero.org/>

Homunculus. Bloc de Philip Ball, escriptor londinenc i Doctor en Ciències Físiques, on intenta mostrar la relació entre ciència i cultura.

<http://philipball.blogspot.com/>

La ciencia de tu vida. Bloc personal del Doctor en Física Teòrica i divulgador Miguel Ángel Sabadell.

<http://masabadell.wordpress.com/>

La ciencia en el XXI. Bloc personal d'Eugenio Manuel Fernández, divulgador i professor de Ciències de secundària.

<http://www.cienciaxxi.com/>

La lectora corrent. Bloc de Mercè Piqueras, biòloga, divulgadora i presidenta de l'Associació Catalana de Comunicació Científica.

<http://lectoracorrent.blogspot.com/>

La revolución naturalista. Bloc divulgatiu publicat pel filòsof i divulgador Eduardo Robredo Zugasti.

<http://www.revolucionnaturalista.com/>

Panda'sThumb. Bloc crític amb el Creacionisme i el Disseny Intel·ligent, gestionat per diversos autors.

<http://pandasthumb.org/about.html>

Pharyngula. Bloc personal de Paul Z. Myers, biòleg de la Universitat de Minnesota especialista en evolució.

<http://scienceblogs.com/pharyngula/>

Pols d'estels. Bloc d'Enric Marco, professor del Departament d'Astronomia i Astrofísica de la Universitat de València.

<http://blocs.mesvilaweb.cat/polsdestels>

Por la boca muere el pez. Bloc personal de Javier Armentia, astrònom i director de l'Observatori de Pamplona.

<http://javarm.blogalia.com/>

Realclimate. Ciència climàtica feta per climatòlegs. Bloc que tracta el tema del canvi climàtic, amb aportacions de diversos autors.

<http://www.realclimate.org/>

The frontal cortex. Bloc personal del científic i editor Jonah Lehrer.

<http://scienceblogs.com/cortex/>

The new blog times. Comentaris sobre revistes, nous mitjans, periodisme i cultura digital. Bloc personal de José Pardina, director de la revista *Muy Interesante*.

<http://josepardina.wordpress.com/>

Tierra. Bloc de Joaquín Araújo, naturalista i escriptor, reflexiona sobre la bellesa amenaçada de la nostra petita llar planetària.

<http://www.elmundo.es/blogs/elmundo/tierra/>

Tito Eliatron dixit. Bloc de divulgació del món matemàtic gestionat pel professor de Matemàtiques de la Universitat de Sevilla José A. Prado-Bassas.

<http://eliatron.blogspot.com/>

Xataciencia. La ciència de forma sencilla. Bloc dirigit per l'escriptor Sergio Parra.

<http://www.xataciencia.com/>

blocs d'ensenyament

Ciencia y vida cotidiana: la ciencia de todos los días. Bloc del professor i alumnes de l'assignatura de Ciència i vida quotidiana de 4t d'ESO del Colegio Amor de Diós de Oviedo.

<http://www.cienciaparajovenes.blogspot.com/>

El kid científic. Bloc de divulgació científica per a secundària.

<http://elkidcientific.wordpress.com/>

blocs d'institucions

AECC. El bloc de l'Asociación Española de Comunicación Científica.

<http://www.aecomunicacioncientifica.org/es/blog.html>

ICP. Bloc de l'Institut Català de Paleontologia.

<http://www.icp.cat/blog/>

IPHES. El bloc de les activitats de l'IPHES, Institut Català de Paleontologia Humana i Evolució Social.
<http://blocs.tinet.cat/lt/blog/el-bloc-de-les-activitats-de-liphes>

Madri+d. Compromiso social por la ciencia. Blocs proporcionats pel sistema Madri+d.
<http://www.madrimasd.org/blogs/>

llibres

Llibres clàssics i moderns de divulgació de la ciència i les matemàtiques, entre ells es poden trobar obres de Yakov Perelman, Asimov, S. Hawking, etc.
<http://www.librosmaravillosos.com/>

podcasts

Científicos de Frontera. Programa d'entrevistes a diversos científics que en l'actualitat realitzen investigació puntera. Aquest programa va ser emès per TVE 2 a finals de 2010. Els vídeos es poden visualitzar i descarregar des de la pàgina de TVE.
<http://www.rtve.es/alacarta/videos/cientificos-de-frontera/>

Quèquicom. Pàgina web del programa de divulgació científica de TV3. Es poden veure els resums, comentaris, programes complets, etc.
<http://blogs.tv3.cat/quequicom>

Radio Nacional. Podcasts de Radio Nacional sobre ciència i tecnologia.
<http://www.rtve.es/podcast/ciencia-y-tecnologia/>

TVE. En la pàgina web de TVE a la carta es poden trobar els vídeos dels programes que s'han emès. Concretament, el següent enllaç porta als de ciència i tecnologia.
<http://www.rtve.es/alacarta/programas/tve/ciencia-y-tecnologia/1/>

revistes i premsa

Cosmic Variance. Bloc de divulgació de la revista *Discover* gestionat pels físics Daniel Holz, Joanne Hewett, John Conway, Julianne Dalcanton, Mark Trodden, Risa Wechsler i Sean Carroll.
<http://blogs.discovermagazine.com/cosmicvariance/>

De cero a ciencia. Bloc del suplement de ciència Tercer Milenio del periòdic *El Heraldo de Aragón*.
<http://blogs.heraldo.es/ciencia/>

Investigación y Ciencia. Revista de divulgació científica, versió espanyola de *Scientific American*. Notícies científiques, enllaços, blocs, articles de divulgació, etc.
<http://www.investigacionyciencia.es/Default.asp>

La ciencia es la única noticia. Bloc de divulgació de la versió digital del diari *Público* on col·laboren diversos autors relacionats amb la ciència.
<http://blogs.publico.es/ciencias/>

Mètode. Pàgina de la Revista *Mètode* de divulgació científica, publicada per la Universitat de València.
<http://metode.cat>

Scientific American. Revista de divulgació científica americana, compta amb notícies, preguntes als experts, vídeos, podcasts, etc.
<http://www.scientificamerican.com/>

simulacions

Applets. Pàgina web d'animacions interactives de la Universitat de Colorado, conté un índex molt extens (Física, Química, Tecnologia, Biologia, Geologia, Matemàtiques, etc).
<http://phet.colorado.edu/>

Maloka. Física moderna i algunes de les seues aplicacions explicada a través d'applets interactius.
<http://maloka.org/fisica2000/>

Autors:

Josep Lluís Doménech Blanco
Míriam Esparza García
José Antonio García Lillo
Luís Osuna García
Francesc Savall Alemany
Rafaela Verdú Carbonell

Professors de ciències de secundària i membres del
Departament de Didàctica General i Didàctiques
Específiques de la Universitat d'Alacant.

Edita RUVID, Xarxa d'Universitats Valencianes per al
foment de la I+D+i
Campus UPV
Camí de Vera, s/n Edifici 8H
46022 Valencia
T 963 877 067
ruvid@ruvid.org

Direcció i Coordinació:

Pilar Durá Gilabert i Lauren Wickman

Maquetació: www.carlotasaz@wordpress.com
Imatge portada: Élide Sirvent

2011

Hi col·laboren



UMA LLAMADA A LA CIENCIA



Papaina

Fe^{2+}

Mg

pH

$K_m \left(\frac{1 - \alpha}{K_i} \right)$

$I + I \rightarrow EI$

$x + y = 3$

Tripanita

$CH_2OC(=O)C_{15}H_{31}$
 $CHOC(=O)C_{15}H_{31}$
 $CH_2OC(=O)C_{15}H_{31}$



ruvid

10 años 2001-2011

2011