

# UNIVERSITAS

TOMO 1

SALVAT EDITORES, S.A.

BARCELONA • MADRID • BUENOS AIRES • MEXICO • CARACAS • BOGOTA • QUITO • SANTIAGO • RIO DE JANEIRO

© 1971. Salvat Editores, S.A. Calle Mallorca, 41-49, Barcelona

Depósito legal: B. 35.510-1971

Impresión: Imprenta Hispano-Americana, S.A. Calle Mallorca, 51, Barcelona. 1971

Printed in Spain

# ÍNDICE

## El universo y la Tierra

Galaxias y estrellas	<i>Antonio Paluzié</i>	36
Estrellas y evolución estelar	<i>Juan Martorell</i>	124
Estructura y evolución de las galaxias	<i>Antonio Rius</i>	206
El origen del sistema solar	<i>Evry Schatzman</i>	284

## La materia y la energía

Los átomos	<i>Pedro Puigdoménech</i>	20
Los elementos químicos	<i>Pedro Puigdoménech</i>	72
Las sociedades de átomos	<i>Jaime Casabó</i>	172
Los estados de la materia	<i>Jaime Casabó</i>	244

## La vida

La biosfera	<i>Arturo Compte</i>	58
Los organismos y su medio	<i>Arturo Compte</i>	94
Dinámica de poblaciones	<i>María Rosa Miracle</i>	140
Cadenas alimenticias y pirámides ecológicas	<i>Juan Puigdefábregas</i>	236

## El hombre

Fecundación y nidación	<i>José María Mateu</i>	46
Desarrollo del feto en el claustro materno	<i>José María Mateu</i>	100
El nacimiento del niño	<i>José María Mateu</i>	200
El crecimiento	<i>José María Francés</i>	276

# Los átomos

Pedro Puigdoménech

El 6 de agosto de 1945 una escuadrilla de aviones americanos se acercaba a la ciudad japonesa de Hiroshima. En uno de ellos, una superfortaleza B-29 llamada "Enola Gay", se encontraba un objeto único en la historia: la primera bomba atómica que iba a ser utilizada con fines militares. Eran las 8,15 de la mañana. Hiroshima, desprevenida, aparecía tranquila, inerte. Sus habitantes ignoraban que la alarma aérea que se producía no era rutinaria. A los pocos segundos de ser lanzada la bomba, se elevó sobre Hiroshima un hongo de fuego que se llevó consigo más de 62.000 edificios de la ciudad, dejando inutilizables otros 6.000. Los muertos eran alrededor de 75.000; los heridos, muchos de ellos con graves quemaduras, sobrepasaban los 70.000, y presentaban heridas que la medicina no había conocido en toda su historia. En total, los muertos representaron un 50 % de la población. Todavía hoy numerosas personas sufren en sus cuerpos los daños ocasionados por la espantosa explosión.

El trágico balance que siguió a esta explosión, y a la que tres días después sufrió Nagasaki, dio a conocer a todos los hombres una nueva e inagotable fuente de energía: la energía nuclear. El efecto producido por la primera bomba atómica era el equivalente a 20.000 toneladas de trinitrotolueno (TNT), el más poderoso explosivo químico, y había sido producido con unos pocos kilos de uranio preparados durante años de laboriosas investigaciones en los laboratorios.

Desde aquel día de agosto de 1945, las palabras "atómico", "átomo" y "nuclear" han sido consideradas como sinónimos de destrucción. Sin embargo, el concepto de átomo ha sido uno de los más fecundos de la historia de la ciencia.

*La energía atómica ha encontrado su más espectacular utilización en las explosiones nucleares. Han sido éstas las que han llamado la atención general sobre las modernas teorías de la física, basadas en la estructura atómica de la materia.*

## La idea de los átomos

Hoy sabemos que los átomos son los constituyentes de la materia, que todo está formado por átomos y que éstos almacenan en su interior cantidades inmensas de energía que puede liberarse. Sin embargo, nadie ha visto un átomo. ¿Cómo es posible que los científicos estén tan seguros de su existencia?

A menudo por la noche hemos oído pasar un avión por encima de nosotros. Pero de hecho lo único que percibimos es un ruido particular y quizás unas luces de colores intermitentes. En principio no podemos tener evidencia del aparato; disponemos de muy poca información sobre él. Pero es seguro que la "hipótesis" más útil para explicar el fenómeno del ruido y de las luces intermitentes es que allí arriba hay un avión.

Con los átomos no tenemos las evidencias que se podrían tener en el caso que hemos supuesto, pero ocurre algo parecido. Nadie los ha visto, pero hay pruebas de su existencia. Y la mejor de ellas es que los átomos nos proporcionan la manera más sencilla de explicar todos los hechos de la física y de la química.

La idea de los átomos no es moderna. Hace más de 2.300 años un griego, llamado Demócrito, ya dijo que todas las cosas estaban hechas de átomos. El sabía, como todos nosotros, que una gran piedra puede dividirse en otras más pequeñas, que éstas también pueden partirse hasta conseguir una arenilla, y que ésta puede aún molerse hasta llegar a un polvo fino. Demócrito pensaba que este proceso debía poder continuarse, hasta llegar a unas partículas tan pequeñas que no se pudiesen ya dividir. A estas partículas las llamó *átomos*, palabra que, en griego, significa indivisibles. Supuso que todas las cosas estarían formadas por átomos, unidos entre sí mediante unos ganchos.

La hipótesis de Demócrito no fue aceptada por todos, y aunque durante siglos hubo atomistas como Epicuro, Gassendi, Newton y otros, la verdad es que con los átomos de Demócrito sólo podía especularse. En principio, esta teoría carecía de experimentación, de una sólida base de observaciones, datos y cálculos.





*El "punto cero" antes y después de la explosión de la bomba atómica sobre Hiroshima el 6 de agosto de 1945. Los círculos distan entre sí unos 250 m.*



## Buscando átomos

¿Cómo recoger hoy evidencias de los átomos? Lo primero que se nos ocurre es coger un microscopio bien potente, a ver qué encontramos. El mundo que descubrimos es algo fantástico. Materiales que nos parecían lisos y pulidos aparecen rugosos, con grietas y formados por pequeñas partículas de muchos colores. Nos ocurre lo mismo que al ver una playa desierta. Desde lejos nos parece de un uniforme color amarillento. Al acercarnos vemos que está formada por pequeños granitos de diferentes formas y colores. Lo mismo ocurre con la mayor parte de los materiales que usamos todos los días.

Pero si no nos conformamos con un microscopio óptico corriente y usamos un microscopio electrónico, veremos el tamaño de uno de estos granitos aumentado más de un millón de veces. Las partículas que antes aparecían uniformes se nos muestran otra vez divididas. Sin embargo, ahora presentan en general unas formas mucho más regulares, como cristallitos o como pequeñas estructuras bien ordenadas.

Es imposible aumentar más la imagen que nos proporciona el microscopio electrónico, aunque ésta es ya suficiente. Hemos visto que en los cuerpos sólidos las agrupaciones de centenares de átomos se distribuyen ordenadamente en formas regulares. Y podemos predecir que los átomos han de ser pequeñísimos y estar en gran número. Por eso resulta imposible verlos. Sin embargo, hoy se han ideado procedimientos para medirlos y contarlos. No uno a uno, claro está, sino a través de métodos indirectos.

## Fotografiar los átomos

Uno de los experimentos que contribuyeron de forma decisiva a que la teoría atómica fuese aceptada tan universalmente como lo es hoy fue el que realizó el físico alemán Max von Laue en 1912.

El interés de este experimento fue doble. En primer lugar, se trataba, primero, de demostrar que los rayos X eran de naturaleza análoga a la luz y, segundo, que los cristales estaban formados por redes de átomos ocupando posiciones fijas.

Se sabía hacía tiempo que, al atravesar un cristal, la luz interfiere consigo misma produciendo unas figuras conocidas como figuras de difracción. Pero cuando se descubrió que los rayos X las producían a su vez, se debió encontrar una red que fuera de malla tupidísima. La genial idea de Laue fue utilizar la red de átomos de un cristal para producir la difracción de los rayos X.

El experimento fue un éxito rotundo, y Laue demostró, sin lugar a dudas, que los sólidos están formados por redes de pequeñísimas partículas y que los rayos X son de naturaleza ondulatoria, como la luz. Así se confirmó lo que había encontrado un efecto directo de la presencia de los átomos. Lo que ocurre es que son demasiado pequeños para tener una experiencia directa de ellos.

Al mismo tiempo, su pequeñez hace que estén presentes por todas partes en números de magnitud tan grandes que su comprensión es difícil. Se han hecho diversas comparaciones para darnos una idea de este grandísimo número. Se ha dicho que si toda la actual población del mundo se dedicase durante toda su vida a contar los átomos a razón de uno cada segundo, al morir se habrían contado los átomos de... una punta de alfiler. También se ha dicho que en un kilo de hierro hay tantos átomos que ocupan el volumen de un pequeño vaso— hay tantos átomos que, puestos en fila india, darían la vuelta a la Tierra cincuenta millones de veces.



## El interior de los átomos

Los átomos de la física moderna se parecen muy poco a los átomos de los antiguos: no son indivisibles ni macizos, como pensaba Demócrito. Al contrario, la mayor parte del interior de un átomo está vacía.

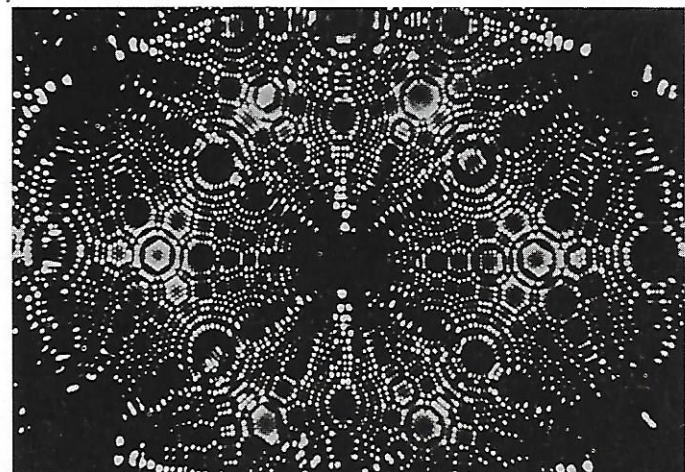
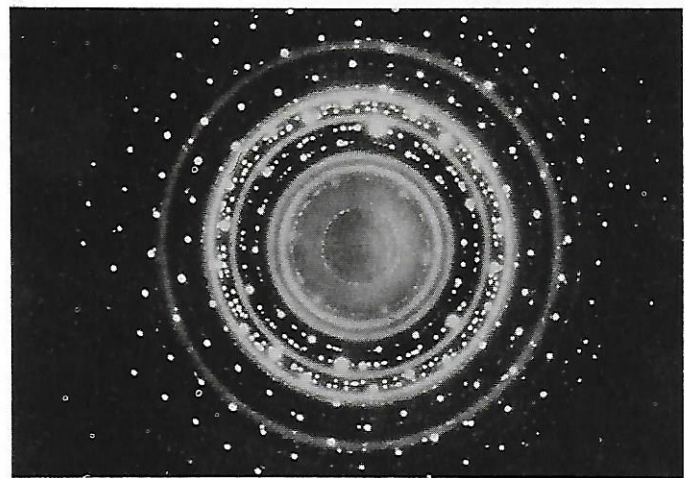
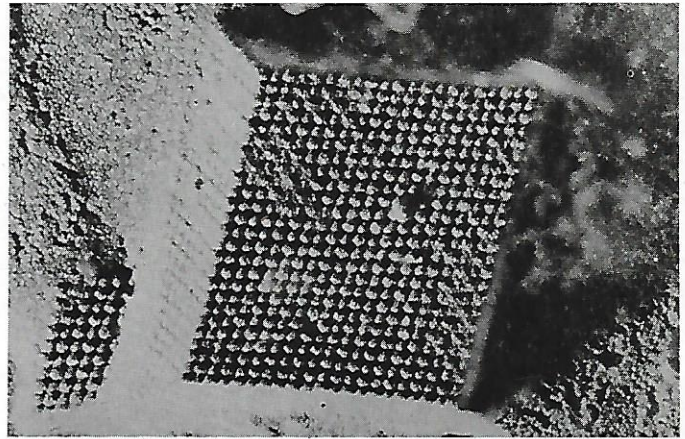
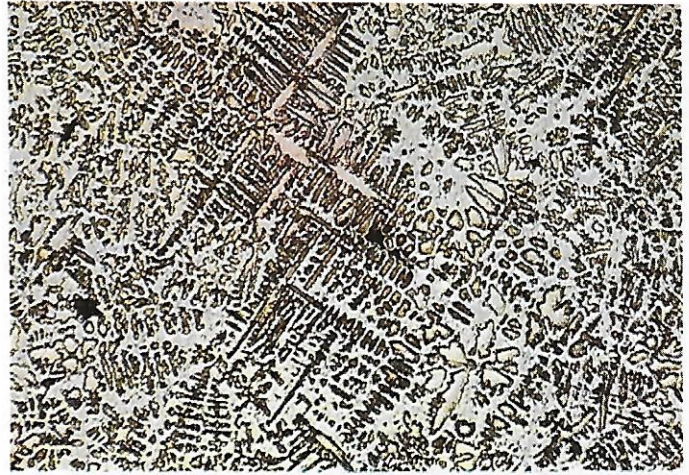
Los átomos tienen dos partes muy claramente diferenciadas: una corteza y un núcleo. La corteza está formada por unas partículas que se denominan *electrones* y que giran rápidamente alrededor del núcleo. Si el núcleo fuera del tamaño de un garbanzo y lo pusieramos en el centro de un campo de fútbol, el lugar por donde el electrón más cercano pasase con mayor frecuencia estaría en la primera fila de espectadores situada detrás de las porterías. Estos electrones originan las reacciones químicas y la corriente eléctrica.

El átomo es como un pequeño sistema solar, pero mucho más complicado. En primer lugar, porque en el átomo puede haber muchos más "planetas"; el uranio, por ejemplo, tiene 92 electrones en su corteza. En segundo lugar, porque no podemos determinar perfectamente las órbitas de los electrones, como podemos hacer con los planetas, sino que su comportamiento es mucho más complejo.

El núcleo ofrece aún mayor complejidad. En éste se encuentra casi toda la masa del átomo. Antes se creía que el núcleo del átomo era macizo. Sin embargo, también el núcleo está prácticamente vacío; incluso en ciertos casos los electrones pueden penetrar en su interior.

En el núcleo hay varias clases de partículas, que están sometidas a las fuerzas más potentes que se conocen. La mayor parte de las cuestiones que plantean las partículas del núcleo no están bien resueltas, y acaparan el interés de los físicos actuales. Al chocar estas partículas entre sí, sometidas a grandes energías, aparecen nuevas partículas. De éstas se han hallado ya más de cien tipos. Muchas se desintegran en otras en pequeñísimas fracciones de segundo.

Pero, de todas ellas, cinco son más estables: el *electrón*, que forma la corteza de los átomos, el *fotón*



*Para el estudio de la materia existen métodos de resolución progresiva que nos descubren la regular disposición de átomos y moléculas. Arriba, microfotografía del bronce obtenida con el microscopio óptico. En segundo lugar, virus del mosaico del tabaco visto al microscopio electrónico; cada bola corresponde a una gran molécula orgánica aumentada 133.000 veces. A continuación, imagen producida por la difracción de electrones a través de una sustancia cristalina, que nos indica la colocación de los átomos en ella. Finalmente, fotografía de una punta de wolframio conseguida por el microscopio de campo iónico, con un aumento de unos dos millones de veces; cada punto luminoso corresponde a un átomo.*

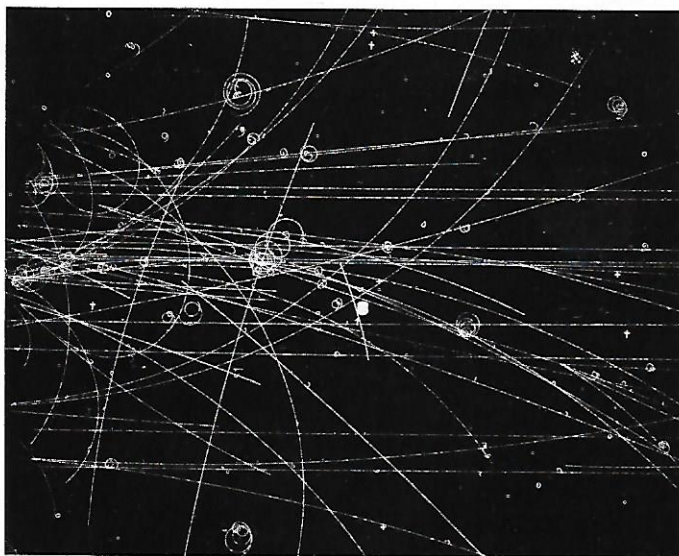




Los grandes aceleradores de partículas, como el ciclotrón de la universidad de California (arriba), permiten el estudio de las partículas elementales; éstas y sus interacciones (en el centro) pueden ser detectadas en cámaras de burbujas como la del CERN.

y el *neutrino*, que son partículas de masa nula, el *protón* y el *neutrón*, que son las partículas que forman los núcleos. Tan grandes son las tensiones en el interior de los núcleos que, al partirlos, se liberan enormes cantidades de energía; entonces aparecen los efectos que pueden aprovecharse, por ejemplo, en las centrales nucleares, o malgastarse en bombas atómicas.

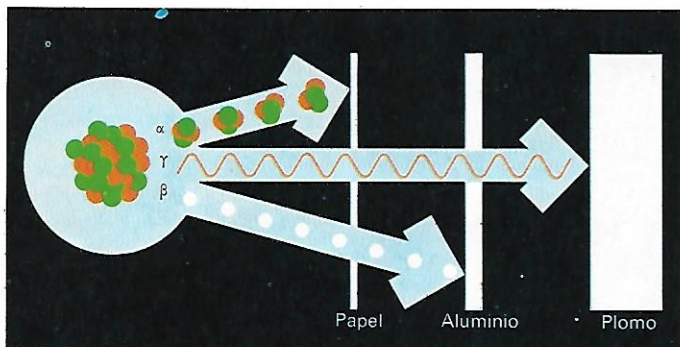
De todas formas, vistos desde fuera, los átomos no presentan tantas complicaciones. Para estudiar los procesos químicos y la mayoría de los fenómenos físicos no importa lo que ocurre de corteza para adentro. Se considera a menudo los átomos como unas partículas pequeñísimas que pueden unirse, pueden chocar y pueden lanzar a veces sus electrones. Lo que sabemos que no son esféricos ni son macizos, es algo muy diferente: los átomos, y por ello, todos los objetos, incluidos nosotros, son un mundo casi absolutamente vacío, mucho más vacío que el espacio astronómico por donde se mueve la Tierra.



## La radiactividad natural

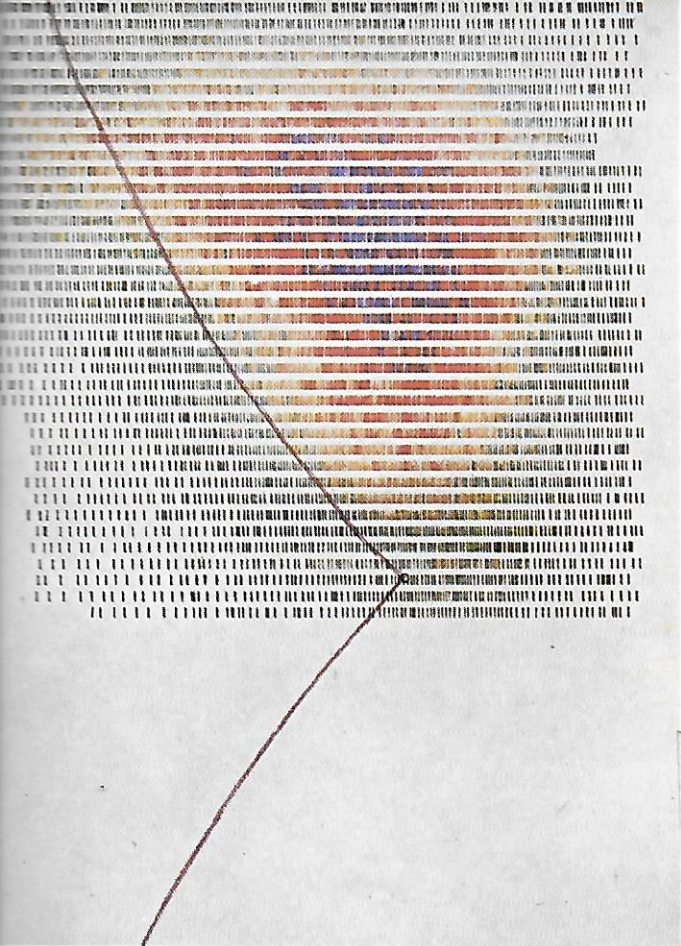
Uno de los hechos que permitieron el estudio de los átomos y averiguar de qué están compuestos fue el descubrimiento por Becquerel de la radiactividad natural en 1896. Este científico estaba realizando experimentos sobre la fosforescencia de las sales de uranio. Cierta día Becquerel guardó los cristales de la sal de uranio envueltos en un papel negro junto a unas placas fotográficas. Días después, al revelarlas, encontró con gran sorpresa que las placas estaban veladas. Alguna fuerte radiación debía haber incidido sobre ellas. Y sospechó que esto sólo podía proceder del uranio. En efecto, trituró, calentó, hizo actuar ácidos sobre las sales, pero la radiación continuaba. Debía, por tanto, proceder del interior de los átomos de uranio.

Los científicos se lanzaron rápidamente al estudio de estas radiaciones. Destacaron entre ellos los esposos Curie, discípulos de Becquerel, que descubrieron el polonio y el radio, dos sustancias fuertemente radiactivas. Pero fue un inglés, Ernest Rutherford, el que descubrió su naturaleza y la existencia de tres tipos de radiaciones: las radiaciones  $\alpha$ , las  $\beta$  y las  $\gamma$ . Las radiaciones  $\alpha$  no eran capaces de atravesar pequeños espesores de materia, sino solamente de recorrer cuatro o cinco centímetros en el aire; hasta una hoja de papel las puede detener. Las radiaciones  $\beta$  pueden ya

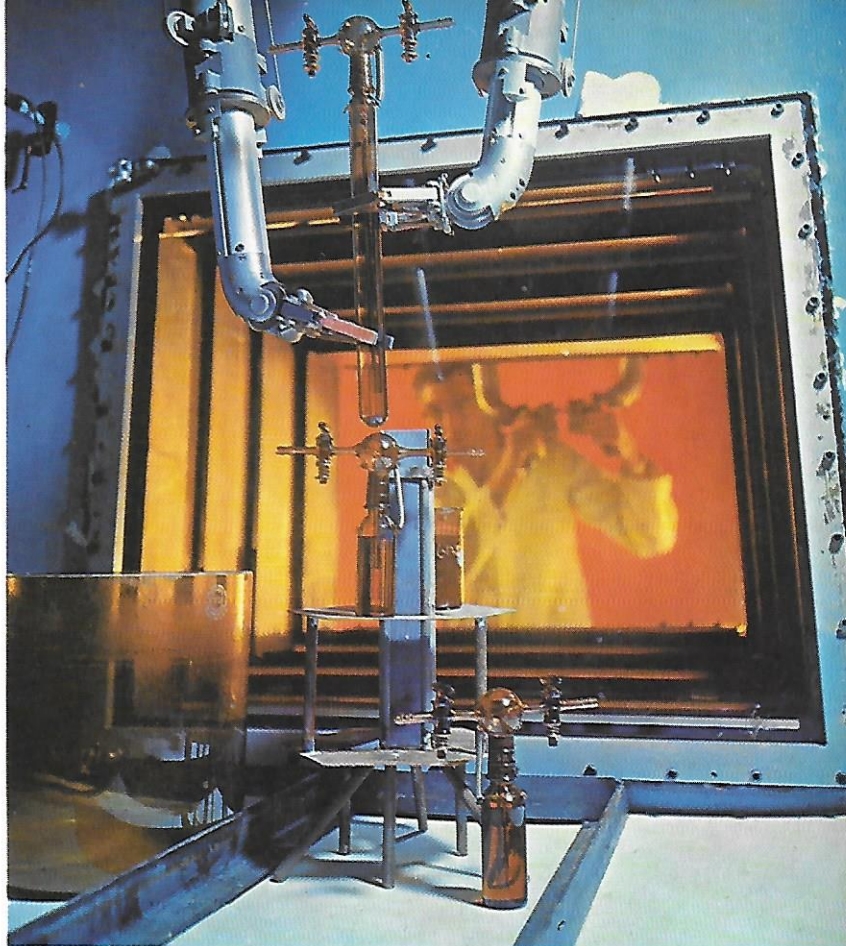


Los cuerpos radiactivos pueden emitir espontáneamente tres tipos de radiación ( $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$ ) que tienen distinta capacidad de penetración en la materia.





*La radiactividad está siendo utilizada con fines pacíficos; en medicina, por ejemplo, se diagnostican enfermedades por medio de gammagrafías que detectan zonas de distinta absorción de un determinado elemento emisor de radiaciones  $\gamma$ . A la derecha, un científico manejando sustancia radiactiva por medio de brazos mecánicos.*



netrar varios milímetros de aluminio. Finalmente, las radiaciones  $\gamma$  son capaces de atravesar planchas de plomo de varios centímetros.

Pero lo más interesante de todo ello fue el descubrimiento de las propiedades eléctricas de estas radiaciones. Al pasar entre dos placas de metal unidas a una pila eléctrica o entre los polos de un imán, las tres radiaciones sufren distintos efectos. Las partículas  $\alpha$  se desvían en un sentido, las  $\beta$  en el sentido contrario y las  $\gamma$  atraviesan esos campos sin sufrir ningún efecto. De estas experiencias, se llegó a la conclusión de que las partículas  $\alpha$  tienen aproximadamente cuatro veces la masa del hidrógeno. Hoy sabemos que no son otra cosa que dos protones y dos neutrones fuertemente unidos. Las partículas  $\beta$ , con una masa 1837 veces menor que la del hidrógeno, son electrones muy rápidos. Y las radiaciones  $\gamma$  son de naturaleza parecida a la de los rayos X o la luz.

De esta forma, gracias a estas radiaciones que nos proporcionan una preciosa información acerca del interior del átomo, se ha visto que las fuerzas eléctricas jugaban un importante papel en la estabilidad atómica. De hecho, hoy se sabe que las fuerzas que unen

núcleos y electrones en el interior del átomo son fuerzas eléctricas. Sobre esta base, Rutherford, lanzando partículas  $\alpha$  contra los átomos de delgadas láminas metálicas, logró averiguar la estructura de los átomos y su tamaño, tal como los conocemos hoy.

La radiactividad natural aparece en diversas sustancias, pero puede provocarse artificialmente. Esto ha sido muy utilizado en medicina; por ejemplo, para averiguar en qué parte del cuerpo se utiliza una determinada sustancia o cuál es su recorrido por él. En efecto, supongamos que queremos saber qué parte del cuerpo necesita yodo. En este caso, se irradia yodo, para conseguir que emita radiaciones, y se introduce en el individuo. A través de un detector de radiaciones o por fotografía se puede descubrir el recorrido corporal y el destino del yodo, que es, en el caso de este elemento, especialmente la glándula tiroides. En metalurgia se utilizan métodos parecidos. Las radiaciones procedentes del interior de los átomos pueden ser mortíferas, pero también pueden ayudar a la ciencia moderna.

Estas son algunas de las aplicaciones que los efectos nucleares han aportado. Pero, además de ello, la obtención de la energía eléctrica, la propulsión de barcos y submarinos, el control de plagas son algunas de las realizaciones que funcionan ya perfectamente. A sólo 60 años de las primeras hipótesis modernas sobre los átomos, las aplicaciones presentes y las que se atisban hacen que se comience a pensar en la energía atómica como lo que nunca debió dejar de ser: una poderosa arma de progreso para todos.



# ÍNDICE

## **El universo y la Tierra**

El Sol: la estrella de la Tierra	<i>Luis Pujol</i>	80
Planetas, satélites y cometas	<i>Patrick Moore</i>	136
La Luna	<i>Patrick Moore</i>	172
Viajes a la Luna	<i>Patrick Moore</i>	242

## **La materia y la energía**

El mundo en desorden	<i>Pedro Puigdoménech</i>	8
La presión	<i>Pedro Puigdoménech</i>	104
La temperatura	<i>Pedro Puigdoménech</i>	258

## **La vida**

Diversidad y estabilidad	<i>Marta Estrada</i>	16
La vida en los océanos	<i>Carlos Bas</i>	46
El plancton marino	<i>Carlos Bas</i>	128
Lagos, ríos y pantanos	<i>Ángel Guerra</i>	206
La polución del agua	<i>Arturo Compte</i>	266

## **El hombre**

Las glándulas	<i>Miguel Ingelmo</i>	34
Las hormonas	<i>Miguel Ingelmo</i>	64
La pubertad	<i>Miguel Ingelmo</i>	198



# ÍNDICE

## El universo y la Tierra

Radiotelescopios y fuentes de radiación en el universo	<i>Antonio Paluzié</i>	106
Nuestra atmósfera es así	<i>Mariano Medina</i>	244

## La materia y la energía

El calor, privilegio de los dioses	<i>Pedro Puigdoménech</i>	0
¿Se muere el universo?	<i>Pedro Puigdoménech</i>	82
Los cambios de estado	<i>Jaime Casabó</i>	126
Las transformaciones químicas	<i>Jaime Casabó</i>	204
Las técnicas del frío	<i>Pedro Puigdoménech</i>	258

## La vida

La vida en el suelo	<i>Arturo Compte</i>	36
Adaptaciones a la vida en tierra firme	<i>Enrique Balcells</i>	134
La conquista del continente	<i>Enrique Balcells</i>	212
Conservación de los recursos naturales	<i>A. G. Bannikov y V. A. Borisov</i>	294

## El hombre

Genética humana	<i>Francisco J. Ayala</i>	54
Herencia y educación	<i>Ricardo Guerrero</i>	158
Raza	<i>Ashley Montagu</i>	264



## La materia y la energía

Disoluciones y mezclas	<i>Pedro Puigdoménech</i>	8
Las máquinas de vapor	<i>Pedro Puigdoménech</i>	92
Los metales y la metalurgia	<i>Pedro Puigdoménech</i>	148
Cómo funciona un motor de automóvil	<i>Pedro Puigdoménech</i>	196
Mecánica del automóvil	<i>Javier del Arco de Izco</i>	246

## La vida

Agresión e imperativo territorial	<i>Robert Ardrey</i>	0
Parasitismo	<i>Pierre-P. Grassé</i>	32
Comensalismo y simbiosis	<i>Pierre-P. Grassé</i>	86
Falsificación de señales en la naturaleza	<i>Wolfgang Wickler</i>	140
La agresión en el mundo animal	<i>Juan Pablo Martínez Rica</i>	188
El comportamiento territorial en los animales	<i>Juan Pablo Martínez Rica</i>	238
Cortejo y apareamiento	<i>Ricardo Guerrero</i>	280

## El arte

Cine científico y documental	<i>Miguel Porter</i>	24
La industria del cine en el mundo	<i>Miguel Porter</i>	132
El cine de vanguardia	<i>Miguel Porter</i>	202

## El lenguaje

Los historiadores antiguos	<i>José Alsina</i>	48
La oratoria antigua	<i>Manuel Fernández-Galiano</i>	154

## El pensamiento

El cristianismo y su expansión	<i>José Montserrat Torrens</i>	98
Herejes y padres de la Iglesia	<i>José Montserrat Torrens</i>	182
Mahoma	<i>Francisco José Fortuny</i>	230

## La matemática

El reino de Fermat	<i>Joaquín Navarro</i>	40
En deuda con la diosa Namagiri	<i>Joaquín Navarro</i>	118
Números primos	<i>Joaquín Navarro</i>	288



# ÍNDICE

## El universo y la Tierra

Los frentes en la zona templada	<i>Mariano Medina</i>	50
Ciclones tropicales	<i>Mariano Medina</i>	112
Tormentas, tornados y trombas	<i>Mariano Medina</i>	184
Meteorología de vanguardia	<i>Mariano Medina</i>	252

## La materia y la energía

Espacio y tiempo	<i>Pedro Puigdoménech</i>	8
Las fuerzas	<i>Pedro Puigdoménech</i>	70
La masa	<i>Pedro Puigdoménech</i>	126
Los proyectiles	<i>Pedro Puigdoménech</i>	200
Los movimientos de rotación	<i>Pedro Puigdoménech</i>	234

## La vida

El lenguaje de los animales	<i>Juan P. Martínez Rica</i>	58
Comportamiento social de los animales	<i>Esteban de Salas</i>	120
Las migraciones animales	<i>Ramón Sáez-Royuela</i>	200
El cuidado de la prole	<i>Michael Boorer</i>	260
Instintos y aprendizaje	<i>Michael Boorer</i>	280

## El hombre

El desarrollo de la inteligencia en el niño	<i>Rémy Droz</i>	200
El lenguaje humano	<i>Miguel Siguán</i>	80
La inteligencia y los tests	<i>José Luis Pinillos</i>	150



## La historia

Carlomagno, emperador de Occidente	<i>Jean-Claude Frachebourg</i>	16
Señores y vasallos	<i>Virgilio Ortega</i>	76
Los Caminos de Santiago	<i>Jean-Claude Frachebourg</i>	146
Las cruzadas	<i>Jean-Claude Frachebourg</i>	214

## La sociedad

La explosión educativa	<i>Amando de Miguel</i>	0
Los sondeos de opinión	<i>Amando de Miguel</i>	64
Urbanización	<i>Kingsley Davis</i>	132
Las subculturas juveniles	<i>José Luis L. Aranguren</i>	192
La liberación de la mujer	<i>Amando de Miguel</i>	238
La significación sociológica de la salud	<i>Amando de Miguel</i>	278

## El arte

Apología del circo	<i>Sebastián Gasch</i>	36
Cómo se monta una obra teatral	<i>José Monleón</i>	96
Nuevos caminos del espectáculo teatral	<i>José Monleón</i>	170
El "music-hall": del café cantante al "strip-tease"	<i>Sebastián Gasch</i>	220

## El lenguaje

El poema del Cid	<i>Alberto Blecua</i>	44
Dante Alighieri	<i>Ugo Biagioni</i>	178

## El pensamiento

La Escolástica	<i>Miguel Cruz Hernández</i>	104
Ciencia y magia en la Edad Media	<i>Pedro Puigdoménech</i>	228
La Reforma	<i>Jean-Claude Frachebourg</i>	272

## La matemática

Geometría democrática	<i>Joaquín Navarro</i>	30
Izquierda y derecha	<i>Joaquín Navarro-P. Puigdoménech</i>	90
El hombre del muslo de oro	<i>Joaquín Navarro</i>	162
Universo y geometría	<i>Joaquín Navarro-P. Puigdoménech</i>	246
Prohibido deformar	<i>Joaquín Navarro</i>	294



# ÍNDICE

## **El universo y la Tierra**

La predicción del tiempo  
Fotometeoros y electrometeoros

*Mariano Medina*

*Mariano Medina*

## **La materia y la energía**

La energía  
Los cohetes  
La gravitación  
El movimiento de los planetas

*Pedro Puigdoménech*

*Pedro Puigdoménech*

*Pedro Puigdoménech*

*Carlos Simó*

## **La vida**

Conducta animal y conducta humana  
Ritmos y ciclos  
La luz y los seres vivos  
El fotoperiodismo en las plantas  
La fotosíntesis

*Michael Boorer*

*Ricardo Guerrero*

*María Concepción Rigau*

*Pedro Camprubí*

*María Concepción Rigau*

## **El hombre**

Las drogas alucinógenas  
El tabaco y sus problemas  
Las bebidas alcohólicas  
La vida emotiva  
Las neurosis

*J. Laporte*

*Luis Trías de Bes*

*Francisco Freixa*

*Francisco Escudero*

*A. Medina León*