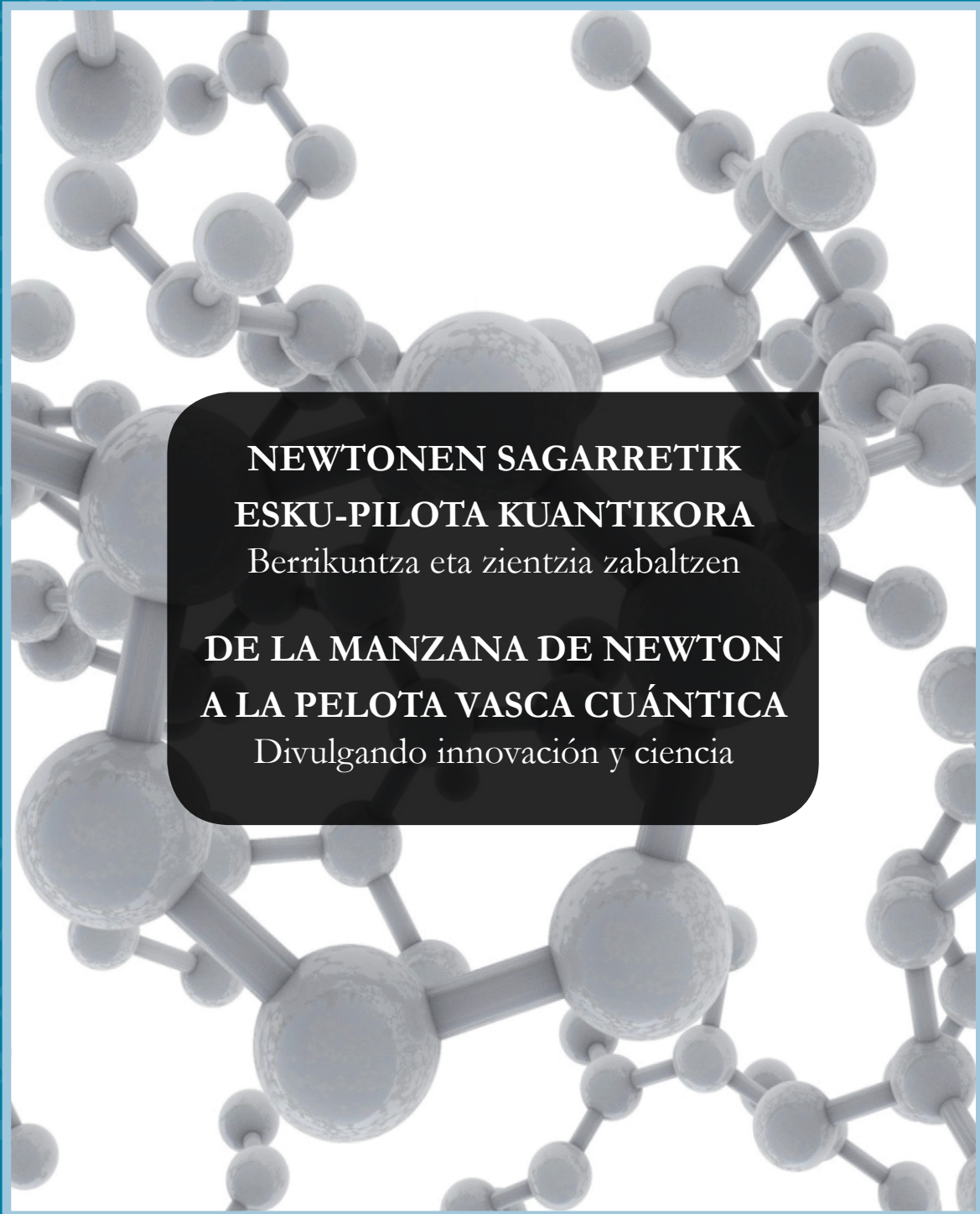


Eibarko Kuadernuak 4



**NEWTONEN SAGARRETIK
ESKU-PILOTA KUANTIKORA**
Berrikuntza eta zientzia zabaltzen

**DE LA MANZANA DE NEWTON
A LA PELOTA VASCA CUÁNTICA**
Divulgando innovación y ciencia

Juan Luis Ibarlucea Lascurain

Kolore honekin → barruko estekak
Con este color → hipervínculos internos

Kolore honekin → kanpoko estekak
Con este color → hipervínculos externos

**NEWTONEN SAGARRETIK
ESKU-PILOTA KUANTIKORA**

Berrikuntza eta zientzia zabaltzen

**DE LA MANZANA DE NEWTON
A LA PELOTA VASCA CUÁNTICA**

Divulgando innovación y ciencia

© **Eibarko Udala** - Ayuntamiento de Eibar

© **Ego Ibarra Batzordea** - Comisión Ego Ibarra

Eibar, 2012

Todos los derechos reservados. Está publicación y los documentos gráficos contenidas en la misma, no pueden ser reproducidos, ni en todo ni en parte, ni registrados en, o transmitidos por un sistema de recuperación de información, en ninguna forma ni por ningún medio, sin el permiso previo escrito del Ayuntamiento de Eibar y del autor, así como de la autora de la portada.

Eskubide guztiak gordeta daude. Liburu hau eta bertako argazki bat bera ere ezin da inon berragertu, ez zatika ez osorik. Liburu hau ezin da inon erregistratu eta bertan agertzen diren argazkiak zein idatziak ezin dira informazioa batzeko sistema batean jaso; inongo modutan eta inongo formatan. Hori egin nahi duenak, derrigorrezkoa du Eibarko udalaren baimen idatzia eta egilearena eskuetan izatea, baita liburu-azalaren egilearena ere.

Ego Ibarra Batzordea – Comisión Ego Ibarra

NEWTONEN SAGARRETIK ESKU-PILOTA KUANTIKORA
Divulgando innovación y ciencia

DE LA MANZANA DE NEWTON A LA PELOTA VASCA CUÁNTICA
Berrikuntza eta zientzia zabaltzen

© Testuena / de los textos: Juan Luis Ibarlucea

© Azterketa zientifikoa / Revisión científica:



© Edizio paratzailea / Editora: Ego Ibarra idazkaria, secretaria Comisión Ego Ibarra

© Itzultzaileak/Traductores: Asier Etxaburu Agirre - Amaia Rodríguez Agirre

© Marrazkiak/Dibujos: Juan Luis Ibarlucea

© Portada:  Nerea Isasi

Fotokonposaketa, inprimaketa eta koadernaketa:

Michelena Artes Gráficas, S.L.
Pº Ubarburu, 54 - Polig. 27 (Martutene)
Astigarraga (Gipuzkoa)

ISSN: 1576-7140

ISBN: 978-84-89696-51-8

D.L./L.G. SS 1856-2012

Nire esker ona eman nahi diet TEKNIKER zentro teknologikoari eta EIBARKO UDALARI, dibulgaziozko ideia honi gizarteak bertan parte hartzeko laguntza eman baitio, industria- eta teknologia-tradizioari ohore emanaz, eta orobat, EIBAR Zientzia eta Berrikuntzaren hiria izendatu izanari.

Sinetsita nago, ezagutzaren, berrikuntzaren eta zientziaren zabalkundea interesgarria izango dela gure hiritarrentzat, eta lagungarria irakasgai zientifiko-teknologikoak egitea erabakitzen duten ikasleentzat.

Egileak

Mi agradecimiento al Centro Tecnológico TEKNIKER, y a nuestro AYUNTAMIENTO DE EIBAR que han apoyado esta idea divulgativa para hacer partícipe de ella a la sociedad en honor a la tradición industrial y tecnológica, y al nombramiento de EIBAR como Ciudad de la Ciencia y la Innovación.

Desde el convencimiento de que la divulgación del conocimiento, la Innovación y la Ciencia será de interés para nuestros ciudadanos y de ayuda para la orientación de los estudiantes que decidan optar por las disciplinas científico-tecnológicas.

El autor

Berrikuntza eta Zientzia, Zientzia eta Berrikuntza. Azken aldian, gure hirian, ezinbestean lotuta dauden berba bi. Izan ere, Zientzia eta Berrikuntzaren hiri izendatu gintuzten 2010ean. Liburu honen egilea, Juan Luis Ibarlucea eibartarra, izendapen horretaz eta bizi osoko esperientziaz baliatuta, bi hitz horien atzean gordetzen den guztia modu ulerterrazean azaldu eta ezagutza guzti horiek hiritar guztiongana burbiltzeko.

Ziur naiz, liburua irakurtzen dugun heinean, gero eta handiagoa izango dela gure jakinmina eta autoreak hain ondo azaltzen dituen jakintzetan murgiltzeko gogo.

IK4 Teknikerrek eman duen laguntza ezin baliotsuagoa eskertu nahi dut, bera izan baita liburu honen eduki zientifikoa ikuskatu duena. Teknikerrek egin duen ekarpen hori izan ezean, lan honek ez zuen argirik ikusiko. 2012. urtean, Armeria Eskolaren mendeurrena ospatu dugula azpimarratu nahi dut.

Eibarko alkate naizen aldetik, oso harro nago, eibartar batek ausardiaz jorratu duelako orain arte adituen esku baino ez zegoen gaia. Guzti hori kontuan izanik, nahi eta itxaro dudana da, hemendik aurrera, esku artean daukagun liburu hau beste liburu espezializatuago batzuk ulertzeko tresna izatera iristea. Hau da Juan Luisen lana. Irakur dezagun eta zabal dezagun.

Miguel de los Toyos Nazabal, alkateak

Innovación y Ciencia, Ciencia e Innovación. Dos palabras que en los últimos tiempos van indisolublemente unidas con nuestra ciudad. De hecho, fuimos nombrados Ciudad de la Ciencia y la Innovación en el año 2010. A raíz de este nombramiento y con toda la experiencia acumulada a lo largo de su vida, el autor de este libro, el eibarrés Juan Luis Ibarlucea, nos muestra de una manera comprensible, lo que representan esas dos palabras, ciencia e innovación, y pretende acercar todos esos conocimientos al resto de la ciudadanía.

Estoy seguro de que a medida que vayamos leyendo este libro sentiremos la necesidad de saciar nuestra curiosidad y de empaparnos de los conocimientos, que tan bien da a conocer el autor.

Quiero agradecer la inestimable colaboración de IK4 Tekniker, el centro que ha supervisado científicamente los contenidos de este libro. Sin su aportación, esta obra no hubiera podido hacerse realidad. Quisiera destacar que en el año 2012 hemos celebrado el centenario de la Escuela de Armería.

Me enorgullece que un eibarrés haya sido lo suficientemente valiente como para poder desarrollar una materia que hasta hoy solo estaba al alcance de unos pocos expertos. A partir de este momento se va a producir un cambio. Así mismo, espero y deseo que este libro que tenemos entre manos pueda llegar a ser un instrumento de apoyo para la comprensión de otros libros más especializados. Esta es la obra de Juan Luis. Leámosla y divulguémosla.

Miguel de los Toyos Nazabal, alcalde

AURKIBIDEA

EGILEAREN ATARIKOA	11
1. TOKIKOTIK MUNDU ZABALERA	15
2. INDUSTRIA BERRIKUNTZA	21
2.1. INDUSTRIA KUDEATZEKO METODOAK BERRITZEA	24
2.2. PRODUKTUAK BERRITZEA	25
2.3. FABRIKAZIO PROZESUAK BERRITZEA	27
3. IKERKUNTZA ETA BERRIKUNTZA TEKNOLOGIKOA	31
3.1. XXI. MENDEKO MEDIKUNTZA	35
3.2. ROBOTIKA	36
3.3. ETORKIZUNEKO LANTEGIA	37
3.4. ETORKIZUNEKO GARRAIOA	38
3.5. ENERGIA BERRIZTAGARRIAK	39
4. ZIENTZIA MODERNOA	43
5. MATERIAREN BARRUALDEA	49
6. ERLATIBITATEA	55
6.1. ABIADUREN ADIZIOA	60
6.2. ALDIBEREKOTASUNAREN ERLATIBITATEA	60
6.3. DENBORAREN DILATAZIOA	64
6.4. GRABITAZIOA ETA DENBORA.	65
6.5. LUZEREN UZKURDURA	68
6.6. ARGIAREN IBILBIDE ZUZENA	69
6.7. ABIADURA ETA GORPUTZEN MASA.	69
6.8. MASA ETA ENERGIA	71
7. FISIKA KUANTIKOA	73
7.1. ARTEKA EDO KANAL BIEN ESPERIMENTUA.	76
7.2. ZIHURGABETASUN PRINTZIPIOA	88
7.3. ELKARRI LOTZEA	90
7.4. ZER DAKARKIGU FISIKA KUANTIKOAK	91
8. ETA GERO... ZER?	93
BIBLIOGRAFIA	99

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN DEL AUTOR	11
1. DE LO LOCAL A LO GLOBAL	15
2. INNOVACIÓN INDUSTRIAL	21
2.1. INNOVAR MÉTODOS DE GESTIÓN INDUSTRIAL	24
2.2. INNOVAR LOS PRODUCTOS	25
2.3. INNOVAR LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN	27
3. INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA	31
3.1. LA MEDICINA DEL SIGLO XXI	35
3.2. LA ROBÓTICA	36
3.3. LA FÁBRICA DEL FUTURO	37
3.4. EL TRANSPORTE DEL FUTURO	38
3.5. LAS ENERGÍAS RENOVABLES	39
4. CIENCIA MODERNA	43
5. INTERIOR DE LA MATERIA	49
6. RELATIVIDAD	55
6.1. ADICIÓN DE LAS VELOCIDADES	60
6.2. RELATIVIDAD DE LA SIMULTANEIDAD	60
6.3. DILATACIÓN DEL TIEMPO	64
6.4. GRAVITACIÓN Y EL TIEMPO	65
6.5. CONTRACCIÓN DE LAS LONGITUDES	68
6.6. TRAYECTORIA RECTILÍNEA DE LA LUZ	69
6.7. VELOCIDAD Y LA MASA DE LOS CUERPOS	69
6.8. MASA Y ENERGÍA	71
7. FÍSICA CUÁNTICA	73
7.1. EXPERIMENTO DE LOS DOS CANALES	76
7.2. PRINCIPIO DE INDETERMINACIÓN	88
7.3. EL ENTRELAZAMIENTO	90
7.4. ¿QUÉ NOS APORTA LA FÍSICA CUÁNTICA?	91
8. Y DESPUÉS... ¿QUÉ?	93
BIBLIOGRAFÍA	99

EGILEAREN ATARIKOA

JAKINTZAREN garaian sartuta dauden XXI. mendeko gizarteek Ikerkuntza eta Berrikuntza zientifikoan eta teknologikoan hartzen dute oinarria.

Gure inguruan, egoera hori joan den mendean izandako industria-garapen garrantzitsuaren ondorio logikoa da; izan ere, enpresa-ahaleginak, hobetzeko duten grina dela eta, Zentro Teknologikoen jarduerekin eta erakunde publikoen laguntzarekin osatu dira.

Gainera, gure herritarrek; gazteek, batez ere; parte hartu behar dute kezka horretan, eta horietan dira dibulgazioko lan didaktiko eta ulergarri honen zergatikoa.

Zientzia modu ikaragarrian aurreratu da azken mendean. Hala, gure ikastetxeetan ikasi genituen kontzeptuak gaindituta geratu dira, eta horiek eguneratzeko **MATERIA**ren gaineko jakintza berriei heldu beharko diegu, **ERLATIBITATEAREN TEORIA** eta **FISIKA KUANTIKOA** euskarri legez erabilita.

Zabalkunde lan honetan, kontzeptu horiek osatzen ditugu beste elementu garrantzitsu bat gehituz: **“Ezagutzaren eta Berrikuntzaren aldeko giro hori hiritarrentzako eskuragarri jartzeko beharra”**.

INTRODUCCIÓN DEL AUTOR

Las sociedades del siglo XXI inmersas en la Era del CONOCIMIENTO, se basan en la Investigación y en la Innovación científica y tecnológica.

En nuestro entorno, esta situación es la lógica consecuencia del importante desarrollo industrial experimentado en el siglo pasado, en el que los esfuerzos empresariales en su empeño por mejorar se han complementado con las actividades de los Centros Tecnológicos y con el apoyo de las instituciones públicas.

Además nuestra ciudadanía y en especial la juventud, también deben ser partícipes de esta inquietud, y son la razón de este trabajo divulgativo, didáctico y asequible.

La Ciencia ha evolucionado de forma exponencial en el último siglo, haciendo que conceptos que aprendimos en los centros de enseñanza hayan sido superados, por lo que para actualizarlos nos adentramos en los nuevos conocimientos de la **MATERIA**, apoyándonos en las **TEORIA de la RELATIVIDAD**, y en la **FÍSICA CUÁNTICA**.

En este trabajo divulgativo, complementamos estos conceptos agregando otro factor importante: **“La necesidad de que este clima de Conocimiento e Innovación debe ser puesto al alcance de la ciudadanía”**.

Horrela, zabalkundea bizigarria izango da eta gure familiak eta belaunaldi berriak sentsibilizatuko ditu.

Ekimen horrek bat egiten du Eibar Zientziaren eta Berrikuntzaren Hiri izendatu izanarekin, eta hiritarrei ardura horietan parte harrarazten die.

Egileak ibilbide mailakatua planteatzen du; aurrenik, industria-esperientzia berritzaileak, hurrenik, Zentro Teknologikoetan egindako Ikerkuntza- eta Berrikuntza-lanek, eta azkenik Zientzia Modernoak azken ehun urteetan izan dituen garapen eta aurkikuntza liluragarriak erakusten ditu.

Beraz, lehenengo zatirako bere lan-jarduera zabalaren ondorio diren esperientzietan oinarritzen da.

Ikerkuntzaren eta Berrikuntzaren oraingo egoera azaldu ahal izateko, baditu Tekniker Zentro Teknologikoaren ekarpenak eta aholkularitza.

Hirugarren zatia, Zientzia Modernoari dagokiona, egileak ezagutzak eguneratzeko dituen asmoen eta berezko jakin-minaren ondorioz sortzen da. Horrela, fisikari eta zientzialari modernoek ekarpenak aztertu eta laburbildu ditu, liburu honen egileak berak uler ahal izateko.

Sinplifikatze- eta laburtze- lan horri esker ohartzen da, lan hau guztiz eskualdagarria dela zientziara hurbiltzeko eta mundu fisikoa nola eratuta dagoen ulertzeko jakin-mina duen edonorentzat.

De esta forma, la divulgación proporcionará un buen aliciente sensibilizando a nuestras familias y a las nuevas generaciones.

Esta iniciativa se alinea con el espíritu del nombramiento de Eibar como Ciudad de la Ciencia y la Innovación, haciendo partícipes a sus ciudadanos de estas inquietudes.

El autor plantea un recorrido progresivo, desde las experiencias industriales innovadoras, para pasar por los trabajos de Investigación e Innovación realizados en los Centros Tecnológicos, y terminar mostrando los apasionantes desarrollos y descubrimientos de la Ciencia Moderna en los últimos cien años.

En consecuencia, para la primera fase se apoya en sus propias experiencias fruto de su dilatada actividad profesional.

Para exponer el estado actual de la Investigación e Innovación, cuenta con las aportaciones y asesoramiento del Centro Tecnológico Tekniker.

La tercera parte, relativa a la Ciencia Moderna, surge como consecuencia de la curiosidad innata del autor y de su ánimo de actualizar conocimientos, analizando, compendiando y resumiendo las aportaciones de los modernos físicos y científicos, con el objeto de hacer accesible la propia comprensión del autor de la presente obra.

Es esta labor de simplificación y resumen la que le percata de que el trabajo se convierte en algo perfectamente transmisible a toda persona con curiosidad por aproximarse a la Ciencia y a la comprensión de la constitución del mundo físico.

Beraz, zabalkunde erraza eta laburtua eskaintzen dio zientzia-arloko gaietan jantzita ez dagoen irakurleari, ulertterazak diren adigaiak eta adibideak erabiliz: demostrazio matematiko zailak alde batera utzi eta zorrotasun zientifikoa moldatu egin du ulermena errazteko. Eta besteak beste, guretzat denontzat hain ezaguna den esku-pilota erabili du aukeren gainezarpen kuantikoa azaltzeko. Hori dela-eta, adituei eta jakitunei, lan hau zein testuingurutan kokatzen den kontuan hartzea erregutzen zaie.

Así pues, ofrece una divulgación sencilla y resumida, en forma de conceptos y ejemplos que faciliten su entendimiento, para el lector no versado en temas científicos se eluden difíciles demostraciones matemáticas y se pone el rigor científico al alcance del gran público, utilizando para ello deportes tan cercanos a nosotros como la pelota a mano para tratar de explicar la superposición cuántica de las posibilidades, por lo que ruega a los especialistas que tengan presente el contexto en el que se inscribe esta obra.



1. TOKIKOTIK MUNDU ZABALERA

1. DE LO LOCAL A LO GLOBAL

Lortu nahi den helburu didaktikoa errazteko, “tokikotik mundu zabalera” edo “errazetik korapilatsuagoa denera” doan ideiaren inguruan egituratzen da testua.

Horretarako, uste dut egokia dela tailer edo ohiko industria bat zer den eta bertan zer egiten den nola edo hala ezagutzea; metalen eraldaketara hurbiltzea, hala nola gure artean hain zabaldua dagoen “metal mekanikoaren” alorrera.

Jakintza horrek hurrengo urratsera garamatza; produktuen miniaturizazioaren arlo modernoetara sartzera, alegia. Neurri “mikro- eta nanometrikotan” fabrikatutako elementuen bide izango da hori; Era berean, elementu horiek, are txikiagoak diren, materialak dituen osagaien egitura atomikoetara hurbilduko gaituzte. Horretarako, Zientzia Modernoaren alorrean arituko gara.

Betidanik baieztatu izan dut lan-arloan zorioneko sentitu naizela, Eibarko tailerretan hasi nintzelako lanean (60ko hamarkadan), eta bertan, normala zen makinak martxan jartzeko “motor bakarrez eragindako polea eta uhalezko transmisioa” erabiltzea.

Horrek bide eman zidan nire eza-gutza makina berezi, transfert eta automatikoen bilakaera teknologikora moldatzeko; harik eta azken teknologietara

Con el objeto de facilitar el fin didáctico perseguido, el texto se estructura en torno a una idea, que va de “lo local a lo global”, o de “lo sencillo a lo más complejo”.

Para ello, creo que es oportuno tener un cierto conocimiento de lo que es y lo que se hace en un taller o industria convencional, aproximándonos a la transformación de los metales. Valga como ejemplo el ámbito “metal mecánico”, tan extendido entre nosotros.

Ese conocimiento nos lleva al paso siguiente, al moderno campo de la miniaturización de productos, y lo haremos de la mano de elementos fabricados a escalas “micro y nanométricas”, que nos situarán en la puerta de lo más diminuto, el de las estructuras atómicas de los componentes de la materia. Para ello, nos moveremos en el campo de la Ciencia Moderna.

Siempre he afirmado que en el campo profesional me he sentido una persona afortunada, pues inicié mi trayectoria en la industria eibarresa (los 1960), donde era normal el accionamiento de las máquinas por mediación de un “único motor y su transmisión de poleas y correas”.

Esto me permitió acompañar mi propio conocimiento a la evolución tecnológica de las máquinas especiales, transfert y automáticas, hasta llegar a las últimas

iritsi arte; hala nola, informatizazioa, mikroelektronika, robotika, zelula malguak, zenbakizko kontrola, abiadura handiko mekanizazioa, ordenagailuz landutako diseinu eta fabrikazioa (CAD eta CAMa kasu), laserraren erabilera, etab.

Aldi berean, Zentro Teknologikoekin harremana ona izan zen, eta beraien laguntza izan genuen gaien konplexutasunak edota irtenbide-premiekin hala eskatzen zutenen.

Gertutasun horrek aukera ematen dit dibulgazio lan hau aberasteko, haien aholkularitza eta laguntza ditudalako.

Hirugarren urratsa da, irakurleak jadanik antzeman dezakeen bezala, globalenera hurbiltzea, zientziara alegia. Begi-bistakoa da ikerketa zientifikoa mundu osoan lantzen dela, modu koordinatuan diharduten nazioarteko diziplina anitzeko lantaldeetan.

Hona hemen dibulgazio lan honen hiru faseak laburbilduta:

- INDUSTRIA BERRIKUNTZA: 1980. eta 2005. urteen artean izandako esperientziak, metal-mekanikako fabrikazioan.
- IKERKUNTZA TEKNOLOGIKOA: Zentro teknologikoen proiektuak eta lanak, neurri handi batean, mikro- eta nanoteknologietan zentratuak.

Horietako batzuk gauzatu dira dagoeneko, eta beste zenbait datozen hamarkadetan egin daitezke.

tecnologías de la mano de la informatización, microelectrónica, robótica, células flexibles, control numérico, mecanizado de alta velocidad y el diseño y la fabricación asistida por ordenador, como el CAD y CAM, la utilización del láser, etc.

Al mismo tiempo, la relación con los Centros Tecnológicos fue buena, y hallamos su apoyo, cuando la complejidad de los temas y la búsqueda de soluciones así lo requerían.

Esta proximidad me aporta la posibilidad de enriquecer este trabajo divulgativo, al contar con su asesoramiento y apoyo.

El tercer paso, como ya se imagina el lector, es el acercamiento a lo más global, es decir, a la Ciencia. La investigación científica se desarrolla en todo el mundo mediante equipos multidisciplinares e internacionales que actúan coordinadamente.

He aquí un resumen de las tres fases de este trabajo de divulgación:

- INNOVACIÓN INDUSTRIAL: Experiencias realizadas en empresas, entre los años 1980 a 2005, en el entorno de la fabricación metal-mecánica.
- INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA: Proyectos y trabajos de los centros tecnológicos, en gran medida centrados en las micro y nanotecnologías.

La materialización de algunas de estas innovaciones es ya una realidad, y otras se estima que puedan ser realizadas en las próximas décadas.

- ZIENTZIA MODERNOA: Azterketa teorikoen eta esperimentalen bilduma, oinarrizko ikerketan mundu azpiatomikoan fokalizatzen direnena.

Zientzia horren hastapenak 1900. urte inguruan izan ziren, jarduera bizian jarraitzen du gaur egun, eta mila-urteko honen aurrerapen zientifikoak markatuko ditu.

Kapitulu honen izenburuarekin bat eginez, liburu hau irakurtzea, **“norbanakoaren arduragabekotasunetik, zientzia- eta teknologia-arloan parte-hartzailea den gizartera”** joateko bidea izatea nahiko nuke.

- CIENCIA MODERNA: Compendio de estudios teóricos y experimentales, que en la investigación básica se focalizan en el mundo subatómico.

Esta ciencia, cuyos inicios podemos situar a principios de 1900, continúa en plena actividad y marcará los avances científicos de este milenio.

Haciendo un paralelismo con el título de este capítulo, mi deseo es que la lectura de este trabajo nos anime a pasar **“de la individual indiferencia a la sociedad participativa en lo científico y tecnológico”**.



2. INDUSTRIA BERRIKUNTZA
2. INNOVACIÓN INDUSTRIAL

Berrikuntza nozioa (b) 1990. urte inguruan sartu zen industriagintzan, hasierako Ikerkuntza eta Garapena (I+G) kontzeptuen osagarri gisa; eta enpresagintzaren ikuspuntutik, honela definitzen da:

Jarduera berritzailea prozesu bat da, eta prozesu hori ondorengoan datza: ezagutza teknologiko berriak gehitzen dizkiegu gure “know how”-ari edo “egiten-jakite”-ari eta gure esperimentazioari, industria-produktuak eta -prozesuak hobetzearen.

Orobat, Berrikuntza era hone-tan ere definitzen da: aldaketa bat sorrarazteko, hobetzeko edo berri-tzeko zerbait egitera garamatzen goga-men-egoera; gizarteak onartutako zer edo zertan gauzatzen bada betiere.

I+G+b unitateak eratzen dituzten taldeek esparru orokor hauetan dihardute:

- **Industria kudeatzeko** metodoak berritzen.
- **Produktuak** berritzen.
- **Fabrikatze-prozesuak** berritzen.

Ikus ditzagun oso modu laburrean eta adibide gisa:

El concepto de Innovación (i) se incorporó en la actividad industrial, hacia 1990, como complemento de la inicial Investigación y Desarrollo (I+D), definiéndola desde la práctica de la empresa, como:

La actividad innovadora es el proceso mediante el cual incorporamos nuevos conocimientos tecnológicos a nuestro “know how” o “saber-como” y a nuestra propia experimentación, para la mejora de los productos y los procesos industriales.

También se define la Innovación, como un estado mental que nos lleva a actuar para provocar el cambio, la mejora o renovación, siempre que se traduzca en algo aceptado socialmente.

Los equipos que conforman las unidades de I+D+i, se dedican a estas áreas generales:

- Innovar los métodos de **gestión industrial.**
- Innovar los **productos.**
- Innovar los **procesos de fabricación.**

Veamos de una forma muy resumida y a modo de ejemplo:

2.1. INDUSTRIA KUDEATZEKO METODOAK BERRITZEA

Enpresetan erabili ohi zen ekoizpena kudeatzeko prozesua “taylorismo”a zen; fabrikatze-prozesu hori eragiketa simple bakanetan banatzen zen, haietako bakoitzean ahalik eta ekoizpenik handiena bilatzearen eta hura gauzatzeko metodorik onena erabilita ahalik eta denbora gutxienean.

Esku-langileen egitekoa jasotako jarraibideak betetzera mugatzen da; beharrezkotzat jotzen da bai fabrikatzeko bidean diren eta produktu amaituen stock-ak edo lehengaiak eskura edukitzea, enpresaren funtzionamendu egokia ziurtatzearen.

Probatu genuen beste sistema edo metodo bat *JIT* (just in time) izan zen, une egokian beharrezkoa dena besterik ez fabrikatzea proposatzen duena; haren oinarriko hastapen biei jarraituz:

- Alferrikako gastu guztiak alde batera uztea, kostuak gutxitzeko.
- Langileen parte-hartzea kontuan izatea eta beren gaitasuna aintzat hartzea.

Metodo horretan, prozesuak zelulatan egituratzen dira, hainbat eragiketa elkartuz; hau da, pieza bat hartzean, ahalik eta gehien lantzen da hurrengo fasera eraman aurretik, eta orobat *stock*ak eta inbentarioak desagertu egiten dira, saltzeko eskatzen dena bakarrik fabrikatzen delako (eta ez biltegiratzeko); hala, behar-beharrezkoak diren baliabideak besterik ez dira erabiltzen.

2.1. INNOVAR MÉTODOS DE GESTIÓN INDUSTRIAL

El método de gestión de la producción empleado normalmente en las empresas era el “taylorismo”, según el cual, el proceso de fabricación se descompone en operaciones individuales simples, buscando la máxima producción en cada una de ellas mediante el método óptimo y con los mínimos tiempos de ejecución.

La función de los operarios se limita a ejecutar las instrucciones recibidas, y se considera necesario disponer de stocks o existencias de materias primas, de productos en curso de fabricación y de productos terminados, para asegurar el correcto funcionamiento de la empresa.

Otro sistema o método que ensayamos fue el *JIT* (just in time), que preconiza fabricar solo lo necesario en el momento adecuado, en base a sus dos postulados básicos:

- Eliminar todo despilfarro para la reducción de los costes.
- Contar con la participación de los operarios y aprovechar sus capacidades.

En este método, los procesos se estructuran en células agrupando distintas operaciones; es decir, al tomar una pieza, se le hacen el mayor número de acciones antes de entregarla a la siguiente fase, y los stocks e inventarios desaparecen, pues se fabrica justo lo requerido para vender (no para almacenar), utilizando así los recursos estrictamente necesarios.

Gure enpresak kudeaketa berritu beharra zuen, eraginkorragoa izateko eta ekonomia-baliabideak azalarazteko, eta, horretarako, aurreko metodoen bidez lortutako emaitzak hobetuko zituen beste metodo bat ikertu genuen.

Enpresa bere osotasunean kudeatzeko balio zuen filosofia berri bat aurkitu genuen, Estatu Batuetan sortua eta **Goldratt Institutuak** zabalduakoa, Mugapenen Teoria edo TOC (Theory of Constraints) izenez ezagutzen dena.

Bere berezitasun nagusia da kudeaketa produzitzeko bidea mugarazten duen fase edo eragiketaren bidez oinarritzen dela, beraz, guk jardun eta mugatze edo *constraint*aren eraginkortasuna eta errendimendua menderatzen baditugu, eta gainerako baliabide eta eragiketak produzitzeko bide horren mende ipintzen badira, guztizko errendimendurik hoberena lortuko dugu.

Jardunkera edo metodo horren bitartez, kalitatea hobetuko dugu (akats gutxiago izango ditu), kostuak murriztuko ditugu (eragiketak egiteko gastu txikiagoak) eta inbentario eta *stock* gutxiagorekin jardungo dugu, horrexek eman baitzigun baliabide ekonomikoak hobetzeko bidea.

2.2. PRODUKTUAK BERRITZEA

Urtean-urtean produktu berriak eransten genizkion geure salgaien katalogoari, prozesu “logiko baina konplexuak” erabilita esku hartzen zuten eragile eta departamentuen harreman eta erabakiak koordinatzerako orduan, eta horrek eraginkortasuna urritzen zuen, baita umotze epeak nahiz merkaturatzea bera luzatzen ere.

Nuestra empresa necesitaba innovar su gestión para ser más eficiente y aflorar sus recursos económicos, para ello investigamos otro método que aportase mejores resultados que los obtenidos con los métodos anteriores.

Descubrimos una nueva filosofía válida para la gestión global de la empresa, que surgió en los Estados Unidos y fue difundida por el **Instituto Goldratt**, conocida por la Teoría de las Limitaciones o TOC (Theory of Constraints).

Su peculiaridad se centra en que la gestión se focaliza a través de la fase u operación que supone la limitación de la línea productiva de modo que si actuamos y controlamos la eficiencia y el rendimiento de la limitación o “constraint”, y se supeditan a ella el resto de los recursos y operaciones, obtendremos el óptimo rendimiento del conjunto.

Con este método, mejoramos la calidad (menos defectuoso), reducimos costes (menores gastos operacionales) y funcionamos con menos inventarios y stocks, lo que llevó a mejorar los recursos económicos.

2.2. INNOVAR LOS PRODUCTOS

Anualmente incorporábamos nuevos productos a nuestro catálogo de venta, utilizando unos procesos “lógicos pero complejos” a la hora de coordinar las relaciones y decisiones de los diversos agentes y departamentos implicados, lo que disminuía la eficiencia, dilataba los plazos de maduración y el propio lanzamiento al mercado.

Konponbide berritzailea jarri genuen abian produktu berriak garatu edo lehengoak aldatzeko, kudeaketa osoa integratzen zuen prozedura baten bidez, ideiatik eta diseinutik merkatura atera eta saldu arte, honako irizpide hauek betetzeko:

- Bezeroen beharrak betearaztea.
- Produktuei errentagarritasuna eranstea.
- Merkatuan jartzeko epeak betetzea.

Gidalerro edo helburu horiek betetzeko, ondokoak lortu behar ziren:

- PMP (Produktuak Merkaturatzeko Prozedura) diseinatzea eta enpresak bere egitea, plana osatzen baitu.
- Dagokien sailek eskuartzea.
- Fasez fase onartutako erabakiak berresteko beharrezko jarraibideak eta agiriak sortzea.
- Atal bakoitzean xedatutako PMP-a beteko dela bermatzea.

Prozedurak zazpi pauso edo urrats ditu. Abiapuntua hasierako proposamena batzean eta onartzean datza, eta saltzeraino nahiz lortutako emaitzak aztertzeraino doa.

La solución innovadora se aplicó mediante un procedimiento para desarrollar nuevos productos o la modificación de los ya existentes, que integraba la gestión completa desde la idea y el diseño hasta el lanzamiento y venta, de forma que cumplía con las siguientes directrices:

- Satisfacer las necesidades de los clientes.
- Aportar rentabilidad a los productos.
- Hacerlo cumpliendo los plazos de puesta en el mercado.

Para responder a estas directrices u objetivos, había que:

- Diseñar y asumir el PLP (Procedimiento Lanzamiento de Productos), que cohesiona todo el plan.
- Implicar a los distintos departamentos.
- Crear los formularios y documentos necesarios para ratificar las decisiones adoptadas en las distintas fases.
- Tener la garantía del cumplimiento del PLP establecido en cada caso.

El procedimiento consta de siete fases o pasos. Empieza con la captación y aceptación de una propuesta inicial, y llega hasta la venta y el análisis de los resultados obtenidos.

2.3. FABRIKAZIO PROZESUAK BERRITZEA

Produktuen kalitatea etengabe hobetzea lortu dugu fabrikatze prozesu berritzaileei esker –makinak, tresneriak, instalazioak– eta baita kostuak murriztu eta zerbitzua hobetuta ere.

Prozesu horietako batzuk aipa ditzagun:

- Eraldatzea matxinoetan forjatzeko modua; ohiko metodoa –hiru langile, gas labeetan berotzea eta haguneko altzairutik abiatzea– metodo berri batekin ordeztuta –bobinako altzairu biribila darabilen indukzio berotze sistema bat erabiliz, multzo osoa langile forjari bakarraren bidez ibiltzea lortzen duen automatismo bati esker.
- Aldatzea estanpak mailuari lotzeko era; ohiko metodoa –falken ganean kolpatuz egindakoa, eta ordu bi inguru irauten duena– bizkorragoa den aldatze-sistema batez ordeztuko. Sistema berri horrek euskarri mekaniko kontrolatuak ditu, eta bertan, estanpaziorako pastilla txertatuak erabiltzen dira, estampa handien ordeztu. Ondorioz, denbora gutxiago behar da (hamar minutu baino gutxiago) eta malgutasun handiagoa zein loteen tamainak murriztea lortzen da.
- Berritzea molde eta estanpetarako lorratz edo inprontak egiteko metodoak. Hala, alde batera

2.3. INNOVAR LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

La mejora continua en la calidad de los productos se ha logrado de la mano de los procesos de fabricación innovadores y en maquinaria, equipamientos, instalaciones, junto a la reducción de costes y la mejora del servicio.

Citemos algunos de estos procesos:

- Transformación del proceso de forja con martillos de caída; sustituyendo el método tradicional –desarrollado con tres operarios, calentamiento en hornos de gas y partiendo de material acero en llanta–, por uno nuevo –con sistema de calentamiento inductivo, utilizando acero redondo en bobina, y con un automatismo que permite el funcionamiento del conjunto bajo un operario forjador.
- Modificación del sistema de sujeción de las estampas al martillo; cambiando el método convencional de golpeo sobre las cuñas, que tiene una duración de aproximadamente dos horas, por un innovador sistema de cambio rápido. Este nuevo sistema cuenta con sujeciones mecánicas controladas y en él se sustituyen las grandes estampas por pastillas insertas para la estampación. Como consecuencia, se reducen los tiempos (por debajo de diez minutos) y se facilita la mayor flexibilidad y la reducción de los tamaños de los lotes.
- Innovación de los métodos para la construcción de las huellas o improntas de moldes y estampas;

uzten dira ohiko makinak eta eskulan espezializatu ugaria behar zuten sistemak eta baita elektrizitate higadurazko sistemak ere. Horien lekuan, abiadura handiko mekanizatuak gehitzen da, aukera ematen duelako material gogortuak zuzenean lantzeko, dimentsiozko zehaztasuna hobetzeko eta azal zimurtasun maila hobea lortzeko. Hortaz gain egiteko beharrezko denbora gutxitzen da.

- Hotzean prentsan galkatu materiala trinkotzeko prozesu berriak, azalaren kalitatea hobetzeko erabiltzen direnak. Hornitzaile automatikoak dituzte eta laneko segurtasuna hobetzen dute.
 - Ordeztea eskuz egindako akabatzaille lanak esmeril bandadun makina espezializatuarekin; horren bidez, batera, zelulak sor daitezke, prozesuko beste fase batzuekin konbinatuta.
 - Prentsako sistema automatikoak garatzea produktuaren “logoak” markatzeko iltzatuta edo erliebez zigilu grabatzaile bidez.
 - “Laser” teknologia makina berezi bidez, guztiz amaitutako produktuak identifikatzeko, horrela prozesuen amaieran markak berezi ahal izateko.
 - Zenbakizko kontrol konputerizatuak, hainbat produktu mekanizatze zentroak, makina berezi eta arrunten bidezko mekanizatze prozesuen ordez zelula bidezko fabrikatze integralerako.
- se dejan a un lado la construcción con máquinas convencionales, la necesidad de mucha mano de obra especializada e incluso los sistemas por electro erosión. En su lugar se incorpora el mecanizado de alta velocidad, que permite trabajar directamente los materiales endurecidos, mejorar las tolerancias dimensionales y alcanzar un alto grado de rugosidad superficial. Además reduce los tiempos de construcción.
- Nuevos procesos de acuñado en frío utilizados para compactar el material y mejorar la calidad de la superficie. Cuentan con alimentadores automáticos y proporcionan una mayor seguridad laboral.
 - Sustitución de las operaciones de pulimento manuales por maquinaria especializada que funciona por bandas de esmeril que pulen los bordes de las piezas, que posibilitan a su vez la creación de células en combinación con otras fases del proceso.
 - Desarrollo de sistemas automáticos en prensa para el marcado por clavado o en relieve a través de sellos grabadores para los “logos” identificadores del producto.
 - Tecnología “laser” aplicada con máquinas especiales para identificar los productos totalmente terminados, permitiendo la diferenciación de marcas al final de los procesos.
 - Centros de Mecanización para diversos productos CNC para la fabricación integral de forma celular, en sustitución a los procesos de mecanización con maquinaria especial y convencional.

- Instalazio galbaniko berria, nikel eta kromo dirdiratsu eta satinatuzko (kromo exabalentea) estalduretarakoa.
- Berritzea erreminten kirtenen diseinuak eta gaiak, polimero bimaterialak erabilia, ergonomikoagoak eta erakargarriagoak egiteko. Materialak injektatzeko teknologia ere berritzea.
- Ezartzea jariakin efluentek tratatu eta arazteko instalazioa, metodo fisiko-kimikoen ordez, elektrizitate bidezko koagulazio sistema berritzaile bat erabilia, ingurumena gehiago errespetatzen duelako.
- Bidaltze biltegiak Banaketa Gune zentralizatu bilakatzea, horretarako ohiko lan metodoa (produktuak apalategi finkoetatik hartzea) berritu genuen, eta haren ordez karrusel mugikorrek sistema bat erabili, kaotikoki antolatua, produktuak paketatze postura daramatzana, etekina nabarmen hobetuta.
- Nueva instalación galvánica para recubrimientos de níquel y cromo brillante y satinado (cromo exavalente).
- Innovación en los diseños y los materiales de los mangos de herramientas, en base a polímeros bimaterial, más ergonómicos y atractivos, y la tecnología para su inyección.
- Instalación para el tratamiento y depuración de fluidos efluentes, modificando los métodos físicos–químicos por un innovador sistema de electro–coagulación, más respetuoso con las condiciones medio ambientales.
- Transformación de los almacenes de expediciones en un Centro de Distribución centralizado, innovando el método de trabajo típico de tomar los productos de las estanterías fijas, por un sistema de carruseles móviles, caóticamente organizados, que acercan el producto al puesto del empaquetado, con rendimientos muy mejorados.

Horiek guztiak ikuspegi industrialeko proiektu berritzaile batzuen adibide dira, gure kasuan lagungarri izan zirenak kalitatea hobetu, kostuak murriztu eta bezeroentzako zerbitzu epeak laburtzeko.

Esos son ejemplos de una serie de proyectos innovadores, desde la perspectiva industrial, que en nuestro caso contribuyeron a mejorar la Calidad, reducir los Costes y acortar los plazos de Servicio a los clientes.

**3. IKERKETA ETA
BERRIKUNTZA TEKNOLOGIKOA**

**3. INVESTIGACIÓN
E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA**

Berrikuntza industriaren ikuspegitik azaldu ondoren, geure inguruko zentro teknologikoetako ikerketa eta berrikuntza izango ditugu aztergai. Horretarako, Teknikerrek emandako informazioa bilduko dugu.

Tekniker IK4 Zentro Teknologikoen multzo horretako kide da, honako alor zientifiko-tekniko hauen ikerketan espezializatutako zentroak:

Bioteknologia, mikro- eta nanoteknologiak, ingurumena, energia, mekatronika, materialak eta prozesuak, eta informazio eta komunikazioko teknologiak eta, orobat, industria-kudeaketa eta -ekoizpena.

Oro har, produktuak eta prozesuak miniaturizatzea lortu nahi bada ere, produktuak, tamainaren aldetik, askotarikoak izan daitezke.

Makina berriak eta haien prozesuak ikertzerakoan, edo fabrikazio lerroen nahiz fabrika instalazioen alorrean jarduterakoan “gizakiaren” eskala bat dugu hizpide, eta hor sistema metrikoaren unitateak agintzen du: metroak, alegia.

Tamaina milimetroaren eskalara murrizten badugu, mikromekanizatuen alorrean sartuko gara. Hor lortzen diren produktu txikietarako ekipamendu eta makina bereziak behar izaten dira.

Tras haber expuesto la Innovación desde la perspectiva industrial, revisaremos la Investigación e Innovación que se realiza en los Centros Tecnológicos de nuestro entorno. Para ello, recopilaremos la información aportada por Tekniker.

Tekniker forma parte del conjunto de Centros Tecnológicos IK4, especializados en la Investigación sobre las siguientes áreas científico-tecnológicas:

Biotecnología, micro y nano tecnologías, medio ambiente, energías, mecatrónica, materiales y procesos, tecnologías de la información y las comunicaciones, y, asimismo, la gestión y producción industrial.

Aunque, en general, se busque la miniaturización de los productos y procesos, los productos pueden ser de tamaños muy variados.

Cuando trabajamos en la investigación sobre nuevas máquinas y sus procesos, o bien en las líneas de fabricación o plantas fabriles, estamos hablando de la escala “humana”, en la que las dimensiones se rigen por la unidad del sistema métrico, es decir, el metro.

Si se reduce el tamaño a la escala “milimétrica”, entonces entramos en los micromecanizados, en los que se obtienen productos pequeños para los que se precisan equipos y maquinaria específica.

Are txikiagoa da oraindik milimetroaren milarena erabili beharreko eremua (hau da, mikra = 0,001 mm). Prezisio handi-handiko mekanika eta osagai optikoak teknika fotolitografikoen bidez fabrikatzea ditugu horretan hizpide eta mintzagai.

Irakurleari “txiki-txikia” den horren dimentsio-eremuak hobeto ulertzen laguntzeko, hona hemen ondoko koadroa:

Aún más diminuto es el campo donde se ha de manejar la milésima parte del milímetro (es decir, la micra = 0,001 del milímetro). Hablamos de la mecánica de muy alta precisión y de la fabricación de componentes ópticos mediante técnicas fotolitográficas.

Con el fin de ilustrar al lector en la mejor comprensión de los campos dimensionales de lo “muy pequeño”, adjunto el cuadro siguiente:

Ikurra Signo	Izena Nombre	Deskripzioa/balioa Descripción/valor	Forma zientifikoa Forma científica
m	metroa metro	Sistema metrikoaren unitatea Unidad S.M.	10^0
mm	milimetroa milímetro	metroaren milarena milésima del metro	10^{-3}
u	mikrometroa micrómetro	mm-ren milarena (mikra) milésima de mm (micra)	10^{-6}
n	nanometroa ¹ nanómetro ¹	mikraren milarena milésima de la micra	10^{-9}
p	pikometroa picómetro	nanometroaren milarena milésima del nanómetro	10^{-12}
f	femtometroa femtómetro	pikometroaren milarena milésima del picómetro	10^{-15}
a	attometroa ² attómetro ²	femtometroaren milarena milésima del femtómetro	10^{-18}

Milimetro mikratik behera: horixe dugu teknologiako ikerlariak lantzen duten dimentsio-eremua, nanometroraino helduta, milimetroaren milaren milarena dena.

Nanometroaren maila mikroskopiko horretan, mundu material “hautemangariaren” eta atomoen nahiz hura osatzen duten oinarrizko partikulen

Por debajo de la micra de milímetro: ese es el campo dimensional en el que trabajan los investigadores tecnológicos, llegando al Nanómetro, que es la milésima parte de la milésima del milímetro.

En este nivel microscópico del nanómetro nos hallamos en la zona fronteriza entre el mundo material “perceptible” y los átomos y las partículas

1. Hau da, metroaren milioirenaren milarena

2. Nanometroaren milioirenaren milarenaren baliokidea

1. Es decir, equivale a la mil millonésima parte del metro

2. Equivalente a la mil millonésima parte del nanómetro

arteko mugaldean gaude. Hor, leku horretan, mundu mikroskopiko hori arautzen duten legeak ez dira fisika klasikoaren araberakoak; bestelako jokaera batzuk gertatzen dira, “fisika kuantikoaren” alorrak berezko dituenak.

Zientzialariek eta ikerlariek hauxe uste dute: eguneroko bizitzan oraindik eragin handirik ez badute ere, hurrengo industria-iraultzaren protagonistak, nanozientzia eta nanoteknologiaren garapena –haren tresna– izango direla.

Oraingoz, labur-labur azalduko ditugu Tekniker-IK4ren proiektuen bost alorrik garrantzitsuenak. Alor horien garapena ez da denetan berdina, eta zenbait kasutan taxutzeak dagoeneko errealitate badira ere, beste zenbaitetan 20 edo 30 urteko epea beharko dela uste da.

3.1. XXI. MENDEKO MEDIKUNTZA

Dagoeneko hemen dugu batik bat prebentziozkoa den medikuntza, bizidunen barnean gertatzen diren prozesu biokimikoak zehatz-mehatz ezagutzean oinarritua, batez ere kode genetikoaren funtzionamenduari eta erreplikatzeari eta orobat proteinen sintesiari eta funtzionaltasunari begira dagoena.

Gutariko bakoitzaren kode genetikoaren inguruko jakindurian oinarritutako medikuntzara goaz, sehaskatik bertatik hasita gizakiari gerta lekizkiokoen gaixotasunei aurre egiteko gauza izango dena.

elementales que lo conforman; es ese lugar en el que las leyes que rigen este mundo microscópico no responden a las de la física clásica, y en donde se dan otro tipo de comportamientos propios de la “física cuántica”.

Los científicos e investigadores creen que pese a que el desarrollo de la Nanociencia y su herramienta, la Nanotecnología, no tengan aún un impacto significativo en la vida ordinaria, están llamados a protagonizar la siguiente revolución industrial.

Por el momento nos limitaremos a resumir las cinco áreas más importantes de los proyectos Tekniker - IK4, unas de estas actuaciones son ya realidad, en otros se prevén plazos de ejecución de hasta unos 20 o 30 años.

3.1. LA MEDICINA DEL SIGLO XXI

Ya está aquí una medicina esencialmente preventiva basada en el conocimiento de los procesos bioquímicos que acontecen en el interior de los seres vivos, sobre todo en lo que respecta al funcionamiento y a la replicación del código genético y a la síntesis de proteínas y su funcionalidad.

Nos dirigimos hacia una medicina que, fundada en el conocimiento del código genético individual, sea capaz de prevenir, desde la cuna, las posibles enfermedades del ser humano.

Epe laburragoan, diagnosi sistema arin eta goiztiar baten bidez gauzatuko litzateke, baita gizaki bakoitzaren araberrako tratamenduak ere, anbulatorioetako edo erietxeetako baliabideen mende an egoteke.

Hala, aldibereko analisi arin baino arinago baten bidez, gaixotasunik larrienak hasiera-hasierako etapetan agerian geratuko lirateke eta tratamenduari hel lekiok osatzeko aukera handiak izanda.

Helburu horiek lortzeko, garrantzizkoa da mikroteknologiak eta nanoteknologiak eskura izatea, molekula biologiko eraginkorrak finkatzeko gauza diren egitura mikrofluidikoak edo azalera nanoegituratuak fabrikatzeko gaitasuna dutenak.

Dagoeneko merkatuan baditugu horren guztiaren zenbait adibide: esaterako, diabetikoentzako insulina analizatzaileak edo garrantzizko beste parametro batzuk zehazteko prestatzen direnak, adibidez, odolaren koagulazio mailarakoak (*Sintrom* hartzen duten gaixoentzat benetan garrantzitsua).

3.2. ROBOTIKA

Robotika handiro aplikatu dute industria-ekoizpenean batez ere; baina etorkizuna zerbitzuen sektorean izango du; **orain 30tik behera duen belaunaldi horrek ezagutuko ditu zahartzaroko zaintzaile eta lagun izango dituen robot horiek.**

A más corto plazo es posible que se plasmen tanto un nuevo sistema de diagnóstico, rápido y precoz, como tratamientos personalizados y no dependientes de medios ambulatorios u hospitalarios.

Así, mediante un análisis simultáneo extraordinariamente rápido, se podrían revelar las peores dolencias en sus etapas más iniciales y acometer el tratamiento en condiciones de alta probabilidad de curación.

Para la consecución de dichos objetivos, es importante contar con micro y nanotecnologías capaces de fabricar estructuras microfluídicas o superficies nanoestructuradas capaces de fijar moléculas biológicas activas.

Algunos ejemplos de todo ello ya están en el mercado: ese es el caso de los analizadores de insulina para diabéticos o los que se preparan para la determinación de otros parámetros de relevancia como, por ejemplo, el nivel de coagulación de la sangre (de suma importancia entre los enfermos a los que se administra *Sintrom*).

3.2. LA ROBÓTICA

La robótica ha concentrado su aplicación masiva en la producción industrial, pero su futuro estará en el sector de los servicios; **la generación que ahora tiene menos de 30 años conocerá robots que se encarguen de su compañía y cuidado en la ancianidad.**

Horretarako sistema adimendunekin dihardute lanean, autonomoak izateko gauza diren sistemekin, beste dispositibo batzuekin batera funtzionatzeko negoziatzeko gauza izan eta, giza hizkuntza ulertu eta, are gehiago, hitz egiteko ere.

Hasieran, gaitasun mugatuko maskotak izango dira, eta, gero, **gaitasun handietako androideak, gehienok erosi ahal izateko moduko prezioetakoak (egungo automobil ekoizpen handiaren parekoa izatea itxaro dute).**

Gaur egun lanean ari dira gizarte-larrialdietan laguntza emateko roboten alorrean, suteetan eta bestelako hondamendietan laguntzeko izango direnak.

3.3. ETORKIZUNEN LANTEGIA

Produktu moduan diseinatutako fabrikak lantzen ari dira, oso-osorik eta giltza eskura ematekoak, hainbat eginkizun moldatze gaitasun handiz egin ditzaketenak, produktu desberdinak, tamaina txikiko serieak, produktu bakarra ere barne.

Gai izango dira autonomiaz funtzionatzeko, auto-diagnosia egiteko eta lankidetzan jarduteko (barruan, beraien makinan eta sistemen artean; kanpoan, antzeko beste faktoria batzuekin). Hala, egokiera izango da matxurei edo oso bestelako ezusteko gertaerei aurre egiteko.

Para ello se está trabajando con sistemas inteligentes, capaces de ser autónomos, de negociar con otros dispositivos su funcionamiento conjunto, de entender el lenguaje humano e incluso, de hablarlo.

Primero serán mascotas con limitadas capacidades y, después, **androides con importantes capacidades y a precios asequibles para la mayoría (se espera una producción tan masiva como la actual de automóviles).**

En la actualidad se trabaja en el ámbito de los robots destinados a tareas de asistencia en emergencias civiles, capaces de colaborar en incendios y otras clases de desastres.

3.3. LA FÁBRICA DEL FUTURO

Ya se está trabajando en fábricas diseñadas como producto, completas y entregables llave en mano, que puedan realizar una serie amplia de funciones con un elevado grado de adaptabilidad a distintos productos, en series de muy distinto tamaño, incluso de un único producto.

Siendo capaces de funcionar autónomamente, de auto-diagnosticarse y de trabajar solidariamente, dentro de las mismas, entre sus máquinas y sistemas, y fuera de ellas, con otras factorías de parecidas capacidades, de modo que se pueda hacer frente a averías o contingencias imprevistas de muy diferente índole.

3.4. ETORKIZUNEN GARRAIOA

Berotze globalaren ondorioz lurreko garraioaren oraingo kontzeptua aldarazten ari da.

Automobilak hasi dira dagoeneko trakzio-sistema hibridoak erregai fosilen eta motor elektrikoaren bitartez erabiltzen, eta, epe ertainean, automobil guztiz elektrikoak azalduko dira, batez ere, erregai eraginkorra eta autonomia handia duten pila belaunaldi berri batean oinarrituta.

Horrek guztiak “hidrogenoaren ekonomia” delakora eramán gaitzake, pixkanaka-pixkanaka hidrokarburuak ordeztuta.

Alderdi horiek ibilgailuei goitik beherako aldaketak dakarzkie, ez bakarrik motorrean eta erregaian, baita euskarri-teknologietan ere, hala nola: gasolindegia ordezkatzeko dituen “Hidrogenotegien” hornikuntza-sarea sortzea, hidrogenoa biltegitratzea eta kudeatzea, e.a.

Segurtasuna dela-eta, ibilgailuak gehiago sensorizatzeak edozein gertaerari aurre egiteko gaitasuna eta datuak ekarriko ditu.

Automozio-sistemetak aldaketez gain, iraultza nabarmenak datoz, informazio- eta komunikazio-teknologiei esker batik bat.

Ibilgailuek, gero eta informazio globaleko sistema gehiago (oraingo GPSa ez baita etorkizunean lortu ahal izango denaren isla txiki bat baino) eta, gizakiak gidatu barik, ordenagailu zentralizatu bidez kontrolatutako nabigazioa izango dute.

3.4. EL TRANSPORTE DEL FUTURO

El calentamiento global está obligando a cambiar el actual concepto de transporte terrestre.

Los coches ya han comenzado a integrar sistemas híbridos de tracción mediante combustibles fósiles y motor eléctrico y, a medio plazo, aparecerán en el mercado los automóviles totalmente eléctricos, basados en una nueva generación de pilas de combustible eficientes y económicas de gran autonomía.

Todo esto puede llevarnos a la denominada “economía del hidrógeno” que paulatinamente vaya sustituyendo a los hidrocarburos.

Estos aspectos implican cambios radicales, no solo en el vehículo, en el motor y en el combustible, también en todas las tecnologías de soporte: red de aprovisionamiento de “hidrogeneras” en lugar de gasolineras, almacenamiento y gestión del hidrógeno, etc.

En cuanto a la seguridad, la mayor sensorización de los vehículos aportará datos y capacidad de reacción frente a cualquier contingencia.

Junto a los cambios en los sistemas de automoción, se avecinan notables revoluciones, en las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Los vehículos dispondrán de sistemas de información global (el GPS actual es solo un pálido reflejo de lo que se podrá conseguir en el futuro) hasta llegar a la navegación desatendida y controlada por ordenadores centralizados.

Bestalde, trena izango da, ziurrenik, galdutako indarra berreskuratu eta errepide bidezko garraioan izaten diren zirkulazio-pilaketa latzak konponduko dituen.

Zalantzarik gabe, abiadura handia dugu aurreratzen ari den bide nagusia; hala ere, 100 urtean baino gehiagoan funtsean kontserbadorea izan den garraio-bide horretako atal mugikor guztietan berrikuntzak izango dira: bagoien pisua arintzea, zarata murrizteko sistema berriak indarrean jartzea, bibrazioak eta euskarri magnetiko bidezko trena, besteak beste.

Azkenik, gero eta egitura arinagoak ipiniko dira hegazkinetan, material konposatuetan oinarrituko direnak eta ia-ia aleazio metaliko guztiak alde batera utziko dituztenak.

Horien motorrak askoz ere eraginkorragoak izango dira, ekologikoagoak diren erregai berrien bitartez funtzionatu ahal izango dute eta zarata gutxiago aterako.

3.5. ENERGIA BERRIZTAGARRIAK

Karbono-dioxidoa aireratzeak dakarren arazo latz horren aurrean eta, hidrogenoaren fusioaren bidez iritsiko den benetako konponbide hori lortzeko oraindik beste hiru hamarkada gutxienez beharko direnez, badirudi argi dagoela kontua: eguzkitik zuzenean edo zeharka sortutako energiaren aldeko apustua egin behar da.

Por su parte, el tren recobrará mucho del terreno perdido, y resolverá las grandes congestiones del transporte por carretera.

La alta velocidad es, desde luego, la primera vía que se está abriendo camino, pero habrá novedades en todas las partes móviles de un medio de transporte, que ha sido esencialmente conservador durante más de 100 años; el aligeramiento del peso los coches, la introducción de nuevos sistemas de reducción del ruido, las vibraciones y el tren de sustentación magnética, entre otros.

Finalmente, en los aviones se avanza hacia estructuras cada vez más ligeras basadas en materiales compuestos, que sustituirán casi en su totalidad a las aleaciones metálicas.

Sus motores serán mucho más eficientes, podrán funcionar con los nuevos combustibles más ecológicos y serán menos ruidosos.

3.5. LAS ENERGÍAS RENOVABLES

Dado el enorme problema que representan las emisiones de dióxido de carbono y teniendo en cuenta que la solución final fundamentada en la fusión del hidrógeno está aún, al menos, a tres décadas de distancia, parece clara la apuesta por la generación de energía proveniente, directa o indirectamente, del sol.

Aukera edo bide hauek ari dira lantzen.

- **Haize-energia:** ezagunena da, ondo egiaztatuko teknologia du eta orduko megavatio gehien ekoizten duena da.

Ostera, etengabe garatzen ari dira aerosorgailu gero eta indartsuagoak eta handiagoak, fabrikazio-, garraio-, muntaketa- eta mantenimendu-arazo berriak konpondu beharra dakartenak.

Alderdi menditsuetan haize-parkeek duten karga estetiko eta ingurumen-karga kentzeko eta instalazioei ahalik eta etekin one-na ateratzeko, itsasoan kokatutako parkeei bide eman zaie, baina konponbide horrek, parkeok segurtasunez finkatzeko eta ingurumen guztiz herdoitzailearen aurka borroka egiteko erronkak bideratzea eskatzen du.

- **Eguzki-energia fotovoltaikoa:** hasiera batean silizioa erabili bazuen ere, orain geruza fineko edo jatorri organikoko erdieroaleetan oinarritutako bestelako bide berrien bila dabil.
- **Eguzki-energia termikoa:** garrantzizko erronkak konpondu behar ditu, hala nola jariakin edo fluido eroale berriak garatzea eta beroa biltzeko eragin ekologiko txikiagoa duten tresnak erabiltzea.
- **Olatuek eta itsasaldiek sortutako energia:** alor horrek energiaren errendimenduari, herdoiketari eta ekoitzitako energia garraiatzeari dagozkion hainbat arazo konpondu behar

Las alternativas o vías en que se trabaja, son:

- **La energía eólica:** es la más conocida, con una tecnología contrastada y la que más megavatios/hora produce.

Sin embargo, siguen desarrollándose aerogeneradores cada vez más potentes, de más tamaño, que exigen la resolución de nuevos problemas de fabricación, transporte, montaje y mantenimiento.

Con el propósito de liberar las zonas montañosas de la carga estética y medioambiental de los parques eólicos, para optimizar el rendimiento de las instalaciones, se ha abierto otro camino con su ubicación en el mar, solución que conlleva una serie de retos a resolver relacionados con la seguridad en su fijación y la lucha contra un medio extraordinariamente corrosivo.

- **La energía solar fotovoltaica:** aunque al principio utilizó el silicio, ahora intenta hallar nuevas alternativas fundadas en semiconductores de capa fina o de origen orgánico.
- **La energía solar térmica:** también tiene retos importantes que resolver, retos como el desarrollo de nuevos fluidos portadores y almacenadores de calor con menor impacto ecológico.
- **La energía de las olas y la energía mareomotriz:** debe resolver múltiples problemas vinculados con el rendimiento energético, con la corrosión, y con la transmisión de la energía producida,

ditu, Gipuzkoako Mutrikuko portua lehenengoz instalatu zenean bezalaxe.

- **Biomasa eta hiri-hondakinek sortutako energia:** errekuntza soiletik lortzen da eta ziklo konbinatuetan eta errekuntza-hotz beroa handituz ahalik eta emaitzarik onenak atera beharko dira, gas-molekula txiki arriskutsurik sor ez dadin.
- **Bioerregaiak erabiltzea:** orain eztabaidatua bada ere, aztertu eta berriz bideratu beharko da oraingo krisia gainditzen denean.

Bioerregaien erabilerak hura erabiliko duten sistemak aldaraziko ditu (etanol biologikoaz baliatzen diren automobilen motorrak erregai fosilak erabiltzen dituzten automobilak baino askoz ere baldintza herdoitzaileagoen mende daude).

Kapitulu hau bukatzeko esan beharra dago, Estatu Batuetako zientzialari askoren iritziz eguzki-energiak erabat ordeztu ditzakeela erregai fosilak, eta horrela, herrialde hori ez litzatekeelako inportazioen mende egongo.

Badirudi Ameriketako zein Ekialde Ertaineko basamortuetan ipiniko direla energia handiro hornituko duten eguzki-parke eta “baratzeak”.

como en el caso de la primera instalación del puerto guipuzcoano de Mutriku.

- **La energía procedente de la biomasa y de los residuos urbanos:** se obtiene por simple combustión y habrá de optimizarse en ciclos combinados y aumentando la temperatura de combustión para que desaparezca la producción de peligrosas moléculas gaseosas de pequeño tamaño.
- **El uso de biocombustibles:** ahora cuestionado, se deberá analizar y reorientar tras superar la crisis actual.

Su utilización también implicará cambios en los sistemas que los empleen (los motores de los automóviles que usan etanol biológico están sometidos a condiciones mucho más corrosivas que los que emplean combustibles fósiles).

Como cierre de este capítulo, cabe mencionar que en los Estados Unidos son muchos los científicos que creen que la energía procedente del sol puede sustituir totalmente a los combustibles fósiles para no someterse a la importación.

Los grandes desiertos de América y de los países de Oriente Medio parecen ser el destino de grandes parques o “huertas” solares que aprovisionen masivamente de energía.

4. ZIENTZIA MODERNOA

4. CIENCIA MODERNA

Hurrengo kapituluetan aztertuko ditugun gaien sarrera gisakoa da atal hau, izan ere gaurko Zientza Modernoak bide ematen baitu esku artean daukagun aztergaia sakontzeko, erlatibitatearen teoria ulertzeko eta fisika “kuantikoaren” legeei buruzko oinarrizko ezagutza lortzeko.

Zientzia eta Teknologia kontzeptuen esanahia argitzeak eta biak ere biak bereizteak badu interesik, gaur egun, bizimodu modernoaren garapenean lotura estuan dauden “zientifiko-teknologiko” termino biak kontzeptu bakar bat bezala erabiltzen ohitu garelako.

Zientzia kultura-jarduera da, abstraktua, jakinminak bultzatuta ideiak landu eta errealitateak nola funtzionatzen duen aztertzen duena: “gauzek nola funtzionatzen duten” galderari erantzuten dio, ez “zertarako den” edo zentzuaren inguruan.

Beraz, argi eta garbi izan behar dugu Zientziak “errealitatearen ikuspegi soil bat” ematen duela eta beharrezkoa dela errealitatera beste ikuspegi batzuetatik hurbiltzea, hala nola filosofiatik, etikatik edo erlijiotik.

Teknologiak gizakiok bizitzan zehar erabiltzen ditugun erremintak eta tresnak jorrotzen ditu; eta gertaera hori antzinatek dator, duela milioi bat urte hasi zelako gizakia bere tresnak fabrikatzen eta

Este apartado es una introducción a los temas que vamos a tratar en los siguientes capítulos, puesto que la actual Ciencia Moderna nos ofrece la posibilidad de sumergirnos en la materia, comprender la teoría de la relatividad e iniciarnos en las leyes de la física “cuántica”.

Es interesante aclarar y discernir el significado de los conceptos Ciencia y Tecnología pues estamos acostumbrados a utilizar los términos “científico-tecnológico” como un concepto único ya que, en la actualidad, existe una estrecha unión de ambos en el desarrollo de la vida moderna.

La Ciencia es una actividad cultural, abstracta, que, impulsada por la curiosidad se ocupa de las ideas y estudia el funcionamiento de la realidad, es decir: responde al “cómo funcionan las cosas” pero no al sentido o al “para qué” de las mismas.

Por lo tanto tenemos que ser conscientes de que la Ciencia nos ofrece “una mera visión de la realidad” y que hacen falta otras aproximaciones a la misma desde otros enfoques como la filosofía, la ética o la religión.

La Tecnología se ocupa de las herramientas y los útiles que usan las personas a lo largo de su vida, hecho que se produce desde la antigüedad puesto que el ser humano empezó a fabricar y utilizar

erabiltzen. Zientzia-gaiei buruzko lehen dokumentuak ordea, K.a. VI. mende inguruan hasi ziren.

Zientzia edo Fisika Modernoari ekin aurretik, Fisika Klasikoak izan dituen aurrekariak eta bien arteko ezberdintasunak ezagutu behar ditugulakoan gaude.

Gauzak argitzearren, Fisika Klasikoa eguneroko gauza arrunten edo begi hutsez ikusten ditugun gauzen fisika da.

Lege klasikoen bidez zehazten da gauzak nola mugitzen diren, zerk berotzen edo hozten dituen, eta orobat azaltzen da elektromagnetismoa eta hark bonbilletan, irradian, etabarretan duen eragina. Fisika klasikoaren legeak eta hastapenak (“newtondar” fisika ere esaten zaio) 1900. urtea baino lehen garatu ziren, eta oso baliagarriak dira, hain justu ere gure munduko eguneroko gauzetan betetzen direlako.

Aldiz, Fisika Modernoak, egunerokotasunetik haratago, materiaren barruan sakontzen denean aurkitzen den mundua deskribatzen du.

XX. mendearen hasieran egindako saiakerek –lege klasikoen bitartez argitu ezinak– zabaldu zuten mundu hori harik eta fisika berria garatzeko bidea egin arte.

Bi ikuspegitik azter daiteke Zientzia Modernoa, eta biak ala biak lege klasikoetatik guztiz bestelakoak dira.

Erlatibitatea da ikuspegi horietako lehenengoa, oso abiadura handian dabiltzan edo grabitazio-indar sendoen eragina jasotzen duten gauzak aztertzen dituen, 1905. urte inguruan **Albert Einstein**ek plazaratua.

herramientas desde hace un millón de años. Sin embargo, los primeros documentos sobre temas científicos se remontan aproximadamente al siglo VI a. de C.

Antes de entrar en la Ciencia o Física Moderna, tenemos que conocer sus antecedentes en la Física Clásica y apreciar las diferencias entre ambas.

Por decirlo de una manera más clara: la Física Clásica es la física de los objetos cotidianos normales o la de las cosas que pueden observarse a simple vista.

Mediante las leyes clásicas determinamos los movimientos de los objetos, los efectos que hacen que estos se calienten y enfríen; esas leyes nos explican el electromagnetismo y sus efectos en las bombillas, la radio etc. Los principios de la física clásica, también conocida como física “newtoniana”, se desarrollaron antes de 1900 y son totalmente válidos porque se cumplen en los objetos cotidianos de nuestro mundo.

En cambio, la Física Moderna describe el mundo que se encuentra al profundizar, mas allá de lo cotidiano, en el interior de la materia.

Este mundo se conoció mediante experimentos realizados a principios del siglo XX que no podían explicarse por las leyes clásicas, lo que condujo al desarrollo de la nueva física.

La Ciencia Moderna tiene dos aspectos, cada uno de los cuales supone una diferenciación radical respecto de las leyes clásicas.

El primero de esos aspectos es el de la Relatividad, que se ocupa de los objetos que se mueven a muy altas velocidades o que están afectados por poderosas fuerzas gravitatorias, y fue dada a conocer por **Albert Einstein** hacia 1905.

Bigarrenak, argia eta gauza txiki-
txikiak jorratzen ditu, hala nola molekulak,
atomoak, eta atomoak baino txikiagoak
diren partikula subatomikoak; ikuspegi
horri **Max Planck**-ek “Fisika Kuantikoa”
izena eman zion eta 1900. urtearen
ondoren aurkitu ziren legeetan oinarritu
zen.

El otro aspecto es el que se ocupa
de la luz y de los objetos muy pequeños,
como las moléculas, los átomos y las par-
tículas subatómicas, al que **Max Planck**
identificó como “Física Cuántica”, basada
en leyes descubiertas después de 1900.



5. MATERIAREN BARRUALDEA
5. INTERIOR DE LA MATERIA

Zeintzuk dira materiaren oinarrizko osagaiak?, galdera hori egin dio gizadiak bere buruari greziar filosofoen garaitik; eta greziarrek honelaxe pentsatzen zuten:

Urre zati bat bitan zatitzen badugu, esate baterako, urre zati bi lortuko ditugu. Atera zaizkigun bi zati horietako bat berriro zatitzen badugu, gauza bera gertatuko da; baina zer gertatuko litzateke prozedura hori behin eta berriro eginez gero? Beti urrea lortuko genuke?

Ezetz erantzun zuten K.a. 400 urte inguruan bizi izan ziren filosofoek. Eta ondorio hau atera zuten: urre-pusketa zatietan batetara iritsiko zela, eta azken zati horri *atomo* izena eman zioten, ‘zatiezina’ esanahia duen izena.

Izan ere, filosofoek ondorio hori ateratzeko ez zuten gauzak aztertzeke orain dugun baliabiderik, eta, hain justu ere, gauzak aurrez argi ikusteko ahalmen horrexek ematen dio merezimendu handiagoa, uste hori joan den XX. mendearen hasierara arte indarrean egon delako.

Pixkanaka, zientzialariek gero eta ekipamendu tekniko hobeak, mikroskopioak, e.a. izan dituzte eskura; eta horrek gauzak aztertzeke eta dimentsio-arloan neurtzeke ahalmena indartu ditu.

Gauzak edo objektuak argi ikusgarriaren bidez argiztatzean dautzan mikroskopio optikoekin, gai izango

¿Cuáles son los constituyentes básicos de la materia? es una pregunta que la humanidad se ha planteado desde los tiempos de los filósofos griegos, que razonaban así:

Si se parte en dos un trozo de oro, por ejemplo, obtenemos dos trozos de oro. Si volvemos a partir uno de esos trozos resultantes ocurre lo mismo, pero ¿qué ocurriría si repitiésemos este proceso muchas veces?, ¿se obtendría siempre oro?

Los filósofos que vivieron hacia el año 400 a. de C., respondieron que no. Dedujeron que se llegaría a una porción indivisible de oro, y a esa última porción se le dio el nombre de ‘átomo’, que significa indivisible.

Para llegar a esa conclusión no disponían de ninguno de los medios técnicos de observación actuales, lo que hace aún más meritoria su clarividencia, pues dicha idea se ha mantenido en vigor hasta los inicios del pasado siglo XX.

Progresivamente los científicos han podido disponer de mejores equipos técnicos –microscopios...– que han incrementado su capacidad de observación y de medición dimensional.

Con los microscopios ópticos, basados en la iluminación de los objetos con luz visible, se pueden discernir cuerpos

gara ehunka nanometroko gorputzak bereizteko eta bakterioak ikusteko.

Gero eta xehetasun txikiagoz ohartzeko beharrezkoa dugu materia luzeera laburragoko uhinen bitartez argizatzea, adibidez, izpi ultramoreen edo X izpien bitartez.

Mikroskopio elektronikoek, ikus daitekeen argiaren orde, azeleratutako elektroi-sorta bat darabilte, objektua argizatzen duena, eta horrela, hainbat hobekuntza etengaberen ondoren, nanometro-hamarren batzuk dituzten egiturak ikusten dira: “atomoak ikusten dira”.

Horraino iritsi arren, oraindik ez gara gauza materia bere nukleo atomikoaren mailan edo haratago zundatzeko.

Horretarako beharrezkoa da energia are handiagoa erabiltzea, eremu elektriko baten laguntzaz partikulak bizkortzen dituzten ziklotroien bitartez, eta haien ibilbidea eremu magnetiko batekin okertuz.

Partikula-azeleragailu horiek hobetuz eta tamaina eta potentzia handituz joan direla-eta, hadroi-talkagailu edo **LHC**ra (*Large Hadron Collider*) heldu gara, 2008. urtean, Suitza eta Frantziaren artean, Genevako kantoian lurrazpian jarri zen hogeita zazpi kilometro inguru dituen uztai batera.

XIX. mendearen amaieratik aurrera badakigu **atomoak zatitu egin daitezkeena**, eta partikula txikiagoz osatuta daudena: **protoiak**, **neutroiak** eta **elektroiak** dira garrantzitsuenak. Era berean, badakigu aipatutako baliabide teknologikoen bidez materia zundatzeko gai garela, eta nanometroaren mila milioirenera, attometrora alegia, iritis gatezkeela.

de hasta centenas de nanómetros y ver las bacterias.

Para percibir detalles cada vez más pequeños, es necesario iluminar la materia con longitudes de onda más cortas, como los rayos ultravioletas o los rayos X.

Los microscopios electrónicos emplean, en lugar de luz visible, un haz de electrones acelerados que son los que iluminan el objeto, y así tras progresivas mejoras, se visualizan estructuras de algunas décimas de nanómetro, es decir “se ven los átomos”.

Llegados a este punto, aún no somos capaces de sondear la materia al nivel del núcleo atómico o más allá.

Para ello es necesaria la utilización de energías todavía mayores, lo que se logra mediante los ciclotrones, que aceleran las partículas con la ayuda de un campo eléctrico y curvando su trayectoria con un campo magnético.

Estos aceleradores de partículas han ido perfeccionándose y aumentando de tamaño y potencia, hasta llegar al gran colisionador de hadrones o **LHC** (Large Hadron Collider), con un anillo de aproximadamente veintisiete kilómetros de circunferencia instalado el año 2008 en el subsuelo del cantón de Ginebra, entre Suiza y Francia.

Desde finales del siglo XIX, sabemos que los **átomos son divisibles**, y que están formados por partículas menores de las cuales las más importantes son los **protones**, los **neutrones** y los **electrones**; que con los medios tecnológicos citados podemos llegar a sondear la materia hasta dimensiones de la mil millonésima parte del nanómetro, el attómetro.

Neurtzeko gaitasun horrekin, alderatuz gero atomo baten diametroa (10^{-10} era jasoa) bere nukleoaren diametroarekin (10^{-14} era jasoa) zein beste hainbat partikularekin (protoiarekin, 10^{-15} era jasoa), elektroiekin, e.a., dagokien tamaina kuantifikatuta, argi ikusiko dugu, modu harrigarrian, **atomoa, -eta, beraz, materia-ia butsik dagoela.**

Hobeto ulertzeko: hidrogeno-atomo baten nukleoak saskibaloirako erabiltzen den baloi baten tamaina izango balu, hura inguratzen duen elektroia 32 bat kilometrotara egongo litzateke, eta bien arteko espazioa edo tartea, hutsik.

Gauzak horrela, baieztatzen ari garena da **materia edo unibertso fisikoa, berez eta izatez, ez dela fisikoa. Hau da: atomoa baino txikiagoak edo zeharo txikiak diren baren osagaietan materia ia izkutatu eta hondogabeko energia batean disolbatzen dela.**

Ez al da zeharo harrigarria?

XX. mendean barrena partikula asko aurkitu dute, lehen aipatutako azeleragailuetan sorrarazi diren talketan azaldu direnak, baina horien aipamenik ez dugu egingo kontatu nahi dena ez zailtzearren, izan ere, atomoa baino txikiagoak diren partikula horiek oraindik txikiagoak eta oinarritzkoagoak diren **“quark”** izeneko beste partikula batzuek osatuta daude, gaurdaino aztertu izan ez direnak, zientzialariek aipatutako azeleragailuetan ikertzen jarraitzen dute eta.

Esperimentu horiek duten xedeetako bat **“Higgsen bosoa”** edo “Jainkoaren bosoa” bilatzea da; materiaren lehen jatorrirra iristeko ahaleginarengatik hartzen du izena. CERN erakundeak 2012ko uztailaren 4an iragarri zuen partikula horren aurkikuntza.

Con esta capacidad de medición, si comparamos el diámetro de un átomo (10^{-10}), con el diámetro de su núcleo (10^{-14}) y con otras partículas (protón, 10^{-15}), electrones, etc., y cuantificados sus respectivos tamaños, se pone de manifiesto que, asombrosamente, el **átomo –y por tanto, la materia– están prácticamente huecos.**

Para una mejor comprensión: si el núcleo de un átomo de hidrógeno fuese del tamaño de un balón de baloncesto, el electrón que lo circunda estaría a unos 32 kilómetros de distancia, y el espacio intermedio entre ambos, sería un espacio vacío.

Siendo esto así, estamos afirmando que **la materia o el universo físico, no es físico en su esencia, es decir que en sus componentes subatómicos o infinitamente pequeños, la materia casi desaparece y se disuelve en una energía insondable.**

¿No es absolutamente asombroso?

Durante el siglo XX, se han descubierto una gran cantidad de partículas que han aparecido en las colisiones provocadas en los aceleradores antes citados. No las nombraremos con el fin de no complicar el relato; ya que incluso estas partículas subatómicas están formadas por otras aún más pequeñas y básicas llamadas **“quarks”**, partículas que no han sido aún observadas, y sobre las que los científicos continúan investigando en los aceleradores citados.

Uno de los objetivos de estos experimentos es la búsqueda del **“bosón de Higgs”** o “bosón de Dios”, llamado así por el intento de llegar al origen primario de la materia. Hallazgo anunciado por el CERN el 4 de julio de 2012.

Azaldu dugun horretatik ondorioztatu behar duguna da arestian aipatu dugun “huts” hori ez dela benetan hutsa, energia indartsu eta konplexu ikaragarri handia daukalako, “gluoi” izeneko beste partikula batzuek jorratzen dutena.

Materiara egin den hasierako gerturatzeko hau datozen kapituluetan osatuko da.

De lo expuesto debemos concluir que el “vacío” al que nos referíamos antes, no es tal vacío, sino que contiene cantidades enormes de energía, poderosa y compleja, de lo que se ocupan otras partículas llamadas “gluones”.

Esta primera aproximación a la materia se complementará en los siguientes capítulos.



6. ERLATIBITEA
6. RELATIVIDAD

Albert Einsteinek, 1905. eta 1916. urteen artean, honako hastapen hauetan oinarritzen den bere teoria ospetsua eman zuen aditzera:

- Argiaren abiadurak duen konstantetasuna.
- Erlatibitatearen hastapena: fisikaren lege guztiek berberak izan behar dute inertziazko erreferentzia-sistema guztietarako.

Argiaz berba egin dezagun, gizakiaren ikusmen gaitasun gisa, “argi zuria” deritzon hori ikusteko gai egiten gaituena.

Fisikaren alorrean argia kontzeptu zabalagoa da, beregain hartzen duelako ikusteko gai ez garen espektro elektromagnetiko osoa (hala nola argi ultramoreak, X izpiak, gamma, eta orobat izpi infragorriak, mikrouhinak, irradi- eta telebista-uhinak, e.a.). Noski, ezin ditugu ikusi; ostera, horien eragina aztertu eta duten gaitasuna erabili egiten dugu.

Argia oro har, eremu elektromagnetiko horiek eratua, “fotoiez” edo argi-partikula kuantikoez osatuta dago; argiaren hutseko hedapenaren abiadura 300.000 kilometro segundukoa da, naturan izan daitekeen handiena; “c” abiadura deitzen zaio horri.

Entre los años 1905 y 1916, Albert Einstein dio a conocer su famosa teoría basada en los siguientes postulados:

- La constancia de la velocidad de la luz.
- El principio de la relatividad: todas las leyes de la física han de ser exactamente las mismas para todos los sistemas de referencia inerciales.

Hablemos de la luz, considerada como la capacidad de visión del ser humano, que nos hace aptos para ver lo que llamamos “luz blanca”.

En términos físicos, la luz es un concepto más amplio, pues abarca todo el espectro electromagnético, (desde la luz ultravioleta, los rayos X, gamma, a los infrarrojos, microondas, ondas de radio, de televisión etc.) que, evidentemente, no podemos ver, pero sí observamos sus efectos y utilizamos sus capacidades.

La luz en general, formada por esos campos electromagnéticos, se compone de “fotones” o partículas cuánticas de luz, y su velocidad de propagación en el vacío es de 300.000 kilómetros por segundo, que es la máxima posible en la naturaleza, y que llamamos velocidad “c”.

Balio hori zein handia den ikusi ahal izateko, demagun segundu batean argiak zazpi aldiz baino gehiagotan ingura dezakeela Lurra.

Halaber, argiaren abiadura hori unibertsoaren distantzia handi horiek neurtzeko unitate gisa erabiltzen da.

Hartaz, berba egin dezakegu argi-urteez (a.u.) –argiak urtebetean betetzen duen distantzia, 9,5 bilioi kilometro ingurukoa– edota argi/orduz (a.o.), 1,08 miliar/mila milioi kilometrokoa.

Hala, Eguzkitik Lurrera dagoen distantzia 150000000 km.koa ($1,5 \times 10^8$) dela esan ordez, 8 argi/minututik pixka bat gorakoa dela esaten da, eta horrek esan nahi du Eguzkitik datorren argiak 8 minutu baino pixka bat gehixeago behar duela Lurrera iristeko, edota, gu horretaz jabetu aurretik, eguzkiaren izpiak denbora-tarte horretan abiatu direla.

Andromeda galaxiatik datorren argiak 2.300.000 argi/urte behar ditu. Beraz, orain ikusten duguna, duela 2.300.000 urteko Andrómeda hura da. Benetako bidaiaria txundigarria denbora zeharkatuta.

Badakigu ere argia beste bitarteko materialetan hedatzen dela (airea, ura, e.a.) eta horietan bestelako jokabide bat erakusten duela:

Argi-izpi bat bitarteko batean sartzen denean, bitarteko horretako elektroiek xurgatzen dituzte haren fotoi batzuk eta haien energia hartzen dute.

Geroago, elektroiek energia askatzen dute eta fotoiek beren ibilbidea jarraitzen dute; egoera hori behin eta berriro gertatzen da beste zenbait elektroitan eraginda eta prozesuak segitu egiten du.

Para tratar de visualizar lo grande que es este valor, imaginemos que en un segundo la luz es capaz de rodear la Tierra más de siete veces.

Asimismo, esta velocidad de la luz se utiliza como unidad de medición para las grandes distancias del universo.

Por lo tanto, podemos hablar de años/luz (a-l) –que es la distancia que recorre la luz en un año, y equivale a unos 9,5 billones de kilómetros– o bien de la hora/luz (h-l) que supone unos 1,08 millardos de kilómetros.

De esta forma, en lugar de decir que la distancia del Sol a la Tierra es de unos 150.000.000 kms. ($1,5 \times 10^8$), diremos que es algo más de 8 minutos/luz, o, lo que es lo mismo: que la luz proveniente del Sol tarda algo más de 8 minutos en llegar a la Tierra o que los rayos han partido hace ese tiempo antes de que nosotros los percibamos.

La luz tarda en llegar 2.300.000 años/luz desde la galaxia Andrómeda, por lo tanto, lo que nosotros vemos ahora es la Andrómeda de hace 2.300.000 años. Un verdadero y asombroso viaje a través del tiempo.

Pero también sabemos que la luz se propaga en medios materiales (el aire, el agua etc.) donde tiene otro comportamiento:

Cuando un rayo de luz penetra en un medio, algunos de sus fotones son absorbidos por los electrones de ese medio y captan su energía.

Después, los electrones liberan la energía y los fotones continúan su trayectoria; se vuelve a repetir esta situación al incidir sobre otros electrones y el proceso continúa.

Beraz, fotoiak atomo biren artean bidaiatzen dutenean argiaren abiadura ibiltzen dira, baina “harrapatuak eta askatuak” izaten diren bakoitzean denbora apur bat galtzen dute eta, horren ondorioz, argiak, bitarteko hori zeharkatzean hutsean duena baino abiadura apalagoa du.

Pareka dezagun fotoiek bitarteko bat zeharkatzean egiten duten bidaiaren definizio hori pertsona batek jendez betetako gela bat oinez gurutzatu behar duenean gertatzen denarekin: inorekin ez bada geratzen berba egiten, denbora jakin bat beharko du; oster, beste pertsonak agurtzeko noizean behin geratzen bada, gela zeharkatzeko denbora gehiago beharko du, eta bere abiadura txikiagoa izango da.

Airean nekez ohar gaitezke abiadura moteltze horretaz, baina bitartekoa ura baldin bada, argiaren abiadura hutseko abiaduraren % 75koa izango da.

Beiran, argiaren abiadura % 67koa da; diamantean, aldiz, hutseko abiadurarekiko % 41eko abiadura hedatuko da.

Aztertu ditugu argiaren kontzeptua eta haren ezaugarriak: konstantea eta naturan izan daitekeen abiadurarik handienekoa izatea. Jarraian, lehen aipatutako erlatibitatearen bigarren postulatu hori eta erabili ohi diren fisika klasikoaren legeekiko kontraesanak azalduko ditugu.

Así, cuando los fotones están viajando entre átomo y átomo, lo hacen a la velocidad de la luz, pero cada vez que son “atrapados y liberados” pierden algo de tiempo y, como resultado, la velocidad con la que la luz atraviesa ese medio es inferior a la de la luz en el vacío.

Esta descripción del viaje de los fotones atravesando un medio la podemos asemejar con lo que le ocurre a una persona que, caminando, debe cruzar una habitación ocupada con gente; si no se detiene a hablar con nadie empleará un tiempo determinado, pero si se detiene de vez en cuando para saludar a otras personas, tardará más tiempo en cruzar y su velocidad será menor.

Esa disminución de la velocidad es prácticamente inapreciable en el aire, pero si el medio es agua, la velocidad de la luz vendrá a ser del 75 % de la velocidad en el vacío.

En el vidrio la velocidad de la luz es del 67 %, mientras que en el diamante se propaga a una velocidad del 41 % respecto a la del vacío.

Hemos visto el concepto de la luz y sus características: la de ser constante y la de alcanzar la máxima velocidad posible en la naturaleza. A continuación, nos centraremos en el segundo postulado antes citado de la relatividad y las contradicciones en relación a las leyes de la física clásica que habitualmente manejamos.

6.1. ABIADUREN ADIZIOA

Airetik datorren soinu-uhin bate-rantz doan automobil bat badaukagu, automobileko “O” gidari-behatzaileak neurtutako soinu horren abiadura jakiteko, abiadura bi horiek batuko ditugu; aldiz, automobilak soinu hori atzetik jasotzen badu, abiadura bi horien arteko kenketa egingo dugu (ikus irudia).

Halere, egindako saiakera zeha-tzenek erakutsi dute teorema hori ez dela zuzena argiaren abiadura tartean baldin bada, argiaren hutseko abiadura ez baita aldatzen behatzailearen abiaduratik apartekoa delako.

Esperimentuen bidez berretsita dago ohiko logikarekin bat ez datorren baieztapen hori, eta matematika-formula baten bitartez kalkulatzen da. Formula horren ondorioztat hartzen dena hau da: bi abiaduron emaitza beti izango dela beren batuketa aritmetikoa baino txikiagoa, argiaren “c” abiadura baino txikiagoa, orobat.

6.2. ALDIBEREKOTASUNAREN ERLATIBITATEA

Honelaxe definituko dugu: “Beha-tzaile batentzat aldiberekoak diren gertaera bi, ez dira aldiberekoak izango lehenengoarekiko abiadura konstantean dabilen beste edozein behatzailearentzat.

6.1. ADICIÓN DE LAS VELOCIDADES

Si tenemos un coche que se dirige al encuentro de una onda sonora que llega por el aire, la velocidad de ese sonido medida por el conductor-observador “O” del coche, será la resultante de sumar ambas velocidades; por el contrario, si el coche recibiese el sonido por detrás, se restarían ambas velocidades (ver gráfico).

Sin embargo, las experiencias más precisas han demostrado que tal teorema no es correcto cuando interviene la velocidad de la luz, ya que la velocidad de la luz en el vacío no se altera, al ser independiente de la velocidad del observador.

Esa afirmación, que choca con la lógica habitual, está corroborada experimentalmente y se calcula mediante una fórmula matemática, deduciéndose que la resultante de las dos velocidades es siempre algo menor que su suma aritmética e inferior a la velocidad “c” de la luz.

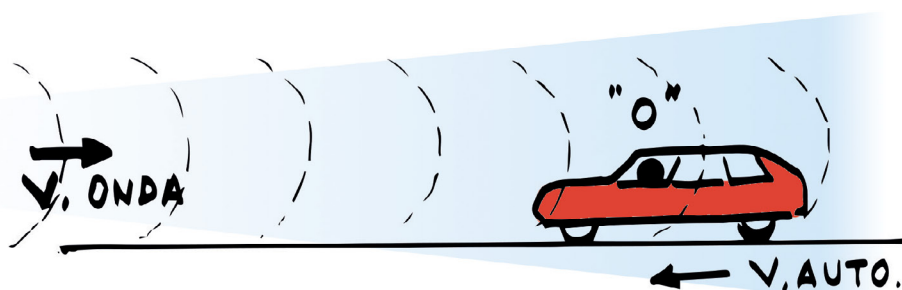
6.2. RELATIVIDAD DE LA SIMULTANEIDAD

Se define así: “Dos sucesos que son simultáneos para un observador, no lo son para ningún otro observador que se mueva con velocidad constante respecto al primero”.

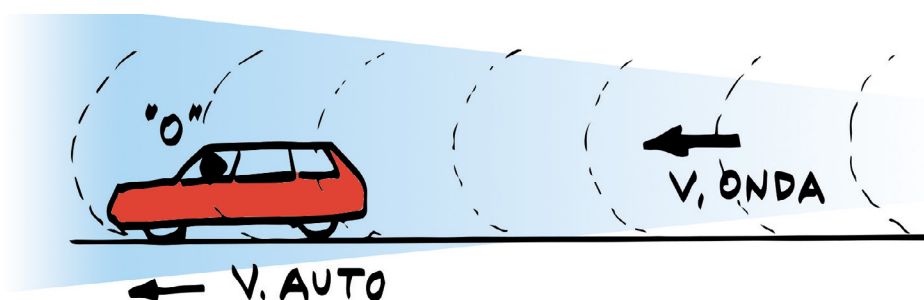
ABIADUREN ADIZIOAREN TEORIA

TEORÍA DE ADICIÓN DE LAS VELOCIDADES

Soinu-uhinaren abiadura "O"ren = Uhinaren a. + Autoaren a.
Velocidad de la onda sonora, según "O" = V. onda + V. auto



Abiadura "O"ren arabera = Uhinaren a. - Autoaren a.
V. según "O" = V. onda - V. auto



Teoria honek ez du balio abiadura handietarako, "O"ren arabera abiadurak ezin duelako sekula gainditu argiaren abiadura.

Esta teoría no es válida para las grandes velocidades, pues V. según "O" nunca puede superar la velocidad de la luz.

Adibide gisa, irudika dezagun bagoi asko duen tren luze bat, higidura zuzen eta uniformean dabilena (ikus irudia).

Demagun gertaera biok argindar bidezko bi lanpara piztean dautzala, bat azken bagoian (A'), eta bestea lokomotoran (B'), eta bi lanparok pizterakoan bidearen A eta B puntuekin bat datozela; nasan dagoen O behatzaile finko batek ikusiko ditu biok aldi berean.

Baldin eta tren barruko bagoian ipintzen badugu bigarren aztertzaile bat, trena ibilian dabilenez, behatzaileak ez ditu aldi berean antzemango bi gertaerok edo lanpara-pizteok, ezberdintasun batekin baizik, (B') lanpara (A') lanpara baino lehenago pizten dela ikusiko duelako.

Hain justu ere, egiaztatuko dugu Orentzat aldiberekoak diren bi jazoera horiek ez direla O' rentzat aldibereko izango, eta baita alderantziz ere.

Beraz, ohartzen gara aldiberekotasun osoaren edo absolutuaren kontzeptuak indarra galtzen duela eta aztertzaile batek edo erreferentzia-sistema batek aldiberekotzat hartutako bi gertaera bigarren sistema batek banandu egiten dituela denbora-tarte jakin batean.

Nabarmena zaigu haustura bat gertatu dela “denbora ez dago espazioaren eta mugimenduaren mende” zioen fisika klasikoarekin; Erlatibitatearen teoriaren arabera, ostera, “espazioa, denbora eta mugimendua biziki lotuta daude espazio-denborazko jarraipen batean barrena”.

A modo de ejemplo, consideremos un tren de muchos vagones, muy largo, que se mueve con movimiento rectilíneo uniforme (ver gráfico).

Supongamos que los dos sucesos consisten en encender dos lámparas eléctricas, una en el último vagón (A') y la otra en la locomotora (B'), y que en el momento del encendido de ambas lámparas, estas coinciden con los puntos A y B de la vía, siendo vistos al unísono por un observador fijo O, situado en el andén.

Si colocamos a un segundo observador O' en uno de los vagones dentro del tren, dado que este se desplaza, los dos sucesos o encendidos de las lámparas no son captados por dicho observador al mismo tiempo, sino con una diferencia: verá que la lámpara (B') se enciende antes que la (A').

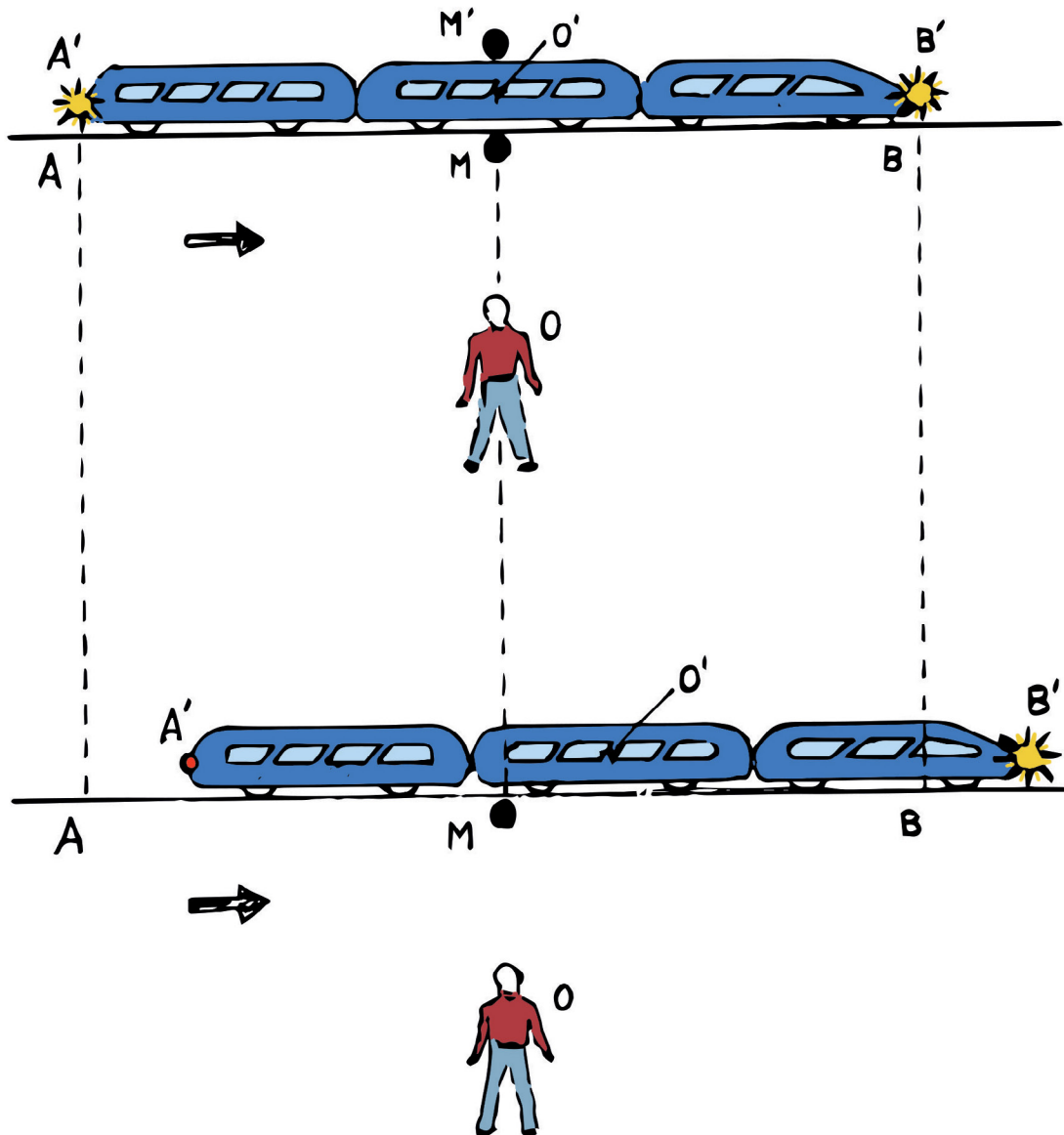
Es decir se verifica que dos sucesos simultáneos para O, no lo son para O' , y viceversa.

Por lo tanto vemos que el concepto de simultaneidad absoluta se desvanece y que dos acontecimientos considerados simultáneos por un observador o desde un sistema de referencia, se verán separados por un intervalo definido de tiempo desde un segundo sistema.

Vislumbramos que se ha producido una ruptura con la física clásica que considera “el tiempo como algo independiente del espacio y el movimiento”, mientras que para la teoría de la Relatividad “el espacio, el tiempo y el movimiento están íntimamente ligados a lo largo de un continuo espacio-temporal”.

ALDIBEREKOTASUNAREN ERLATIBITEA

RELATIVIDAD DE LA SIMULTANEIDAD



Oso abiadura handietan egiten diren saiakeretan gertatzen den horrek esan nahi du eguneroko bizitzan (eguneroko gauzekin eta abiadurekin) ikusten diren desorekak hain txikiak direla ezen, praktikotasunean irabazteko zuzentzat hartzen diren denbora independentea eta aldaezina dela dioen fisika klasikoak neurtzen dituen emaitzak; halere, abiadura handi-handiak dituen mundu mikroskopikoa ikertuz gero, erlatibitatea eta plazaratu dituzten ondorioak oso garrantzitsuak izango dira.

Jarraian ikusiko ditugun Erlatibitatearen beste ondorio batzuek erakusten digute bai **Denboraren Tarteak**, bai **Luzerak** ezberdinak direla higidura erlatiboan dabilzan behatzaileek neurtzen badituzte; hau da: ez datozela inoiz bat.

6.3. DENBORAREN DILATAZIOA

Kontzeptu erlatibista hori ulertzeko, demagun argi-izpi bat igortzen dugula (lehenengo gertaera) ispilu batera, eta bertan islatu ondoren abiapuntura itzultzen dela (bigarren gertaera). Horren ondorioa: bi gertaera horien artean neurtutako denboraren tarte ahalik eta txikiena izango da.

Finko zegoen aurreko behatzailearekiko higitzen ari den aztertzaile bati gertaera horien arteko tarte bera neurritzen badiogu, neurketa horren emaitza beti izango da aurrez neurtu duguna baino denbora luzeagoa.

Esate baterako: irudika dezagun planeten arteko balizko bidaia espazial bat egiten ari garela eta Lurretik urruntzen, eta ibilbide luze baten ondoren itzuli egiten garela urte bi igaro ondoren. Guretzat bi urte izan badira ere,

Esto que ocurre en los experimentos con muy altas velocidades, se traduce en que, en la vida normal (con los objetos y velocidades cotidianas), los desfases apreciados son tan minúsculos que, a efectos prácticos, se consideran correctos los resultados medidos por la física clásica, en la que el tiempo es algo independiente e inmutable; sin embargo, si lo que se investiga es el mundo microscópico con velocidades enormes, la relatividad y los efectos que se han expuesto adquieren una importancia capital.

Veremos a continuación otras consecuencias de la Relatividad, en las que se observa que tanto los **Intervalos de Tiempo** como las **Longitudes**, son diferentes si los miden observadores en movimiento relativo, es decir: nunca coinciden.

6.3. DILATACIÓN DEL TIEMPO

Para entender este concepto relativista, supongamos que enviamos un rayo de luz (primer suceso) contra un espejo donde, tras ser reflejado, vuelve al punto de partida (segundo suceso): el intervalo de tiempo medido entre los dos sucesos, será el menor posible.

Si el mismo intervalo entre sucesos es medido por otro observador que está en movimiento –a diferencia del anterior, que estaba fijo– el resultado de la medición será siempre un tiempo mayor que el medido anteriormente.

A modo de ejemplo, pensemos en un hipotético viaje espacial interplanetario en el que nos alejamos de la Tierra y regresamos tras un largo recorrido. Para nosotros, el tiempo que ha transcurrido, ha sido de dos años, sin embargo, debido

denboraren dilatazio efektuaren ondorioz, Lurrean geratu den azertzaile batentzat igaro den denbora bi mendekoa izan da.

Hurrengo bi irudietan azaltzen da kasu hori, eta kalkulatzen da benetan “denbora 100 aldiz luzatzen dela” espaziontzia 299.985 kilometro segunduko abiaduran dabilela.

Denboraren dilatazioaren fenomeno erlatibista horrek eragin handia du atomo-partikulak azertzerakoan, zeren eta argiak duen abiaduraren antzeko abiaduretara azeleratuak izaten direnean, luzatu egiten baitute azeleragailuetan eta ziklotroietan aztergai izan daitekeen denbora.

6.4. GRABITAZIOA ETA DENBORA

Erlatibitatearen beste ondorio bat, denbora aldaezina dela dioen fisika klasikoaren uste horri aurka egiten diona, hauxe da: denbora dilatatu edo luzatu egiten dela grabitazio-eremu sendoen aurrean.

Horrek esan gura duena da erlojuak azkarrago doazela grabitazio-eremu ahul batean eta astiroago dabilzala eremu sendoetan; gaur egun horixe aplikatzen da geografikoki non kokatuta gauden zehazten duten **GPS** (posizionatze globaleko sistema) tresnak erabiltzean: ondo funtzionatzeko satelite artifizialen erloju atomikoetan sortzen diren aldaerak zuzendu behar izaten dituzte; bai abiadura orbitalaren, bai ezartzen zaien grabitate indar txikiagoaren ondoriozko posizionatzearen kalkuluak egiten baitituzte sateliteok.

al efecto de la dilatación del tiempo, para un observador que ha permanecido en la Tierra, el tiempo transcurrido ha sido de dos siglos.

En los dos gráficos siguientes se ilustra este caso, y se calcula que, efectivamente, el “tiempo se alarga” 100 veces con el vehículo espacial circulando a 299.985 kilómetros/segundo.

Este fenómeno relativista de la dilatación del tiempo tiene una importante repercusión en el estudio de las partículas atómicas, pues al ser aceleradas a velocidades próximas a la de la luz, aumentan el tiempo en que pueden ser motivo de estudio en los aceleradores y ciclotrones.

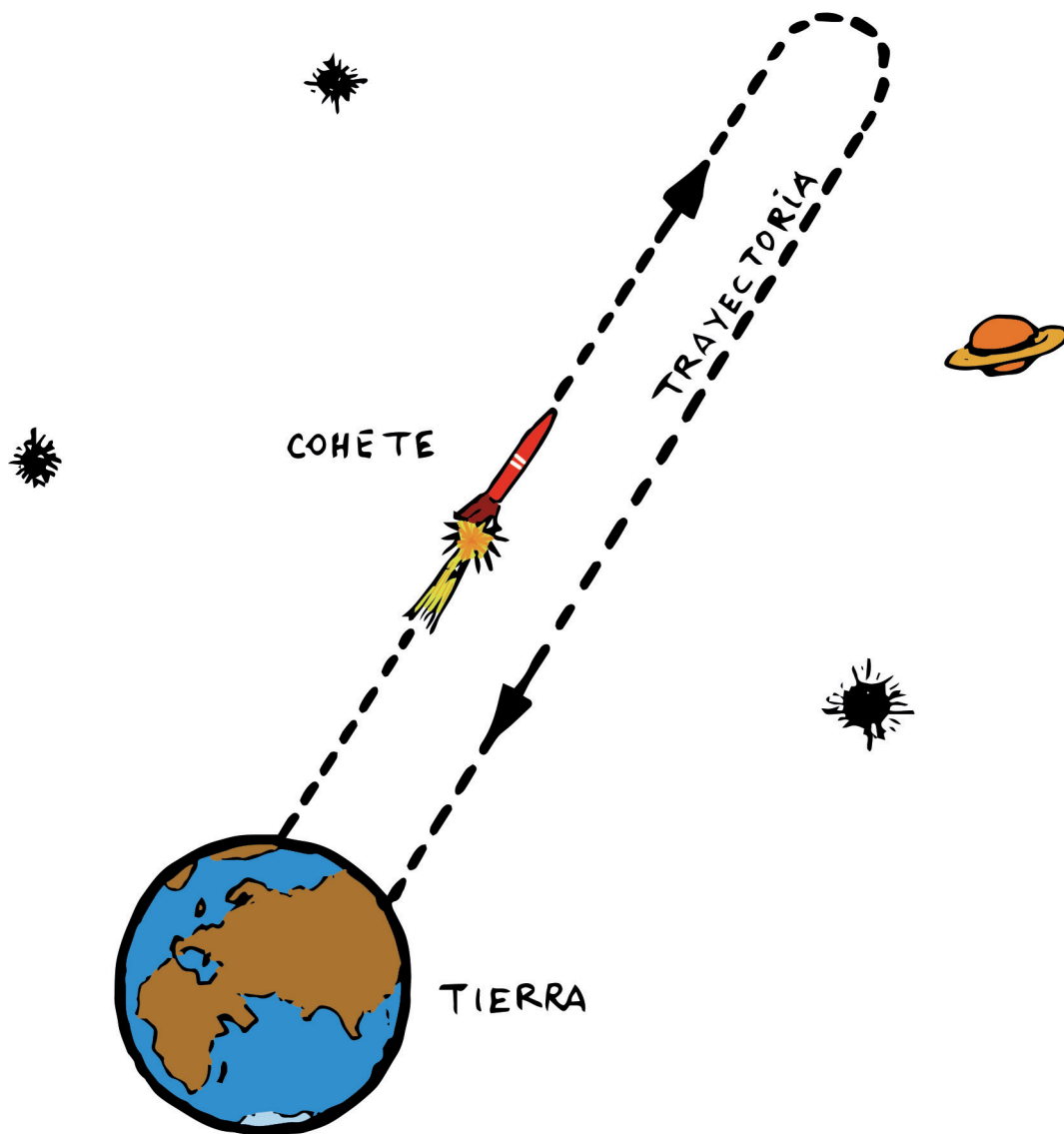
6.4. GRAVITACIÓN Y EL TIEMPO

Otra consecuencia de la Relatividad –que va contra la idea de que el tiempo es inmutable según la física clásica– es la de que el tiempo se dilata o se alarga en presencia de campos gravitatorios intensos.

Esto quiere decir que los relojes marchan más rápido ante un campo gravitatorio débil y lo hacen más lentamente en los campos intensos. Actualmente se aplica en la utilización de los aparatos **GPS** que determinan nuestra posición geográfica; para su correcto funcionamiento deben corregir las variaciones que se generan en los relojes atómicos de los satélites artificiales, que ejecutan los cálculos de posicionamiento como consecuencia tanto de la velocidad orbital como de la menor fuerza de gravedad a la que son sometidos.

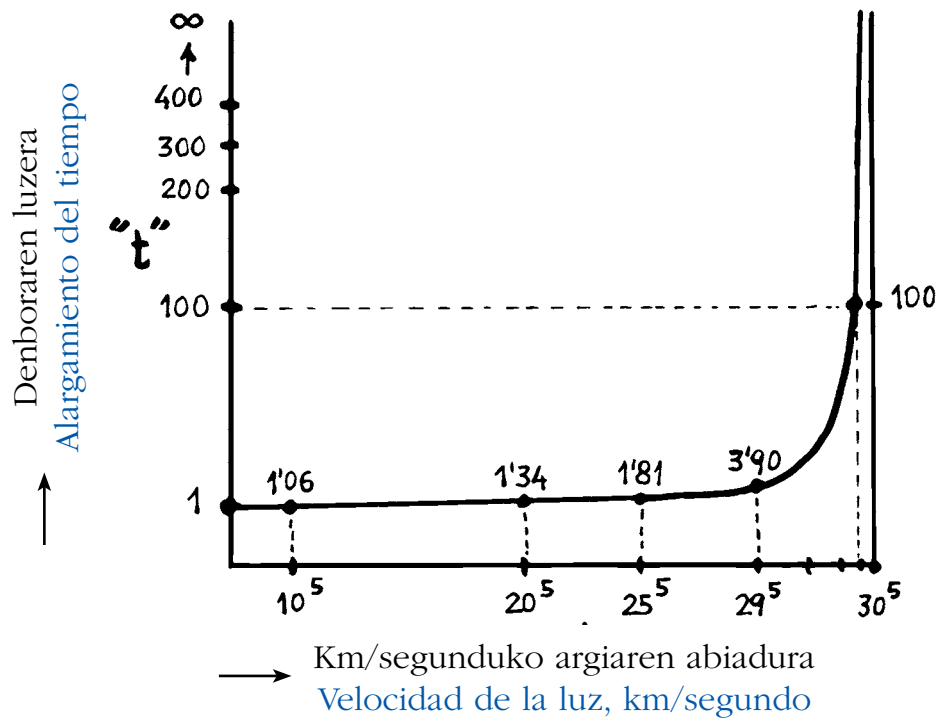
DENBORAREN DILATAZIOA

DILATACIÓN DEL TIEMPO



ABIADURA - DENBORA IRUDIA

GRÁFICO VELOCIDAD - TIEMPO



ERLATIBITATEAREN FORMULA

FÓRMULA DE LA RELATIVIDAD

$$t'' = \frac{t}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

Denbora 100 aldiz "luzatzen" da segunduko 299.985 km-ko abiaduran.
El tiempo se "alarga" 100 veces a la velocidad de 299.985 km/segundo.

Gogorarazi behar da Einsteinek aldatu zuela fisika klasikoak gorputzen masen tamainaren eta banantzen dituen distantziaren funtzio gisa azaltzen zuen grabitazio jarduera ulertzeko modua. Hark definitu zuenez, masa horien inguruko espazioan gertatzen den distorsioarengatik sortzen da erakartze-efektua.

6.5. LUZEREN UZKURDURA

Kontzeptuari dagokionez, kasu hau denboraren dilatazioaren antzekoa da; hori azaltzeko irudika dezagun metal barra bat: barra pausagunean dagoela uste duen behatzaile batek haren luzera neurtzen du; barraren neurketa hori “ahalik eta handiena” dela esango genuke.

Barra aztertzailearekiko higitzen hasten dela kontuan hartuz gero (edota barra pausugunean egon eta aztertzailea mugitu), lortzen den luzeeraren neurketa beti izango da aurrez egindako hori baino txikiagoa.

Berriro diogu: efektu horiek argiaren abiaduratik gertu dauden abiadura handiak darabilzagunean hautemango ditugu; mundu arruntean, ordea, ez ditugu antzematen, oso txikiak dira-eta, ia-ia hautemanezinak. Horrek ez du esan nahi duten eragina benetakoa ez denik.

Hay que recordar que Einstein modificó el modo de entender la acción gravitatoria, que la física clásica explicaba como función del tamaño de las masas de los cuerpos y de la distancia que las separaba. Según su definición, el efecto de atracción se origina a consecuencia de la distorsión que se produce en el espacio cercano a dichas masas.

6.5. CONTRACCIÓN DE LAS LONGITUDES

Conceptualmente este caso tiene semejanza con el de la dilatación del tiempo. Imaginemos una barra de metal cuya longitud es medida por un observador para el que la barra está en reposo; decimos que esta medición de la barra es la “mayor posible”.

Si consideramos que la barra se pone en movimiento respecto al observador (o, permaneciendo la barra en reposo, es el observador el que se mueve), la medición de la longitud obtenida siempre será menor que la realizada anteriormente.

Volvemos a reiterar que estos efectos se hacen perceptibles cuando manejamos altas velocidades próximas a la de la luz, pero que no son apreciables en el mundo normal en el que nos movemos, pues son pequeños, casi imperceptibles. Lo cual no significa que su efecto no sea real.

6.6. ARGIAREN IBILBIDE ZUZENA

Okertzat jotzen da argia ibilbide zuzenean dabilela dioen uste klasikoa, frogatu baita ibilbide hori desbideratu egiten dela masa handien inguruan espazioak jasaten duen deformazioaren, eta, beraz, grabitazio eremu indartsuen ondorioz.

Izar batek igortzen duen argia, guregana iritsi aurretik “Eguzkitik gertu” igarotzen dena, argizagi gorenaren grabitazio-eremuak sortzen duen espazio-deformazio horren eraginpean dago, eta, horrenbestez, argia desbideratu egiten da teoriarik zuzena izan behar zuen bere ibilbidetik.

Argia lerro zuzenean hedatzen dela uste izatera ohituta gaudenez, iruditzen zaigu izar hori egoera jakin horretan dagoela, iritsi zaigun izpiarekin lerrokatuta; baina ez da horrela, ondoko irudian erakusten dugun bezalaxe.

Britainia Handiko ikerlari talde batek egin zituen azterketen bidez egiaztatu ahal izan zen fenomeno hori Afrikan aztertutako eklipse bati esker.

6.7 ABIADURA ETA GORPUTZEN MASA

Erlatibitateak zehazten du higitzen ari den gorputz baten masak eragina jasaten duela, argiarenetik gertu dauden abiaduren mende egoteagatik.

6.6. TRAYECTORIA RECTILÍNEA DE LA LUZ

La idea clásica de que la luz recorre una trayectoria recta se considera errónea, pues se ha demostrado que se curva a consecuencia de la deformación que experimenta el espacio en las proximidades de grandes masas y, por lo tanto, de los fuertes campos gravitatorios.

La luz que emite una estrella y pasa “cerca del Sol” antes de llegar a nosotros está bajo la influencia de la deformación del espacio que ha originado el campo gravitatorio del astro rey, y, por ello, la luz se curva o se desvía respecto de su teórica trayectoria rectilínea.

Al estar habituados a la idea de que la luz se propaga en línea recta, creemos ver que la estrella se halla en una posición aparente, alineada con el rayo que nos ha llegado, cuando eso realmente no es así, tal como mostramos en el gráfico adjunto.

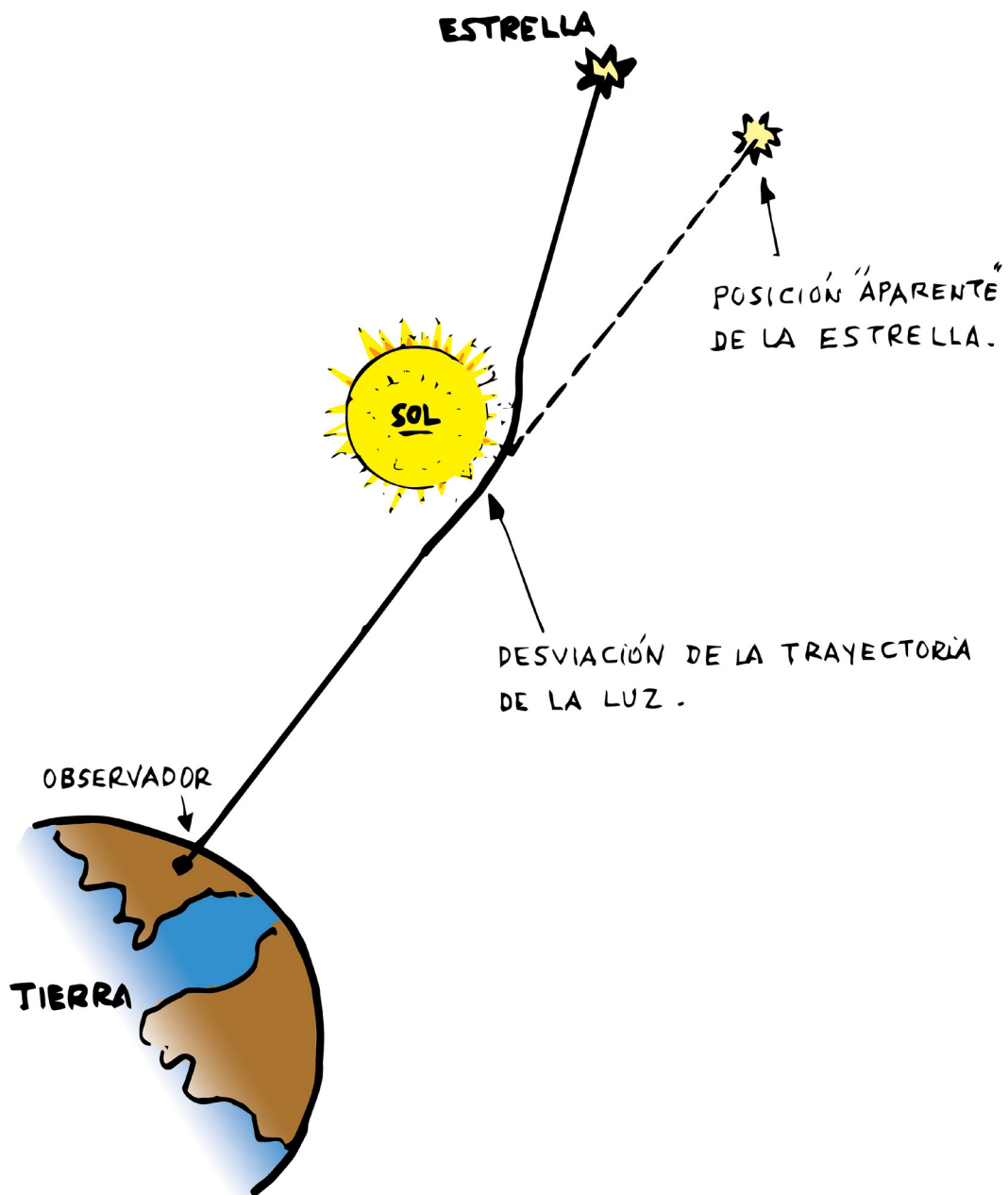
Este fenómeno se ha podido contrastar en las observaciones realizadas por un equipo investigador británico con ocasión de un eclipse que se analizó África.

6.7. VELOCIDAD Y LA MASA DE LOS CUERPOS

La Relatividad define que la masa de un cuerpo en movimiento es afectada al ser sometida a velocidades próximas a la de la luz.

ARGIAREN IBILBIDE ZUZENA

TRAYECTORIA RECTILÍNEA DE LA LUZ



Eta partikula-azeleragailuetako gorputz mikroskopikoetan besterik ezin ditugunez abiadura horiek lortu, horrexek ematen digu haiek aztertzeko aukera, baldintza horietan beren masa handitzen dutelako.

6.8. MASA ETA ENERGIA

Fisika klasikoan xedatzen denez, bai masa, bai energia bereizirik mantentzen dira edozein prozeduratan.

Erlatibitatearen arabera, berriz, ***masa energia bibur daiteke eta baita alderantziz ere***, jendeak beharbada ondoen ezagutzen duen formularen adierazten den bezalaxe:

$$E = m \cdot c^2$$

Beraz, Eguzkiak eta gainerako izarrek igortzen duten energia kopuru itzela masaren transformaziotik dator, neurri handi batean erradiazio elektromagnetiko gisa igortzen den energia hori normalean hidrogenoa izaten da.

Eraldatze edo transformazio-mota horretantxe datza zentral nuklear eta arma atomikoen teoria-oinarria ere.

Y como estas velocidades solo podemos alcanzarlas en los cuerpos microscópicos en los aceleradores de partículas, posibilita su estudio, pues en dichas condiciones aumentan su masa.

6.8. MASA Y ENERGÍA

En la física clásica se establece que tanto la masa como la energía se conservan en cualquier proceso de forma independiente.

La Relatividad por el contrario afirma que ***la masa se puede transformar en energía y viceversa***, como se expresa en la fórmula tal vez más conocida por el público:

$$E = m \cdot c^2$$

De ahí que la enorme cantidad de energía que desprende el Sol y las demás estrellas provenga de la transformación de la masa; normalmente es hidrógeno en forma de energía, que es emitida en gran parte como radiación electromagnética.

También se basa en este tipo de transformación el fundamento teórico de las centrales nucleares y las armas atómicas.



7. FISIKA KUANTIKOA
7. FÍSICA CUÁNTICA

Fisika Kuantikoa Fisika Modernoaren parte da, Fisika Klasikoak konpondu ez dituen arazoei erantzuna emateko sortua, eta mundu mikroskopikoaren eta subatomikoarekin zerikusia bada ere, bizi garen “mundu normalean”, ezin dugu Fisika Kuantikoaren ondorioak antzeman.

Fisika Kuantikoak ameskeria hutsaren itxura izan badezake ere, gure mundua azaltzen duen zientzia da, eskala mikroskopikoan bada ere.

Halere, eragina du mundu modernoko hainbat jardueratan, elektronikarekin lotuta daudenetan batez ere, adibidez geure erosketak kutzazainaren barrairakurgailutik pasatzen ditugunean.

Ostera, ezingo genuke fabrikatu laserrik argiaren eta atomoen izaera kuantikoa ulertzeke; orobat beharrezkoa da elektroien izaera kuantikoa ulertzea ordenagailuen *chip* erdieroaleak fabrikatu ahal izateko ere.

Laster askoz ere azkarragoak izango diren ordenagailu kuantikoak fabrikatuko dira, bi posiziotan (0 eta 1) diharduten oraingo “*bit* klasikoak” 0 eta 1 eta 1 eta 0 posiziotan era berean jardungo duten “*qubit* kuantiko” bilakatuta.

La Física Cuántica es parte de la Física Moderna que, a su vez, surgió para tratar de responder a cuestiones no resueltas por la Física Clásica, y se la relaciona con el mundo microscópico, subatómico. A pesar de ello, en el “mundo normal” donde vivimos, no podemos observar sus efectos.

La Física Cuántica puede parecer fantasía, pero es ciencia que describe nuestro mundo si bien a escala microscópica.

Sin embargo tiene influencia sobre muchas actividades del mundo moderno, en especial en lo relacionado con la electrónica, como cuando pasamos nuestras compras por el lector de barras del cajero.

No obstante, sin comprender la naturaleza cuántica de la luz y los átomos sería imposible fabricar los láseres, así como es preciso entender la naturaleza cuántica del electrón para poder fabricar los “chips” semiconductores de los ordenadores.

Pronto se construirán ordenadores cuánticos que serán mucho más rápidos que los actuales “bit clásicos” que funcionan en dos posiciones (0 y 1) y que pasarán a ser los “*qubit* cuánticos” que actuarán en las posiciones tanto 0 y 1 como 1 y 0, indistintamente.

Daukan garrantzia, ostera, praktiko-tasunetik haratagokoa da; eta zientzilariei, munduak berak nola funtzionatzen duen azaltzen ahalegintzen den filosofia-arazo legez galdetzen zaie.

Fisika kuantikoaren ikuspegi bitxien artean, aipa dezagun uhina-partikula bitasunari buruzko teoria hasi zuen aurkikuntza, alegia, bai argiak, bai materiak badituztela partikularen (edo korpuskuluaren) eta uhinaren berezitasunak.

Hala, zenbait esperimintutan, gehienetan, uhintzat hartzen den argi-izpi batek partikulen korronte batek bezalaxe dihardu; eta baita alderantziz ere: beste zenbait esperimintutan, partikulen korrontetzat jo ohi den elektroizpi batek uhin baten moduan jarduten du.

Partikulek eta uhinek dituzten berezitasunek kontraesankorrak diruditen arren, “unibertsoan den guztiak uhin eta partikula batera izatea lortzen du”.

Bitasunaren fenomeno hori honako esperimintua eginez froga genezake, misterio kuantikoa argitzen lagunduko digulakoan.

7.1. ARTEKA EDO KANAL BIEN ESPERIMENTUA

Teoria kuantikoak azaltzen du elektroiak partikula nahiz uhin gisa hauteman daitezkeela, aztertzailearen jardueraren eta haren neurtzeko baliabide edo tresnen arabera; hain justu ere, esperimintuak berak zehazten du elektroiak partikula edo uhin baten moduan diharduen.

Pero su importancia va más allá de lo práctico hasta llegar a interrogar a los científicos como una cuestión filosófica que trata de explicar el funcionamiento del propio mundo.

Entre los aspectos extraños de la cuántica, tenemos el descubrimiento que dio inicio a la teoría sobre la dualidad onda-partícula, es decir, que tanto la luz como la materia tienen propiedades de partícula (o corpúsculo) y de onda.

Así, un rayo de luz que generalmente se considera una onda, se comporta como una corriente de partículas en algunos experimentos; y a la inversa: un rayo de electrones considerado generalmente una corriente de partículas, se comporta como una onda en otros experimentos.

A pesar de que las propiedades de las partículas y las ondas parezcan contradictorias, “todo lo que existe en el universo consigue ser a la vez onda y partícula”.

Este fenómeno de la dualidad, se demuestra mediante el siguiente experimento, esperando que nos ayude a desentrañar el misterio cuántico.

7.1. EXPERIMENTO DE LOS DOS CANALES

La teoría cuántica dice que los electrones pueden ser percibidos como partículas o como ondas, dependiendo de la acción del observador y sus medios o aparatos de medición, lo que equivale a decir que es el propio experimento lo que determina si un electrón se comporta como partícula o como onda.

Esan berri duguna nahiko bitxia gerta daiteke eta badirudi gure logikaren aurka doala; hori dela-eta, azal dezagun urratsez urrats eta xehetasunez geure esperimientua.

Gure esperimentuaren egitekoa da kanalez edo artekez hornitutako hesi baten bidez elektroiak jaurtitzea eta hesiaren atzetik ipini dugun pantaila batean elektroiek erregistratzea, argazki-plaka bat izango balitz bezalaxe.

Lehenik eta behin, geure esperimientua hasteko hainbat partikula txiki jaurtiko ditugu, kasu honetan, arteka bakarra daukan hesiaren kontra (puxtarriak izango balira bezalaxe), eta ohartuko gara arteka zeharkatzen duten puxtarriek zerrenda bertikal bat lagatzen dutela pantailan islatuta (ikus a irudia).

Hesian bigarren arteka bat erantsi eta saiakera berriro egiten badugu, zera espero dugu: artekak zeharkatzen dituzten puxtarriek beren marka zerrenda bertikal bikoitz baten tankeran utziko dutela pantailan; eta halaxe gertatuko da, hain justu ere (ikus b irudia).

Jarraian, uhinak ipiniko ditugu partikulen ordeez.

Guk sortutako uhin batek arteka bakarra aldeaz alde igarotzean distira bertikal handiagoa daukan erdiko zerrenda bat islatuko du pantailan.

Ondoen islatuta gelditzen dena arteka aldeaz alde zeharkatzen duen uhinak daukan intentsitaterik handieneko puntua da, lehenengo saiakerakoaren antzekoa dena (ikus c irudia).

Halere, zer gertatzen da bigarren arteka gehitzen dugunean?

Lo que acabamos de afirmar puede resultar bastante raro y parece contrario a nuestra lógica, razón por la que explicamos el experimento paso a paso, en detalle:

El experimento consiste en disparar electrones a través de una barrera provista de canales o ranuras y registrarlos en una pantalla colocada detrás de la barrera, como si fuera una placa fotográfica.

Primero iniciamos el experimento lanzando pequeñas partículas como si fuesen canicas contra la barrera, que en este caso tiene una ranura única; observamos que las canicas que atraviesan la ranura dejan reflejada una franja vertical en la pantalla (ver fig. a).

Si añadimos una segunda ranura en la barrera y repetimos el ensayo, lo que esperamos es que las canicas que las atraviesan dejen su impronta en la pantalla en forma de una doble franja vertical, como realmente así sucede (ver fig. b).

A continuación, sustituimos las partículas por ondas:

Generamos una onda que al traspasar la ranura única, viene a reflejar sobre la pantalla una franja central de mayor resplandor vertical.

El que queda mejor reflejado es el punto de más intensidad de la onda que atraviesa la ranura, semejante al del primer ensayo (ver fig. c).

Pero, ¿qué ocurre cuando añadimos la segunda ranura?

Bestelako zerbait gertatzen da: hasierako uhinak bi artekok alde alde zeharkatzen dituenean, elkarren arteko eragina eta interferentzia duten beste bi uhin sortzen ditu; izan ere haietako batek daukan intentsitate handiagoko gailurrak intentsitate txikiagokoarekin bat egiten duenean, elkar indargabetzen dute eta **interferentzien eredu** izenez ezaguna den inpresio bat lortzen da pantailan.

Eredu horrek intentsitate aldakorreko zerrenden itxura du, eta badu intentsitate handiagoko uhinen gailurren efektuak sortutako zenbait alderdi ilun edo zehaztuago, bai eta beste zenbait alderdi ahulago, beren artean interferitu ondoren intentsitatea galdu duten uhinen eraginarengatik (ikus d irudia).

Orain arte egiaztatu dugu zerbait –materia, alegia– arteka biren artetik jaurtitzen dugunean zerrenda bikoitz bat lortuko dugula, eta uhinen bidez egiten dugunean interferentzia-eredu bat.

Esperimentuarekin aurrera jarraitzeko eremu kuantikoagora edo subatomikora joko dugu.

Elektroi bat materia zati txiki-txiki batekin parekatu genezake, puxtarri ñimiño batekin, esaterako.

Elektroi sorta bat arteka bakarra duen hesira bota ezkerreko puxtarriek bezala jokatzeko dutela ikusiko dugu, pantailan zerrenda bertikal bat sortuz (ikus e irudia).

Ikus dezagun orain zer gertatzen den elektroiak jaurti eta bi arteka alderik alde zeharkatzean: bi zerrenda sortu beharko lituzkete, aurrez deskribatu dugun puxtarrien kasuan bezalaxe; baina sortzen dutena interferentzien eredu bat da, aurreko uhinaren kasuan bezala.

Sucedede algo distinto: la onda inicial, al atravesar las dos ranuras, genera dos nuevas ondas que se afectan e interfieren entre sí, pues al coincidir la cresta de más intensidad de una de ellas con la otra de menor intensidad, se contrarrestan y lo que se obtiene sobre la pantalla es una impresión conocida como **patrón de interferencias**.

Este patrón tiene el aspecto de franjas de intensidad variable, con unas zonas oscuras o más definidas formadas por el efecto de las crestas de ondas de mayor intensidad, y otras zonas más tenues por el efecto de las ondas que han perdido intensidad como consecuencia de que han interferido entre ellas (ver fig. d).

Hasta ahora hemos comprobado que cuando lanzamos algo –es decir, materia– a través de dos ranuras, obtenemos una doble franja, y que al hacerlo con ondas lo que obtenemos es un patrón de interferencias.

Para avanzar en nuestro experimento pasaremos a un terreno más cuántico o subatómico:

Podemos asimilar un electrón con un trozo minúsculo de materia, como si fuera una canica diminuta.

Si lanzamos una ráfaga de electrones a la barrera con una ranura, veremos que se comportan como las canicas, generando una franja vertical en la pantalla (ver fig. e).

Veamos ahora qué es lo que ocurre al lanzar los electrones y atravesar dos ranuras: tendrían que generar dos franjas, como en el caso que se ha descrito de las canicas, pero en realidad, es un patrón de interferencias lo que se produce, como en el anterior caso de la onda.

Nolatan gerta daiteke materia-zatiekin emaitza hori lortzea (ikus f irudia)?

Fisikariek honakoa pentsatu zuten: beharbada, partikula guztiz txiki horiek elkarrekin talka eginez gero sortzen dituzten erreboteak dira marrazki hori egin dezaketenak?

Eta aukera hori bazter batean lagatzeko elektroiak banaka jaurtitzea erabaki zuten, hala, beren artean ez zutela eraginik izango uste izanik; halere, ordubete luze jaurtitzen ibili ondoren, interferentzia eredu bera agertzen zela ikusi zuten (ikus g irudia).

Ondorioa ezin da ukatu: elektroio bakoitza partikula gisa irteten da, aukeradun uhin bihurtzen da, bi arteketatik igarotzen da eta bere buruarekin interferitu ondoren partikula gisa iristen da pantailara.

Esperimentu horrek fisikariak zeharo nahastu zituen. Hain izan zen hala, ezen arretaz begiratzea erabaki baitzuten, elektroioa zer artekatatik igarotzen zen ebatzi ahal izateko.

Neurgailu edo aztergailu bat ipini zuten bi arteken hesiaren ondoan bietako zeinetatik igarotzen zen ikustearren, eta elektroioa jaurti zuten; halarik ere, mundu kuantikoa haiek sekula uste izan zezaketena baino askoz ere misterioitsuagoa da, zeren eta begiratu zutenean, elektroioak berriro puxtarri txiki batek bezalaxe jardun baitzuen, eta ez zuen interferentzien eredu bat marraztu, bi zerrendako eredu bat baizik (ikus h irudia).

Neurketak berak eta zein artekatatik igarotzen zen ikusteak ekarri zuen batetik bakarrik pasatzea, ez bietatik.

¿Cómo es posible que con trozos de materia se obtenga este resultado (ver fig. f)?

Los físicos pensaron: ¿tal vez sean los rebotes que se originan cuando estas diminutas partículas chocan entre si los que produzcan ese dibujo?

Para evitar esta posibilidad decidieron lanzar los electrones uno a uno, pensando que así no podrían verse afectados entre ellos, pero estuvieron lanzandolos durante una hora y vieron aparecer el mismo patrón de interferencias (ver fig. g).

No podemos ignorar la conclusión: cada electrón sale como partícula, se convierte en una onda de posibilidades, pasa por las dos ranuras y tras interferir consigo mismo, llega a la pantalla como partícula.

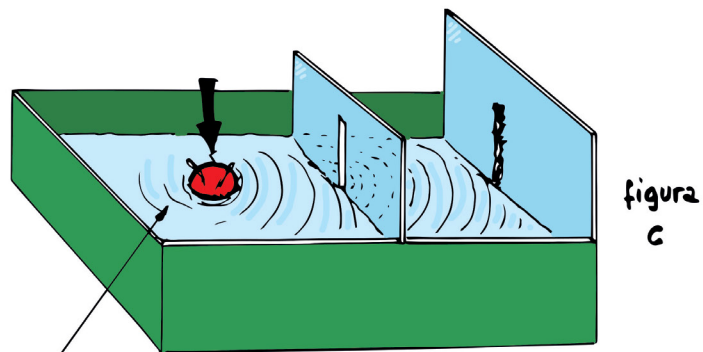
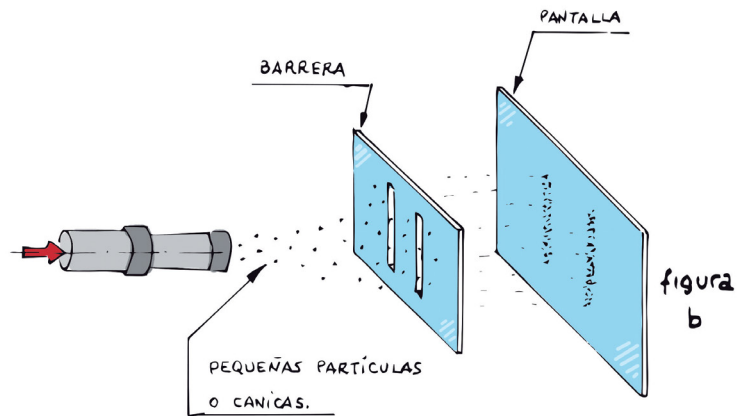
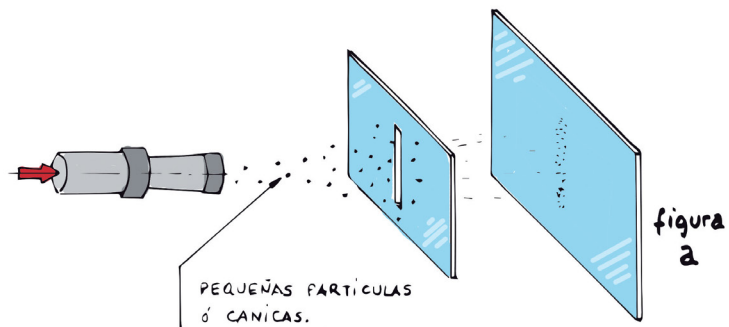
El experimento desconcertó mucho a los físicos, tanto que decidieron mirar con atención para decidir por cuál de las ranuras pasaba el electrón.

Pusieron un dispositivo de medición o de observación junto a la barrera de las dos ranuras para ver por cual pasaba, y lanzaron el electrón; pero el mundo cuántico es mucho más misterioso de lo que podían haberse imaginado, pues cuando miraron, el electrón volvió a comportarse como una canica pequeña y dibujó un patrón de dos franjas, no un patrón de interferencias (ver fig. h).

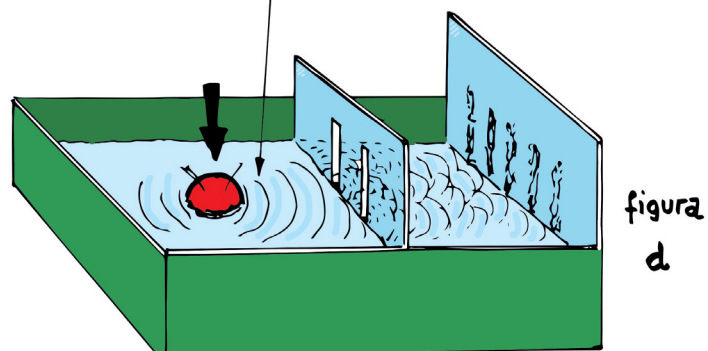
La misma acción de medir y el hecho de observar por qué ranura pasaba, conllevó que solo pasara por una, y no por ambas.

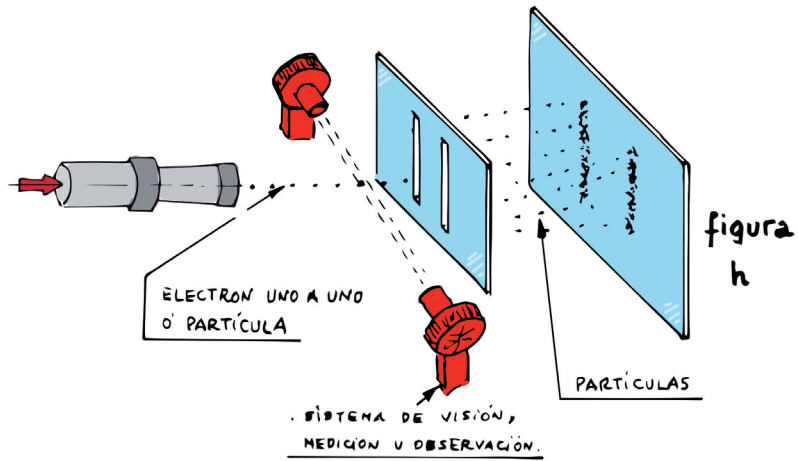
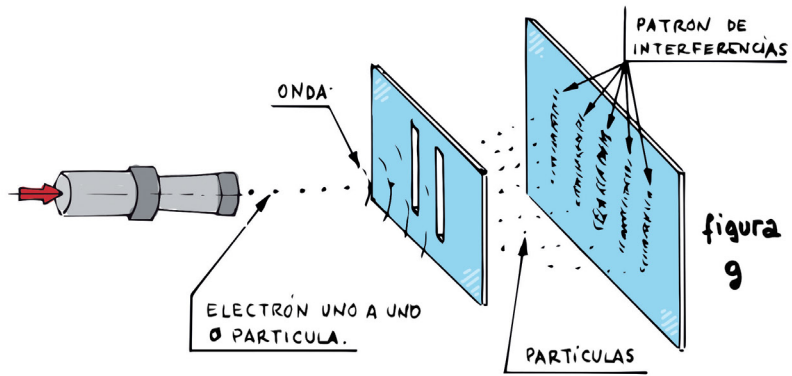
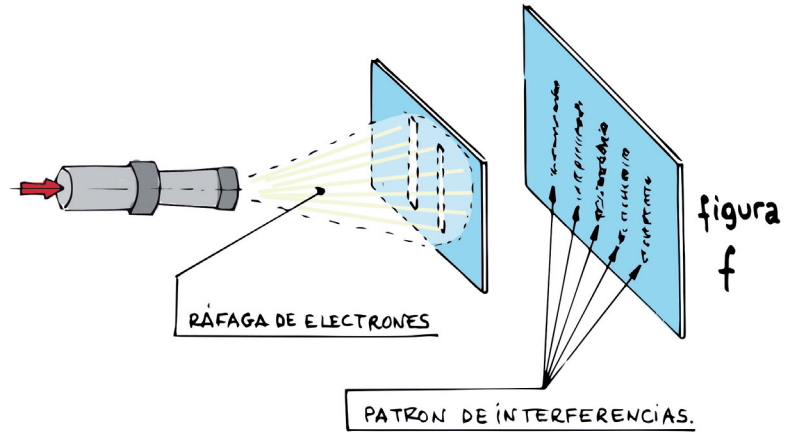
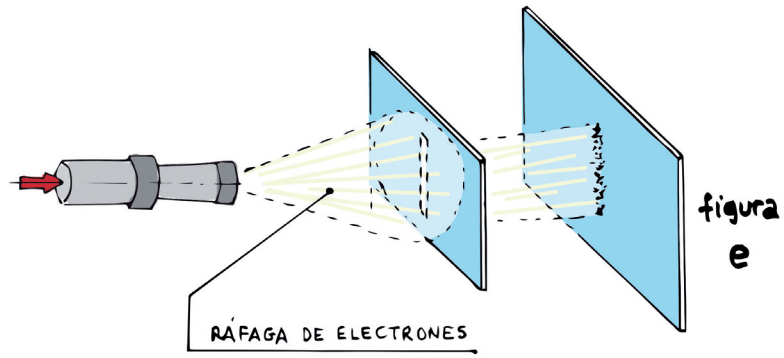
ARTEKA EDO KANAL BIEN ESPERIMENTUA

EXPERIMENTO DE LOS DOS CANALES



ONDAS CREADAS EN
UN MEDIO LÍQUIDO.





Elektroiak bestela jardutea erabaki zuen, begira ari zitzaizkiola jakin izango balu bezalaxe.

Hala, fisikariak gertaera kuantikoen azpimundu arrotzean barneratu ziren, beren buruari galdetzen ziotela: **Zer da materia?**, hau da, **zerez dago mundua eginna?**

Partikulak ala ubinak dira? Eta ubinak badira, zerez eginak?

Zer zerikusi du behaketak horrekin guztiarekin?

Aipatzen ari garen eskala mikroskopikoan edo mundu kuantikoan behaketak oso eragin garrantzitsua du, elektroi bat ikusi ahal izateko hura argiztatu behar dugulako, eta horretarako beharrezkoa da hari argia bidaltzea, fotoi bat gutxienez ere.

Fotoi horrek, elektroiarekin talka egiten duenean, energia kopuru txiki bat ematen dio, bere egoera aldarazten duen nahasmendu bat sortzen diona eta abiadura ezezaguna dakarkiona, elektroi horrekin lan egiteko dugun helburua ezinezkoa bilaka dezakeen abiadura.

Neurketa- edo behaketa-ekintzak duen garrantzia nolakoa den ikusita, azaldu dezagun kontzeptu hori ohiko mundutik hartutako adibide baten bitartez, ulermena errazte aldera.

Edalontzi bateko ur beroaren temperatura neurtu gura badugu, termometro baten mutur bat sartuko dugu uretan.

Dakigunez, termometroak, uretatik bero pixka bat aterata funtzionatzen du; energia horrekin merkurioa dilatatu egiten da eta eskala batean adierazten digu ezagutu nahi dugun temperatura.

El electrón decidió actuar de manera distinta, como si fuera consciente de que le observaban.

De este modo, los físicos se adentraron en el extraño submundo de los acontecimientos cuánticos, preguntándose: **¿Qué es la materia?**, es decir **¿de qué está hecho el mundo?**

¿Son partículas, o son ondas? y ¿ondas de qué?

¿Y que tiene que ver la observación con todo esto?

La acción de observar, en la escala microscópica a la que nos estamos refiriendo o mundo cuántico, ejerce una influencia muy importante, pues para poder “ver” un electrón tenemos que iluminarlo, y para ello es preciso enviarle luz, al menos un fotón.

Este fotón, al chocar con el electrón, le aporta una pequeña cantidad de energía, y le ocasiona una perturbación que modifica su situación; le aporta una velocidad desconocida que puede hacer inviable nuestro objetivo de trabajar con dicho electrón.

A la vista de la importancia que adquiere la acción de medir u observar, vamos a explicar este concepto mediante un ejemplo extraído del mundo ordinario, para facilitar la comprensión:

Si queremos medir la temperatura del agua caliente de un vaso, introduciremos en el agua el extremo de un termómetro.

Como sabemos, el termómetro funciona extrayendo un poco de calor del agua; con esa energía el mercurio se dilata y señala en una escala la temperatura que deseamos conocer.

Hau da: uraren tenperatura eza-gutzeko beharrezkoa izan da bero pixka bat ateratzea, edo bestela esanda, sistema asaldatzeko beharra izan da, apurtxo bat hoztuta.

Adibide horretan mundu arrunt edo makroskopikoan jardun dugu, eta bertan, gehienetan, nekez hauteman daitezke asaldu horiek eta ez dute eraginik ez emaitzan, ezta materian ere.

Ostera, adierazi dugun bezalaxe, mundu kuantikoan oinarritzkoa da behatzearen eragina, izan ere, uhinaren funtzioa suntsitzeko gai da.

Uhina-Partikula bitasun fenomeno horrekin eta behaketarenekin amaitzeko, ondorio hauexek aterako ditugu:

- **“Begiratzen ez duzunean aukeren uhinak daude, eta begiratzen duzunean, esperientzia-partikulak”.**
- **“Partikula bat (zerbait solidoa), azken batean, gainezarpenerituz horretan existitzen da, hau da: kokaleku posibleak dituen uhin zabaldurik batean”.**
- **“Toki guztietan dago batera, baina erreparatu edo behatzen duzunean, ikus daitekeen munduaren egoera posibleetako batean besterik ez da kokatzen”.**

Nire uste apalean, **“aukeren gainezarpenerik”** delakoa banakako edo buruz buruko pilota partida bat adibide jarrita argitu dezakegu, hura eremu kuantikora eramanez.

Es decir, para conocer la temperatura del agua ha sido necesario sacar algo de calor o, en otras palabras, ha habido que perturbar el sistema enfriándolo un poco.

En el mundo ordinario o macroscópico al que nos referimos en este ejemplo, estas perturbaciones son prácticamente inapreciables en la mayoría de los casos y no afectan al resultado ni a la materia.

Sin embargo, como hemos indicado, en el mundo cuántico la influencia de la observación es fundamental, puesto que es capaz de destruir la función de onda.

Para cerrar este fenómeno de la Dualidad Onda-Partícula y el efecto de la observación, sacamos estas conclusiones:

- **“Cuando no miras hay ondas de posibilidades, y cuando miras partículas de experiencia”.**
- **“Una partícula (algo sólido) en realidad existe en lo que se llama una superposición, es decir, en una onda desplegada de posibles ubicaciones”.**
- **“Está en todas partes a la vez, pero en el momento en que te fijas u observas, se coloca en una sola de las posibles situaciones del mundo visible”.**

Creo que podemos ilustrar la **“superposición de posibilidades”**, con el ejemplo de un partido de pelota a mano individual o mano-mano, llevándolo al terreno cuántico:

Erabilitako pilotak larruz estalita daude, 105 bat gramo pisatzen dute eta beren gogortasuna egurrarenarekin pareka dezakegu, frontisaren aurka eta kantzaren gainean jotzean ateratzen duten hotsak sortutako zirrarenengatik.

Gure adibide kuantikoan, pilota elektroia edo partikula kuantikoa izango litzateke.

Pilotaren abiadurak 100 kilometro/orduko inguru hartzen dituen “saque”aren bitartez hasten da tanto bakoitza, eta pilotakadetan 70 edo 80 km/orduko abiadurak jasotzen dira; horrexek erakusten du zer energia duen pilotaren zirrara eskuratzeak eta eskuz joaz bultzatzeak.

Errepara diezaiogun tantoaren hasierari, hau da, “sakalaria” lasterketaldia eginez aurrera doa sakeko marraraino, eta hantxe pilotari botea emanaraziko dio jo ahal izateko, eta orduantxe prestatuko da atzeko koadroetan dagoen aurkaria sakea “jaso” edo itzultzeko.

Errestalaria adi-adi dago eta jarrera prestatzen du gorputz osoko giharrak tenkatu eta belaunak apurtxo bat tolestuta, eta, aldi berean, begirada oso azkar bat finkatzen du frontisean, pilotak hartuko duen ibilbidea asmatzen ahaleginduko balitz bezalaxe.

Adibide hori gure “ikuspegi kuantikoari” aplikatuz, esan genezake, hain justu ere sakalariak pilota jo aurretik, orduantxe gertatzen dela **aukeren gainezarpena**, hau da, pilotak, frontisak eta kantxako jokalekuak dituzten muga horien barruko balizko egoera guztiak har ditzakeela, hurrengo irudian adierazten den letxe.

Las pelotas utilizadas están recubiertas de cuero, tienen un peso aproximado de unos 105 gramos y su dureza podemos equipararla a la madera por la sensación que produce su sonido al impactar contra el frontis y sobre la cancha.

En nuestro símil cuántico, la pelota viene a representar al electrón o la partícula cuántica.

El comienzo de cada tanto se hace por medio del “saque” en el que la velocidad de la pelota ronda los 100 kilómetros/hora, y durante el peloteo se registran velocidades de 70 u 80 km/h, lo que da una idea de la energía que supone el hecho de recibir el impacto de la pelota e impulsarla con el golpeo de la mano.

Fijémonos en el inicio de un tanto, es decir cuando el “sacador” toma carterilla avanzando hasta la línea del saque donde hace botar la pelota para golpearla y, en ese mismo momento, el oponente situado en la zona de los cuadros traseros de la cancha se apresta a “restar” o devolver el saque.

El restador se concentra, mientras adopta una postura con las rodillas ligeramente flexionadas tensando el sistema muscular de todo su cuerpo y, rápidamente, fija su mirada en la pared del frontis como si tratase de intuir la trayectoria que seguirá la pelota.

Aplicando el ejemplo a nuestra “visión cuántica”, podemos decir que en ese mismo momento, justo antes de que el sacador golpee la pelota, se produce el estado de la **superposición de posibilidades**, es decir que la pelota puede tomar cualquiera de las situaciones posibles dentro de los límites del frontis y la zona de juego de la cancha, como hemos representado en el gráfico siguiente.

Errestalariak sakalariari begiratzen dionean haren jarduera ikusteko, begiratu ondoren desagertzen dira zabaldu diren aukera guztiak, eta **benetako egoera material bakarrean** jartzen da arreta, pilotak norabide eta abiadura jakin bat hartzen baititu; egoera horri egin beharko dio aurre pilota eta eskua elka daitezen saiatuz, eta bere energia eta norabide egokia bilduko dituen pilotakada batekin erantzun beharko du.

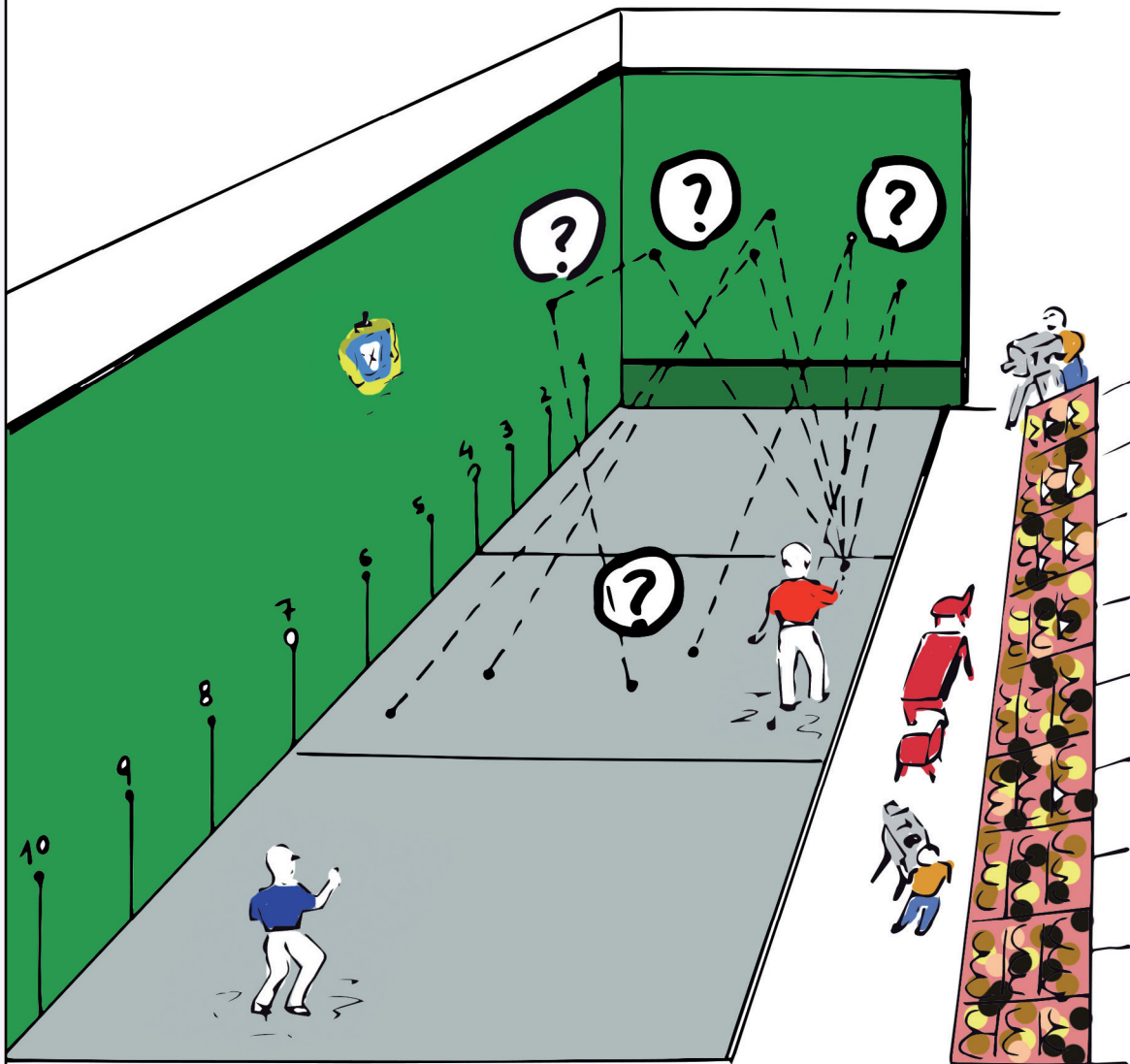
Tantoa hasi berria dugu eta prozedura hori hurrengo pilotakadetan errepikatuko da, harik eta bietako batek tantoa egin arte.

Cuando el restador dirige su vista hacia el sacador para observar su acción, mira y entonces desaparecen todas las posibilidades abiertas; se fija en **una única situación material real**, en la que la pelota adquiere una dirección y velocidad concretas a las que deberá responder buscando el encuentro entre la pelota y la mano, con un pelotazo en el que concentrará su energía y adecuada dirección.

El tanto acaba de iniciarse y este proceso se repetirá en los siguientes pelotazos hasta que uno de los dos culmine el tanto.

PILOTA PARTIDA KUANTIKOA

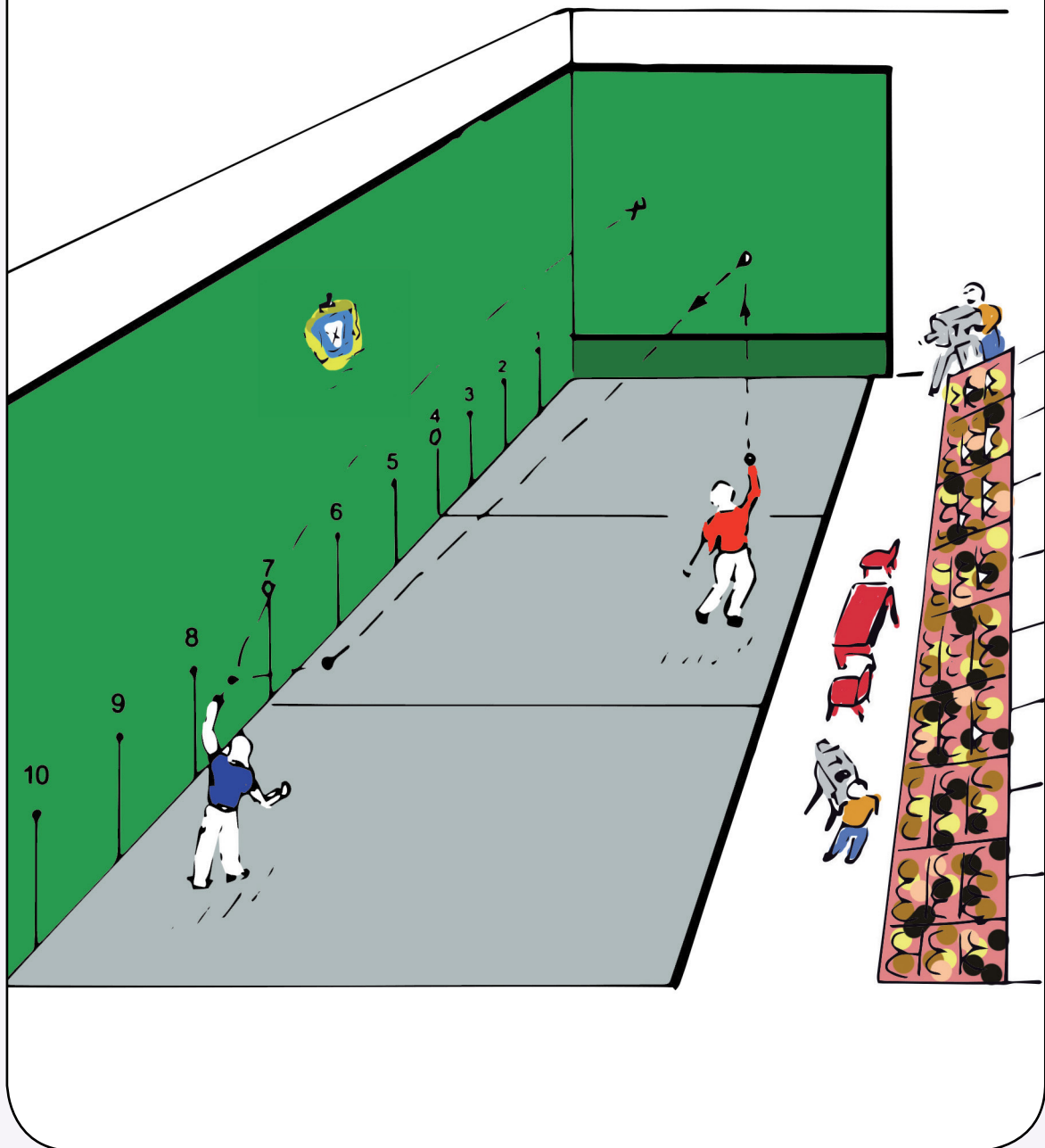
PARTIDO DE PELOTA CUÁNTICO



Aukeren gainezarpenaren egoera kuantikoa.
Estado cuántico de superposición de posibilidades.

PILOTA PARTIDA KUANTIKOA

PARTIDO DE PELOTA CUÁNTICO



Benetako egoera material bakarra finkatzen du behaketak.
La observación fija la única situación material real.

7.2. ZIHURGABETASUN PRIN- TZIPIOA

Uhin-partikula bitasunaren ondorio garrantzizko bat ziurgabetasun edo indeterminazio hastapena da (Heisenbergen hastapena deitua). Horren arabera, hasteko, ezinezkoa da zehaztasun mugagabez batera neurtzea partikula baten kokalekua eta une lineala edo abiadura.

Elektroia neurtu ahal izateko, adibidez, ezinbestekoa da hura argizatzea, eta argi energia horrek perturbazioa sortzen du; beraz, non dagoen zehatz determinatu nahi badugu, haren abiadura ziurgabetasun edo indeterminazio handiagoz jakingo dugu, eta kontrako bidetik, zenbat eta abiadura zehatzago neurtu nahi dugun, orduan eta ziurtasun txikiagoa kokalekuaz.

Horrek gogora dakarkigu berriro ere behaketa oinarrizkoa dela mundu kuantikoan, berezko osagai baitu indeterminazio hori.

Berriro ere, gure kiroletako bat lagungarri gerta dakiguke:

Demagun platerari tiro egiteko instalazio batean gaudela, eta ondoan tiratzaile aditu bat dugula, jaurtikitako plater bakoitza tiro zehatz-zehatz batez birrintzen duena.

Ariketa zailago egitea erabaki dugu. Hortaz, zenbait makinak aldi berean jaurtikiko dituzte platerak. Hala, gure erreflexuak eta tiroen arintasuna eta zehaztasuna aztertuko ditugu.

Gure tiratzaile aditua tiro guztiak asmatzen ahalegintzen da, baina platerak hegan diraute, osorik, eta horrek harridura eragiten dio: “nolatan gerta

7.2. PRINCIPIO DE INDETERMI- NACIÓN

Una consecuencia importante de la dualidad onda-partícula es el principio de Incertidumbre o Indeterminación (conocido por de Heisenberg) que establece que, en principio, es imposible medir simultáneamente la posición y el momento lineal o velocidad de una partícula con una precisión ilimitada.

Para poder medir por ejemplo el electrón es preciso iluminarlo y esta energía produce su perturbación, ocasionando que si queremos determinar con precisión su posición, más incierta o imprecisa será el conocimiento de su velocidad, y en sentido inverso, cuanto más precisamente deseemos medir su velocidad, tanto más incierta será su posición.

Esto vuelve a recordar que la acción de la observación es fundamental en el mundo cuántico, pues es connatural con él esta indeterminación.

De nuevo, uno de nuestros deportes puede sernos de ayuda:

Supongamos que estamos en una instalación de “tiro al plato”, y que nos acompaña un experto tirador, quien cada plato lanzado lo trituraba por su certero disparo.

Decidimos aumentar el grado de dificultad del ejercicio, haciendo que varias máquinas lancen simultáneamente sus platos, con lo que ponemos a prueba nuestros reflejos y la rapidez y precisión de los disparos.

Nuestro experto tirador se afana en precisar cada disparo, pero los platos continúan intactos su trayectoria de vuelo, lo que provoca su asombro; ¿cómo es

PLATER TIRO KUANTIKOA

TIRO AL PLATO - CUÁNTICO



Plater bakarra sakabanatu egiten da hainbat aukeratan.
Un único plato está disperso en distintas posibilidades.

daiteke kale egitea behar bezala apuntatu dudalakoan banago?”.

Gertaera kuantiko baten aurrean gaudela azaldu beharko diogu, eta gertatzen dena indeterminazio hastapenaren edo printzipioaren ondorioa dela; platerak, benetan, elektroi bakar bat direla, eta armaz apuntatzeko ekintza behatzearen parekoa dela, eta horrek perturbazioa sortzen duela, eta, ondorioz, indeterminazioa, eta hainbat aukeraren artean platera sakabanatzea.

Ondorioz, elektroia non dagoen zehatz jakin nahi izanez gero, abiadura zehaztu gabe geratuko da, eta sakabanatuta.

Egiaztatuta gertatu zen errepikapen eskopeta bat hartu eta nahi bezala tiro eginda, ia apuntatu gabe, “kartutxo kuantikoek”, ustekabean, plater bakarra (elektroia) airean birrindu zutenean (ikus irudia).

7.3. ELKARRI LOTZEA

Hona hemen fisika kuantikoaren beste oinarri bat, espazioaz dugun esperientzia edo pertzepzioa birrintzen duena. Abiaturua honako arrazamendu hau da:

Demagun batera sortutako bi elektroi elkarriz lotuta daudela, eta haietako bat unibertsoaren mutur batera bidaltzen dugula.

Bananduta daudela haietako bati zerbait egiten badiogu, besteak une beretsuan berdin-berdin erreakzionatuko du. Horrek esan nahi du edo informazioak arintasun infinitu halako batez bidaiatzen dela edo, benetan, biek konektaturik dirautela, hau da, elkarriz loturik.

posible que falle si estoy seguro de haber apuntado correctamente?

Fue preciso explicarle que estamos en un escenario cuántico y que lo que sucede es consecuencia del principio de indeterminación, que los platos son en realidad un único electrón y que la acción de apuntar con el arma significa la observación, con lo que provocamos la perturbación del mismo, lo que produce su indeterminación y que se disperse en distintas opciones.

En consecuencia, cada vez que trata de precisar la posición del electrón, su velocidad queda indeterminada y se dispersa.

La comprobación se produjo cuando tomando una escopeta repetidora, disparo a discreción, sin apenas apuntar, los “cartuchos cuánticos” e inesperadamente el único plato (electrón) saltó en pedazos por los aires (ver gráfico).

7.3. EL ENTRELAZAMIENTO

Este es otro punto clave de la Física Cuántica, por el que se destruye nuestra experiencia o percepción del espacio, y parte del razonamiento siguiente:

Supongamos dos electrones que creados a la vez están entrelazados, y enviamos a uno de ellos a un extremo del universo.

Si estando separados actuamos sobre uno de ellos, el otro reacciona al instante del mismo modo, lo que significa que o bien la información viaja con una rapidez infinita, o en realidad es que los dos se mantienen conectados, es decir entrelazados.

Horrek adierazten duenaren arabera, mundu kuantikoan “elektroiek elkarri berehala lotzen diote”, eta *Big Banga* baino lehenago guztia puntu batean kontzentratuta bazegoen ere, ondorioztatu beharrean gaude denak elkarri lotuta dirauela.

Ondorioz, esan ere dezakegu espazioa kontzeptu bat dela, eta hari esker iruditzen zaigula objektuak elkarrengandik bereiz daudela.

7.4. ZER DAKARKIGU FISIKA KUANTIKOAK

Berrikusi ditugun hastapen eta teoremei esker, eta lantzen diharduten beste batzuekin ere, fisika kuantikoak zehatz-mehatz azaltzen ditu fisika klasikoaren legeen bitartez erabiltzen diren gertaera makroskopikoak nahiz mundu modernoaren jakintza berria.

Ebatzi ere zituen fisika klasikoaren esparruan azaldu ezin ziren beste fenomeno batzuk, esaterako, erradiazio termikoaren espektroak.

Argi gertaerak (hau da, fotoiak –argizko partikulak–, eta elektroiekin duten harremana), hala nola, zuzen-zuzen hedatzea, uretara sartzean izaten den desbideratzea, ispilu gainazal batean islatzea, argi zuria koloretan deskonposatzea eta abar, hori guztia teoria kuantikoak azaltzen du.

Eta elektroietatik harantzago sakonduz gero, kuantikoak lagunduko digu quark, gluoi, hadroiek eta antzeko partikula are txikiago batzuek nola jokatzen duten ikusten.

Esto indica que en el mundo cuántico se da una “conexión instantánea entre electrones”, y que si antes del Big Bang todo estaba concentrado en un punto, se concluye en que todo sigue entrelazado.

En consecuencia podemos decir que el espacio solo es el concepto gracias al cual tenemos la impresión de que hay objetos separados.

7.4. QUÉ NOS APORTA LA FÍSICA CUÁNTICA

Con los principios y teoremas que hemos repasado, junto a otros en lo que se continúa trabajando, la Física Cuántica explica con fidelidad tanto los fenómenos macroscópicos que se manejan con las leyes de la Física Clásica, como los nuevos conocimientos del mundo moderno.

También otros fenómenos que no se podían explicar en el marco de la Física Clásica, como los espectros de radiación térmica, fueron resueltos.

Los fenómenos de la luz (es decir los fotones –partículas de luz– y su relación con los electrones), tales como su propagación en línea recta, su desviación cuando incide sobre el agua, su reflejo en una superficie especular, la descomposición de la luz blanca en colores, etc., todo ello se explica con la teoría cuántica.

Y si profundizamos más allá de los electrones, la cuántica nos ayuda a ver los comportamientos de otras partículas aún más elementales, como los quarks, gluones, hadrones etc.

Ikusi dugun horren guztiaren ondorioz, adierazi beharrea gaude fisika kuantikoa zientzia eta teknologia moderno ia osoaren oinarria dela, eta gure munduaren konplexutasun maila ikaragarria eta ia ulergaitza dela, eta mundu horren alderdirik errazenei besterik ez diogula begiratu.

Oraindik badira teoria kuantikoaren hastapenen bidez azaldu edo ebatzi ez diren fenomenoak, zientzialariak oraindik ere jorratzen ari direnak, DENAREN TEORIA edo TOE (*theory of everything*) baten bila baitihardute, haren bidez azaldu ahal izateko unibertso lexe guztiak, egun ezkutuan dirauten misterioak ulertzeko lagungarri, nahiz eta uste izatekoa den beti geratuko dela ebatzi beharreko auziren bat.

Tras todo lo que hemos visto, concluimos en que la Física Cuántica constituye la base de casi toda la ciencia y tecnología moderna y que el grado de complejidad de nuestro mundo es impresionante casi ininteligible, al que solo nos hemos asomado en sus aspectos más sencillos.

Quedan aún fenómenos no explicados o resueltos con los principios de la teoría cuántica, en los que los científicos siguen trabajando, y continúan en la búsqueda de una TEORÍA GLOBAL o TOE (*theory of everything*), que sirva para explicar todas las leyes del universo, que ayuden a entender misterios hoy ocultos, aunque es previsible que siempre quedarán temas más insondables.



8. ETA GERO... ZER?
8. Y DESPUÉS... ¿QUÉ?

Laburpen moduan esan dezakegu bagaudela inguruan dugun mundu fisikoari behatu eta begi aurrean agertzen zaizkigun errealitateak ikusteko moduan; ondo dakigula ikuspegia oso bestelakoa izango dela astiroago, sakonago begiratzuz gero, mikroskopio edo partikula-azeleragailu batez bidez, halakoan errealitatea oso bestelako eta ezezagun bihurtuko da-eta.

Beraz, **“errealitatea hautemateko hainbat mailaren aurrean”** egongo gara, eta fisika kuantikoak iradokitzen duenez, **“bada mundu fisikoaren nukleoan guztiz fisikoa ez den erresuma bat, ukiezina; hartan, atomo barruan eta atomoen artean dagoen espazio hustua deritzona ez dago inondik inora hustuta, energia motaren batez guztiz beteta baino, izan informazioa, izan probabilitate uhinak, izan kontzientzia”**.

Maila makroskopikoan, materialean, unibertso osoak –dela harria, dela zuhaitza, dela belarra edo geure giza gorputza– konposatu birziklatu berberak ditu osagai, hala nola, karbonoa, hidrogenoa, oxigenoa, nitrogenoa eta beste zenbait elementuren kantitate txiki-txikiak.

Osagai horiek drogerian eros litezke pare bat euroan.

Beraz, esandako naturako elementu horien arteko aldea ez datza osagai

A modo de recapitulación, podemos decir que estamos en condiciones de fijarnos en el mundo físico que nos rodea y ver las realidades que se presentan antes nuestros ojos, sabiendo que la visión es otra muy diferente si lo miramos más detenidamente, en profundidad, con un microscopio o un acelerador de partículas, pues en este caso la realidad se vuelve distinta e irreconocible.

Estamos por tanto, ante **“distintos niveles de captación de la realidad”**, y lo que la Física Cuántica sugiere es que hay un **“reino enteramente no físico en el núcleo del mundo físico, intangible, en el que el llamado espacio vacío que hay en el interior de los átomos y entre un átomo y otro, no está vacío en absoluto, sino lleno de algún tipo de energía, llámese información, ondas de probabilidad o conciencia”**.

A nivel macroscópico, material, todo el universo sea una roca, un árbol, una hierba o nuestro propio cuerpo humano, están compuestos de los mismos componentes reciclados, tales como carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y de otros elementos en cantidades minúsculas.

Estos componentes se podrían comprar en una droguería por un par de euros.

Por tanto la diferencia entre los citados elementos de la naturaleza, no está

horietan, antz-antzekoak baitira, “berez eta muin-muinean, unibertso osoa energiaren eta informazioaren osatuta egotean” baizik.

Errealitateari buruzko kontzeptu horiek bitxi gertatzen zaizkigu, jende gehiena bizi baita errealitatea zentzumenek gugana proiektatzen dutena delakoan, eta zientziak berak ikuspegi hori sendetsi du lauhun urtean, hau da: “zerbait zentzumenen edo haien luzapenen bidez hautematen ez badugu, orduan ez da errealia izango”.

Baina begira diezaiegun orain pentsamenduei, ba ote dira errealitatearen osagai?

Pentsa dezagun gauza fisikoak sortu edo eraikitzen dituen pertsonak, ezer baino lehen, asmatu egin behar izaten dituela; beraz, sortutako edo egindako gauzak errealak badira, ideiak ere benetakoak izan behar du.

Eta gure iritziz edukitzen eta sentitzen ditugun pentsamenduak benetakoak badira, ez da halako errealia izango edonora goazela guran dagoen “kontzientzia” hori ere, hain beharrezkoa izanda edozer egiteko, pentsatzeko, amesteko, sortzeko, antzemateko eta abarrerako? Hortaz, hura ere errealitatea da.

Denak iradokitzen duenez, “bada goragoko errealitate bat”, unibertso materiala bera baino funtsezkoagoa, kontzientziarekin zerikusia duena.

Berriro itzuli gara lehengo iritzira: badira “hainbat errealitate maila”, aldi berean existitzen, eta denak errealak dira.

Argiago uztearren, mikroskopio bidez hautematen duguna (gure besoak, hankak eta abar) errealia da, errealak diren moduan zelulak eta molekulak, eta

en los componentes similares, sino que radica en que “en su naturaleza esencial todo el universo está compuesto de energía e información”.

Estos conceptos sobre la realidad nos resultan curiosos, pues la mayoría de la gente vive creyendo que la realidad es la que los sentidos proyectan hacia nosotros, y la misma ciencia ha apoyado esta visión durante cuatrocientos años, esto es: “si no percibimos algo a través de los sentidos o sus extensiones, es que no es real”.

Pero fijémonos ahora en los pensamientos, ¿son parte de la realidad?

Pensemos en que quien crea o construye las cosas físicas, primero las tienen que idear, así pues, si los objetos creados o contruidos son reales, también debe ser real la idea.

Y si pensamos que las ideas, los pensamientos, las emociones que tenemos y sentimos son reales, ¿no es tan real la “conciencia” que está en nosotros donde quiera que vayamos?, y que es necesaria para hacer cualquier cosa, pensar, soñar, crear, percibir, etc., es decir también es realidad.

Todo induce a sugerir que “hay una realidad superior”, más fundamental que el universo material, que tiene que ver con la conciencia.

Volvemos a la idea de que hay “niveles distintos de la realidad”, coexistiendo simultáneamente, y que todos son reales.

Para dejarlo más claro, lo que percibimos microscópicamente, nuestros brazos, piernas, etc., son reales, como lo son sus células y moléculas y en nivel más

maila sakonago batean, teoria kuantikoaren bidez azertu ditugun atomoak, elektroiak eta abar; baina horri kontzientziaren errealitatea erantsi behar diogu.

Maila bakoitza txikiagoa ez ezik, elkarren guztiz ezberdina eta osagarria ere bada.

Aurreko kapituluan adierazi bezala, zientzialariak ahalegintzen ari dira naturako indar eta partikula guztiak aurkitzen eta den-dena azaldu lezakeen teoria batera ekartzen, **baina ahaztu barik kontzientziaren errealitateak zulo beltz intelektual halako bat izaten dira.**

Hara, horrek guztiak adoretzen gaitu zientziaren aurkikunde berrien bilakaerari adi-adi egotera, eta begien bistatik ez galtzera hainbat tradizio teologikok erakusten dutena, hau da, “funtsezkoena norberaren kontzientzia dela, eta materia-energia kontzientziaren ekoizkina dela”.

Beraz, zabalik dirau betiko galdera honek: ETA GERO, ZER?

profundo los átomos, electrones, etc., que hemos considerado en la teoría cuántica, pero a esto debemos añadir la realidad de la conciencia.

Cada nivel no solo es más pequeño, sino que todos son completamente distintos y complementarios.

Como hemos dicho en el capítulo anterior, los científicos se esfuerzan en encontrar todas las fuerzas y todas las partículas de la naturaleza, y a integrarlas en una teoría que lo explique todo, pero **sin olvidarnos de la realidad de la conciencia que sigue siendo un agujero negro intelectual.**

Todo esto nos está animando a seguir atentos al devenir de los nuevos descubrimientos de la ciencia, y a no perder de vista lo que distintas tradiciones teológicas apuntan, y es que “lo fundamental es la propia conciencia y que la materia-energía es un producto de la conciencia”.

Queda por tanto abierta la eterna pregunta, Y DESPUÉS, ¿QUÉ?

BIBLIOGRAFIA / BIBLIOGRAFÍA

<i>Física al alcance de todos</i>	Juan Ignacio Mengual.
<i>Historia de la Física</i>	Isabelle Desit-Ricard
<i>El País de las Maravillas</i>	George Gamow
<i>El universo en un solo átomo</i>	Dalai Lama
<i>Atlas del átomo</i>	Idea books
<i>El universo en una cáscara de nuez</i>	Stephen Hawking
<i>¿Y tú que sabes?</i>	W. Arntz, B. Chassey eta M.V. Next
<i>La nueva era de la ciencia</i>	Leon Lederman
<i>El gran diseño</i>	S. Hawking eta L. Meodinow
<i>Conversaciones de Física</i>	Chad Orzel
<i>Física Moderna</i>	P. Tipler eta G. Mosca.
<i>Electrodinámica Cuántica</i>	Richard Feynman.
<i>TEKNIKER / IK4</i>	Centro Tecnológico

Juan Luis Ibarluzea Laskurain

armagintzari lotutako familia batean sortu zen. Eibarko Armeria Eskolan (*Escuela de Mecánica de Precisión de Eibar*) hasi zen ikasten, eta estudio horiek osatu zituen industriako peritu ikasketak eginda, eta ingeniaria mekanikoaren ondoren, lanbide ibilbidean zenbait master berezi ere egin ditu.

Industriarekiko harremanak hasi zituen Eibarko bizikleta eta automozio sektoreetako enpresa garrantzizkoetan, aipatu hirian ekoizten ziren produktuak dibertsifikatzen hasi ziren garaian.

Geroago, eskuko lanabesak ekoizteko sektorerara jo zuen, hainbat zuzendaritza ardura lepoan hartuta.

Azpisektore horretako punta-puntako enpresak Euskadin bateratzen parte hartu zuen, ikerketa eta garapen (I+G) lantaldeak gobernatuta. Garai hartantxe ere izan ziren Eusko Jaurlaritzak teknologi zentroak sortzeari ekiteko abiarazitako lehen jarduerak.

Ingeniaritzako zuzendari zela, I+G+b eginkizuna sortu eta gidatu zuen, hau da, haren enpresako berrikuntza, nazioarteko beste industri planta batzuekin batera, esperientzia zabala ekarri zioten-eta.

Gaur egun, “erretiro eraginkorraren” aldekoa da, IKASTEN elkartean parte hartzen du eta horrek adoretu egiten du bere esperientziak zabaltzera eta berberak hutsunetzat jotzen dituen ezagupenak sakontzera, gartzetan halakoak ez zirelako ikasgai moduan jorratzen. Horren ondorioz, hona hemen irakurleei orain eskaintzen dien dibulgazio lan hau.



Juan Luís Ibarluzea Lascurain, proviene de una familia de tradición armera, inicia su formación en la Escuela de Mecánica de Precisión de Eibar (Armería Eskola) que complementa con el Peritaje Industrial, y tras la Ingeniería Mecánica ha realizado diversos “master” especiales durante su actividad profesional.

Inicia su contacto con la industria en importantes empresas locales de los sectores de la bicicleta y la automoción, en una época en que se producía la diversificación de los productos que se fabrican en esta ciudad.

Posteriormente orienta su actividad en el sector de la fabricación de Herramientas de Mano desempeñando diversos cargos directivos.

Participa en la integración de las empresas punteras de este subsector en Euskadi, donde dirige los equipos de I+D (Investigación y Desarrollo) coincidiendo en el tiempo con las primeras actuaciones del Gobierno Vasco que fomentaba la creación de los Centros Tecnológicos.

Siendo director de Ingeniería, crea y lidera la función I+D+i, es decir la Innovación en su empresa con plantas industriales internacionales, que le aportan una amplia experiencia.

Hoy día, es un convencido de la “jubilación activa”, participa en la asociación IKASTEN, lo que le anima a transmitir sus experiencias y a profundizar en los conocimientos que el mismo hecha en falta, pues no eran materia de estudio en su juventud, para ofrecer este trabajo divulgativo que ahora pone a disposición de los lectores.

Este libro se terminó de imprimir
en enero de 2012
en la imprenta Michelena artes gráficas.
La tirada ha sido de 1000 ejemplares
y se han hecho dos versiones en PDF y en epub para Internet
así como una versión mobi para Kindler.
Se presentó en Eibar el 24 de enero de 2013

Liburu hau 2012ko urtarrilean
inprimatu zen Michelena artes gráficas-en.
1000 ale atera dira eta
Interneterako PDF eta epub bertsioak ere egin dira.
Baita mobi bertsioa ere Kindler-erako.
Eibarren aurkeztu zen 2013ko urtarrilaren 24an

