



 **Foro Nuclear**
Foro de la Industria Nuclear Española



© 2020 Foro Nuclear

Autora: M.^a Teresa Torres de la Peña

PRÓLOGO

En este estudio de la historia de la energía nuclear a través de la numismática se pretende realizar una recopilación de algunas de las numerosas monedas, medallas y papel moneda cuya temática es la energía nuclear, dentro del pasado marco del 50 aniversario de la utilización de la energía nuclear en España. La tecnología nuclear nos ayuda, es útil, imprescindible en nuestro día a día. De hecho, nos ha acompañado en la investigación y en los descubrimientos científicos en diferentes entornos presentes en estas monedas, en los que juega un papel clave para el desarrollo sostenible, al proporcionar importantes soluciones a desafíos globales para minimizar el impacto del cambio climático.

Es en este contexto de divulgación, donde se pretende **mostrar la energía nuclear de forma accesible para todo el mundo, ilustrando la importancia de poner en valor a los protagonistas de la era nuclear**, para que la sociedad conozca la otra cara de la moneda.

ÍNDICE

Introducción	1
Etimología	2
Historia	3
Terminología	5
Partes de una moneda	6
Otros términos de interés	7
Arte y moneda	9
Medallas y monedas históricas	10
La primera central nuclear en España	10
Grecia clásica	11
Energía nuclear	12
Reactores nucleares	12
Accidentes nucleares	12
Submarinos nucleares	14
Seguridad nuclear	17
Conmemoraciones científicas	18
Series de medallas de la UNESCO	29
Series de medallas y monedas de Premios Nobel	32
Algunas particularidades sobre las medallas Nobel de física y química	32
Curiosidades sobre los premios Nobel de física y química	32
Billetes en honor a personajes de la historia de la ciencia nuclear	38
Conclusiones	43
Bibliografía	44

INTRODUCCIÓN

La adquisición de monedas de temática nuclear va más allá del puro coleccionismo. Por una parte, se adquiere un producto de valor reconocido. Por otra, se guarda un fragmento de historia y de los acontecimientos más representativos moldeados en las diferentes piezas.

La numismática como ciencia que estudia las monedas es un auxiliar de la investigación arqueológica e histórica. Tiene cuatro principales divisiones: monedística (estudia monedas de cuño corriente, conmemorativas y de necesidad), billetística (trata el papel moneda oficial, cédulas y bonos, obligaciones y vales), medallística (investiga las medallas conmemorativas, religiosas, artísticas y militares) y taserología (atiende las monedas emitidas por particulares).

Este estudio se basa principalmente en la monedística, aunque se ha recuperado alguna información billetística y medallística de forma puntual, por ser de interés temático. Se ofrece un breve recorrido de diversas conmemoraciones en España, como la acuñación de la medalla con motivo de la **inauguración de la primera central nuclear española, José Cabrera** (Guadalajara), en 1968.

La Real Casa de la Moneda española acuñó, en 2011, una moneda sobre Marie Curie, para celebrar los logros de la química y su contribución al bienestar de la humanidad.

Otras casas de la moneda en el mundo también han acuñado monedas para mostrar diferentes usos de la energía nuclear, como la Casa de la Moneda francesa, que representó al primer submarino nuclear francés *Le Redoutable*.

La Casa de la Moneda de Alemania acuñó, por su parte, monedas de plata para conmemorar a **Albert Einstein y el Centenario de la Teoría de la Relatividad**, en 2005.

También se han acuñado monedas con motivo del congreso anual *Nuclear Security Summit* sobre seguridad nuclear, como la que realizó el Banco de Corea, en 2012, con el lema “Más allá de la seguridad hacia la paz”.

Asimismo, se realiza un breve recorrido por las **medallas y monedas de los Premios Nobel** en física y química nuclear, y por alguna de las medallas más destacadas de la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura).

Finalmente, se recoge alguno de los **billetes en honor a personajes de la ciencia nuclear**.

ETIMOLOGÍA

La palabra numismática viene de la palabra latina *numismatis*, que a su vez proviene de la voz griega latinizada *nómisma νομισμα* (moneda). Sin embargo, los expertos señalan que esta latinización proviene del griego *nomizò*, relacionado con el concepto de “utilizar según una costumbre” que también se deriva del vocablo griego *nómos νόμος* (ley) el cual tiene como último origen la voz griega *nemo*, que era usada para señalar la acción de “dispensar”. En definitiva, **el concepto de numismática básicamente significa el estudio de las monedas de circulación legal**. No obstante, la numismática trata también los objetos no monetales, aunque relacionados formal o funcionalmente con moneda, como son las medallas, fichas¹ y jetones².

Por otro lado, el nombre “moneda” proviene del latín *moneta*. El escritor latino Livio Andrónico le dio a la diosa el apelativo *Moneta* (fig. 1), después de que los gansos que vivían alrededor del templo, en el monte Capitolio, advirtieran con sus graznidos a los romanos de un ataque de los galos. Avisar, en latín, es *monere* (de ahí vienen “admonición” y “monitor”) y, por eso, la diosa a la que se atribuyó el aviso de los gansos fue llamada desde entonces Juno Moneta. Como su templo estaba al lado del lugar donde se fundían los denarios (de donde procede la palabra dinero), las monedas tomaron ese nombre. Desde el siglo III a. C., la Ceca³ de Roma se estableció en el templo de Juno Moneta.



Figura 1. Diosa Juno Moneta

¹ Pieza pequeña a la que se asigna un valor convenido y que se usa en sustitución de la moneda en casinos, establecimientos industriales, etc.

² Los jetones son piezas acuñadas generalmente en cobre, con aspecto similar al de una moneda pero sin indicación de valor. Su función primordial es la de ficha.

³ Lugar donde se acuñan las monedas.

HISTORIA

El origen de la moneda es muy difícil de detectar. Se sabe que en África se utilizaron los denominados “caurí”, que permitieron dejar el intercambio de mercancías y recibir un pago por éstas.

Si se acepta la versión del historiador Heródoto, las primeras monedas surgen cuando el hombre conoce el metal, en tres zonas distintas y sin relación entre sí, en Lidia (Asia Menor, actual Turquía), sobre el siglo VII a. C. Pocos años después, casi de forma simultánea, surgieron también las primeras monedas en China e India.

Además de realizarse como unidad de cambio, para que su valor se reconociera por todos los individuos de una comunidad, tenían que ser fáciles de contar y transportar. Más tarde se mandaron hacer para facilitar la recaudación de los impuestos. Estaban fabricadas a partir de electro, una aleación de oro y plata, y acuñadas a martillo con su peso y la marca de la autoridad emisora -ceca- (fig. 2). Aunque se utilizaron otros metales, como el cobre, el bronce o el hierro, se preferían el oro y la plata por su escasez, lo que las hacía más valiosas, mejor para su almacenaje, sin que se deterioraran con el paso del tiempo y más difíciles de falsificar.

Las monedas en numismática son valiosos documentos históricos. La moneda como tal tiene características notables y **es el único documento que persiste, casi inalterable**, a través de los siglos. Se puede decir que son como monumentos que llegan hasta la actualidad mostrando los usos, costumbres, auges o decadencias de civilizaciones que existieron a través de los tiempos.

Se puede recorrer gran parte de la historia de la humanidad a través de la moneda, desde sus orígenes (primeras acuñaciones en electro, del S. VII a.C.), pasando por las series griega y romana, medieval, moneda moderna y contemporánea. Las temáticas más recurrentes han sido: el sistema político y social, creencias religiosas, mitos y leyendas, flora y fauna, historia del arte, vida cotidiana, vida militar y tecnología e industria. Es sobre estos últimos temas y la ciencia nuclear, sobre los que trata este estudio.

Con respecto a la billetística, el primer país donde se emitieron billetes fue China, en el siglo XI, con antecedentes que se remontan al siglo IX. En Europa, los primeros billetes de banco circularon en Suecia, en 1661. En España, la primera puesta en circulación fue en el año 1783 por el Banco Nacional de San Carlos, antecedente del actual Banco de España, y a éste se le concedió la exclusividad emisora de billetes por Decreto del 19 de marzo de 1874.

Según Josep Pellicer i Bru⁴, *“la historia del billete de banco es larga. Ya en el siglo XIII se conocen documentos sobre papel en China y en el siglo XVII los Bancos de Estocolmo y de Inglaterra emiten certificados del oro y la plata que guardan en sus sótanos propiedad*

⁴ expresidente de la Asociación Numismática Española (ANE)

de los auríferos o joyeros. Es decir, la llegada del billete de banco cumplió el formulismo de la entrega de oro a un banco para su posterior devolución, pero cambió por completo su estructura”.

Dejando aparte el tema económico, el billete ha permitido a la sociedad contemplar excelentes emisiones con fotografías, dibujos, personajes, instituciones, celebraciones y un largo etcétera, que se muestra a continuación.

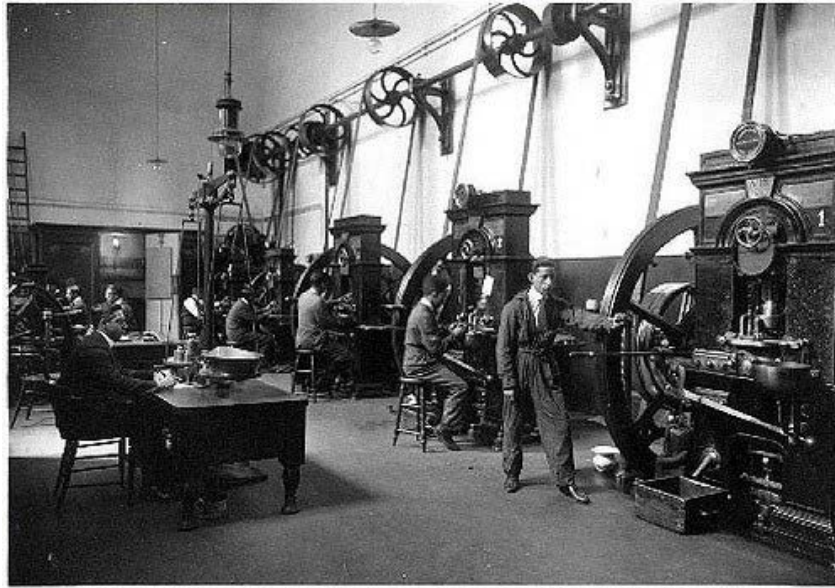


Figura 2. Taller de la Real Casa de la Moneda de Santiago de Chile, 1900

TERMINOLOGÍA

Las monedas son documentos oficiales producidos en serie desde finales del siglo VII a. C. hasta la actualidad. Son una forma de dinero, generalmente fabricadas en metal, emitida por una autoridad pública y grabada con tipos y leyendas que certifican su valor legal, las marcas de la autoridad emisora son las que definen la moneda y garantizan su validez como dinero.

Para proceder a la catalogación de un modo exhaustivo, es necesario reseñar tanto los datos que los identifican y los insertan dentro de su serie, como todas aquellas características que los diferencian como muestras de otros ejemplares similares:

1. Identificación/clasificación
 - a. Nombre del objeto
 - b. País/contexto cultural
 - c. Emisor
 - d. Cronología
 - e. Denominación de valor
 - f. Ceca.

2. Descripción formal
 - a. Anverso
 - b. Reverso
 - c. Canto

3. Datos físicos/temáticos
 - a. Materia
 - b. Peso
 - c. Módulo (diámetro)
 - d. Posición cuños
 - e. Técnica de producción

4. Otros datos
 - a. Peculiaridades de fabricación
 - b. Manipulación posterior
 - c. Información complementaria

5. Referencias bibliográficas y bibliografía específica

6. Reproducción gráfica

Este estudio, por ser un documento con finalidad divulgativa, se centra en las características más destacadas de cada ejemplar, **las que muestran su cara conmemorativa del hito nuclear.**

Partes de una moneda

A continuación, se describen en orden alfabético las diversas partes de una moneda (fig. 3); aunque en este trabajo se dan a conocer, principalmente, el anverso y el reverso, las dos caras de la moneda.

- **Anverso:** con este nombre se denomina técnicamente aquello que, popularmente, se conoce como cara. Constituye la parte principal de la moneda, encontrándose en ella grabada la efigie o imagen que en ocasiones le da su nombre. Igualmente, en esta cara se acostumbra a colocar el año de acuñación de la moneda.
- **Campos:** el término campo sirve para denominar todos aquellos espacios lisos donde no se ha grabado ninguna impronta.
- **Canto:** es la parte vertical de la moneda, que se encuentra entre las dos caras, es decir, el grosor de la moneda. Puede ser liso o labrado. Si es labrado, éste puede ser variado: acanalado, estriado, laureado, punteado, con cadena, con leyendas referentes a la fabricación o procedencia de la moneda, etc. Asimismo, esta parte puede encontrarse trabajada con figuras geométricas.
- **Exergo:** la numismática lo define como toda parte de la moneda que queda por debajo del borde sobresaliente con el que cuentan algunas monedas, casi siempre en el reverso.
- **Grafila:** es el relieve circular, en forma de puntos o líneas, que se estila grabar como adorno en algunas de las caras de las monedas.
- **Impronta:** con este nombre se conocen las distintas leyendas o figuras grabadas en algunas de las caras de una moneda.
- **Leyenda:** inscripción que figura en el anverso, reverso y/o canto de la moneda o medalla. Las leyendas indican el nombre de la autoridad que garantiza la emisión; identifica el tipo y señala el motivo de la acuñación u otros aspectos propios de la situación política, religiosa o económica del momento. Puede usarse también la palabra leyenda para referirse a la información escrita grabada en alguna de las caras de una moneda. Junto con los tipos, son medios de propaganda o comunicación oficial.

El contenido de las leyendas ha sido y es de gran importancia, dado el cúmulo de datos que ofrece al investigador.

- **Marca:** letras o logotipos, grabados en alguna de las caras de la moneda, que hace referencia a la casa de la moneda donde fue acuñada.
- **Reverso:** esta cara de la moneda corresponde a lo que en algunos países se denomina sello o cruz. En él se indica el valor económico de la moneda. Asimismo, se acostumbra a grabar en ella escenas de tipo político, científico, histórico e incluso

religioso. Sin embargo, los profesionales advierten que este lado de la moneda no tiene leyes tan específicas, por lo que las imágenes grabadas en la misma corresponden más a la libertad creativa de quien las acuña.

- **Tipos:** motivo que da carácter distintivo a las monedas, medallas y objetos monetiformes, que aparece generalmente en relieve, en una o en ambas caras de la pieza. Los tipos, junto con las leyendas, constituyen la representación de la autoridad que acuña la moneda y garantiza su valor. Por otro lado, se denomina tipo a cualquier elemento figurativo que se graba en las caras de la moneda.
- **Valor nominal (valor facial):** con este término se designa el valor adjudicado a la moneda por la entidad que la emite y que es aceptado por todos los usuarios de ésta. Este valor debe aparecer grabado en una de las caras de la moneda.

Otros términos de interés

- **Billete:** papel moneda emitido generalmente por un banco o autoridad pública como moneda mandataria cambiable, sin limitación de tiempo por moneda metálica y respaldado por su equivalente en metales preciosos, que circula como moneda de curso legal. Se utiliza como sinónimo de papel moneda.
- **Ceca:** lugar de producción, taller, o edificio donde se fundía la moneda y, por extensión, la ciudad donde se acuña la moneda. El término se deriva del árabe *sikka*, cuño o derecho de acuñación de moneda utilizado en documentos medievales. Otros la derivan de la palabra griega *theca*, zeca, o de la palabra hebrea *zachae*: purificar. **En la actualidad, se expresa como “Casa de moneda”** Su colocación dentro de la moneda no es fija; por lo general ocupa un espacio visible, colaborando al enriquecimiento del conjunto artístico y armónico. Se procura que pueda distinguirse, sobre todo cuando la marca de la ceca se reduce a una letra o un símbolo, de otras formas o marcas monetales semejantes.
- **Dinero:** desde un punto de vista puramente práctico, es todo aquello que permite adquirir bienes y pagar servicios. Etimológicamente el término deriva de *denarius*, nombre latino de la moneda de plata romana llamada denario. Finalmente son monedas o billetes, tanto ahora como en otras épocas.
- **Emisión:** puesta en circulación de monedas o billetes, siendo oficial o de curso legal aquellos autorizados por el Gobierno de un Estado, según sus instituciones. Estas emisiones pueden utilizarse para cualquier operación en el ámbito territorial del Estado, quedando automáticamente convertidas en dinero.
- **Medalla:** objeto monetiforme, acuñado o fundido, de carácter principalmente estético, sin valor monetario, producido por particulares o entidades públicas con fines conmemorativos (acontecimientos o hechos pasados), religiosos, honoríficos

o de distinción. Pieza de metal batido, comúnmente redonda, con alguna figura, inscripción, símbolo o emblema.



Figura 3. Partes de una moneda.

Real Casa de la Moneda. Fábrica Nacional de Moneda y Timbre. FNMT

ARTE Y MONEDA

La conexión entre el arte y la numismática es real y palpable, debido a que la producción de monedas está asociada a procesos de grabado, una técnica para trabajar diferentes soportes que permite la transcripción de motivos y su reproducción seriada. Para fabricar las monedas es necesaria la apertura de cuños o sellos, actividad para la cual las casas de moneda, denominadas “cecas” o lugar de acuñación, acudieron siempre a talladores de oficio. Las marcas de las cecas y de los grabadores han estado siempre en las monedas y medallas y han supuesto una operación muy dificultosa, ya que para grabarlos en hueco el artista debía realizarlo al revés.

Las monedas suponen una fuente de inversión, no solo por su analogía como obras de arte (fig. 4), sino porque además **están realizadas sobre metales como el oro y la plata, que dotan a la pieza de un valor específico añadido**. El modo de conservarlas las revaloriza mucho más que su escasez, su rareza o su singularidad. El coleccionismo de numismática combina la revalorización de las piezas con su belleza artística o interés histórico, lo que las hace ser un objeto codiciado por inversores o investigadores en la materia.

Tradicionalmente, la numismática ha sido una de las disciplinas más áridas a la hora de darla a conocer al gran público. Igual que la energía nuclear es compleja de explicar y comunicar, la numismática es difícil de exponer. Para empezar, las monedas tienen un anverso y un reverso y mostrar ambas en una vitrina o un estante no es tarea fácil. **En este estudio se mostrarán las dos caras de la moneda -el anverso y el reverso-** ya que en ocasiones la conmemoración o el hito comunicativo nuclear se encuentra en el anverso y en otros en el reverso. Ambos valores, el mercantil y el artístico e histórico son importantes y dignos de mostrar, como se muestra a continuación.



Figura 4. El cambista y su mujer. Marinus van Reymerswaele. 1539

MEDALLAS Y MONEDAS HISTÓRICAS

La medallística no es, como la escultura y la pintura, un arte universal común a la mayoría de las culturas que han existido en el mundo a lo largo de la historia. Pertenece a una civilización en particular, la que se desarrolló en Europa a partir del Renacimiento en una sociedad floreciente donde existían personas con grandes recursos económicos. Por ello, las medallas constituyen el máximo ejemplo del culto a la individualidad.

Esta voz tiene su origen en la latina *metallum* y se usó para designar tanto monedas antiguas, que ya no estaban en circulación y por tanto no tenían valor de cambio, como medallas conmemorativas.

A partir del Renacimiento, las monedas y medallas se han considerado como valiosos documentos históricos. En este estudio se muestran las medallas dedicadas a la conmemoración de distintos aniversarios de personajes, hitos, o acontecimientos científicos célebres de la energía nuclear.

La primera central nuclear en España

En 1968, con motivo de la inauguración de la central nuclear José Cabrera⁵, Unión Eléctrica Madrileña decidió conmemorar este hecho acuñando una medalla obra del escultor Juan de Ávalos (en 2018 se habrían cumplido 50 años de su inauguración). Dicha medalla fue realizada en bronce de 70 mm y 180 g (fig. 5).

En el anverso figura la imagen de un atleta de frente con los brazos en alto, respaldado por la energía del átomo. En la parte superior se encuentra la paloma de la paz, en la inferior a la derecha la palabra “Ávalos”.



Figura 5. Inauguración CN José Cabrera

En el reverso la leyenda “Unión Eléctrica Madrileña”. Las interrupciones son flores de doce pétalos; seguidamente se observa el edificio de la central nuclear José Cabrera, debajo, en cinco líneas, la última de ella curvada “la central nuclear José Cabrera inició

⁵ Inicialmente central nuclear de Zorita, posteriormente designada con el nombre del Presidente de Unión Eléctrica Madrileña, D. José Cabrera

en España la era atómica industrial” y el año de acuñación en números romanos “MCMLXVIII”.

Grecia clásica

Grecia acuñó, en 1988, monedas de 10 dracmas haciendo referencia al átomo (fig. 6), aunque anteriormente ya las había acuñado en 1976 y 1984, y más recientemente en el 2000.

La moneda átomo, electrón y neutrón representa a la antigua Grecia en su anverso, mediante la imagen del filósofo griego Demócrito.

En el reverso se puede visualizar un átomo, electrones y neutrones, por la teoría del atomismo⁶, el valor y el año de acuñación, 1988.



Figura 6. Átomo, electrón y neutrón

⁶ El atomismo es un sistema filosófico que surgió en Grecia durante el siglo V a. C. y en la India hacia el año 200 a. C.- 100 a. C., aunque tal vez mucho antes (Mosco de Sidón), según el cual el universo está constituido por combinaciones de pequeñas partículas indivisibles denominadas átomos (en griego significa que no se puede dividir).

ENERGÍA NUCLEAR

Reactores nucleares

Tras las elecciones presidenciales ucranianas de 2004, el **Banco Nacional de Ucrania emitió, el 29 de octubre de 2004, una moneda de 2 ₴ -Hryvnia Ucraniana-** (fig. 7). En el anverso figura una rueda de fuego convencional que simboliza el movimiento y el progreso tecnológico. **La energía atómica sirve como un motor colocado en el centro de la rueda.** En el fondo de ésta, alrededor de su circunferencia, se encuentra el pequeño emblema nacional de Ucrania y las inscripciones “2 ГРИВНІ” (2 hryvnia) debajo “УКРАЇНА, 2004” (2004, Ucrania), el año de acuñación y la Casa de la Moneda, logotipo del Banco Nacional de Ucrania.

En el reverso, dentro de la silueta de un reactor nuclear, figura una **representación simbólica de 15 reactores nucleares en forma de barras de combustible**, dos de los cuales están designados con brotes que simbolizan nuevas unidades de energía nuclear.



Figura 7. Energía nuclear en Ucrania

Accidentes nucleares

El accidente de la central nuclear de Chernóbil se produjo el 26 de abril de 1986. Sus efectos han sido evaluados por organismos internacionales, fundamentalmente el Organismo Internacional de Energía Atómica y la Organización Mundial de la Salud (ambos pertenecientes a las Naciones Unidas), que han hecho públicos los resultados de su investigación. Pese al accidente, Ucrania sigue contando con la energía nuclear en su sistema eléctrico, con la operación de quince unidades y dos más en construcción en la actualidad. **El accidente de Chernóbil tuvo tanta repercusión que hasta trascendió a la numismática**, realizándose diversas monedas y medallas para poner en valor la seguridad nuclear.

Medallas de aniversarios del accidente de la central nuclear de Chernóbil

Con motivo de los aniversarios del accidente de la central nuclear de Chernóbil, Ucrania emitió dos medallas. Una para conmemorar **el 10º aniversario del accidente** (fig. 8),

realizada en oro de 24 quilates. En su anverso podemos ver una figura en recuerdo de los “liquidadores”, que acudieron en primer término a la central siniestrada, y la misma central junto al símbolo de la radiactividad, todo ello coronado por una leyenda en caracteres cirílicos, debajo el año del accidente.

En el reverso, en el centro de la moneda, se encuentra la representación de una campana con la inscripción en caracteres cirílicos “ЧОРНОБИЛЬ” (Chernóbil) sobre ella. Debajo de la campana, una banda con la inscripción 1986-1996. En el fondo, grullas volando: tres a la izquierda de la campana y dos a su derecha. Alrededor de la circunferencia de la moneda, una inscripción “ТРАГЕДІЯ ПОДВИГ ЗАСТЕРЕЖЕННЯ” (tragedia, detener). Las palabras se separan con puntos el uno del otro y de la tira.



Figura 8. Medalla 10º aniversario Chernóbil

A los **30 años del accidente de Chernóbil** (fig. 9), el Banco Nacional Ucraniano volvió a acuñar, en 2016, una medalla en cobre-níquel-cinc. En su anverso se puede apreciar una imagen muy emotiva de alusiones religiosas, a su derecha la palabra en caracteres cirílicos ТРАГЕДІЯ (tragedia) y los años 1986 / 2016.

En el reverso varias figuras que simulan los “liquidadores” ayudando a la población, sobre ellos un helicóptero y una leyenda en caracteres cirílicos.



Figura 9. Medalla 30º aniversario Chernóbil

Moneda del décimo aniversario del accidente de Chernóbil

Con respecto a las monedas, **Ucrania acuñó, en 1996, una moneda de 200.000 karbovanets ucranianos, en cobre-níquel, para conmemorar el 10º aniversario del accidente de Chernóbil** (fig. 10). En el anverso de la moneda, en su parte central, se encuentra el emblema de Estado de Ucrania enmarcado con una gráfila de cuentas y motivos vegetales. Encima del emblema del Estado se encuentra el año de emisión, 1996. Alrededor de la circunferencia de la moneda se pueden ver las inscripciones “УКРАЇНА” (Ucrania), en la parte superior, y en la inferior, en dos filas “200000 КАРБОВАНЦІВ” (200.000 karbovanets).

El reverso de esta moneda es el mismo que el reverso de la medalla del 10º aniversario: en su parte central, se encuentra la representación de una campana con la inscripción “ЧОРНОБИЛЬ” (Chernóbil) sobre ella. Debajo de la campana se percibe una banda con la inscripción 1986-1996. En el fondo se visualizan grullas volando: tres a la izquierda de la campana y dos a su derecha. Alrededor de la circunferencia de la moneda, una inscripción “ТРАГЕДІЯ ПОДВИГ ЗАСТЕРЕЖЕННЯ” (tragedia, detener). Las palabras se separan con puntos el uno del otro y de la tira.



Figura 10. Moneda 10º aniversario de Chernóbil

Submarinos nucleares

Según Julio Vergara Aimone⁷, *“la propulsión nuclear naval de potencia nació con el submarino SSN Nautilus en 1955, con un reactor de uranio enriquecido y agua a presión como refrigerante y moderador de neutrones (PWR), para aprovechar su principal atributo: **poder contener una gran cantidad de energía en un pequeño volumen**. De hecho, un reactor con algunos cientos de kilos de uranio puede operar durante varios*

⁷ Capitán de Fragata, Licenciado en Ciencias Navales e Ingeniero Naval Mecánico. Ph.D. en Nuclear Materials Engineering, M.Sc. en Naval Architecture and Marine Engineering, M.Sc. en Materials Engineering, y M.Sc. en Nuclear Engineering del Massachusetts Institute of Technology.

años, según el diseño que se elija, entre muchos posibles”. Desde este submarino, fabricado por Westinghouse Electric Corporation, se pudo enviar el famoso mensaje: “Navegando a rumbo con propulsión nuclear”.

En la práctica, la propulsión nuclear ha sido utilizada en las armadas de países con desarrollo nuclear, y se ha concentrado en submarinos de diversos tamaños y usos, en algunos cruceros, y en grandes portaaviones.

Le Redoutable fue el primer submarino nuclear construido en Francia. Fue inaugurado en 1967 en Cherburgo en presencia del General de Gaulle. El *Redoutable* fue retirado del servicio en 1991. Desde 2002, se encuentra en un dique seco en Cherburgo (fig. 11), siendo el **mayor submarino abierto al público en el mundo.**



El 16 de junio de 2014 se puso a disposición de los coleccionistas una moneda de oro de 50 euros de valor nominal, correspondiente a la serie francesa Grandes Barcos Franceses (fig. 12). La Casa de la Moneda de Francia, Ceca de París, ha dedicado la octava moneda de la serie a dicho submarino nuclear.

Figura 11. Submarino Le Redoutable

El reverso muestra la leyenda con el nombre de la emisión Grandes Barcos Franceses, por encima de una composición común a los cinco reversos dedicados a los buques militares de esta colección. Las siluetas de los cinco buques de la serie figuran por debajo de su valor facial. Un arco con eslabones de una cadena, el año de emisión, 2014, y las marcas de la Ceca de París y del grabador jefe cierran los motivos.



Figura 12. Moneda Le Redoutable

En el anverso se muestra al *Redoutable* en inmersión. A su lado, un celacanto se representa nadando en las profundidades del mar junto a otros peces. En la parte superior, la pantalla del sonar del submarino completa la composición. La leyenda con el nombre *Le Redoutable* y las siglas del país emisor “RF” (República Francesa) completan el campo.

SEGURIDAD NUCLEAR

Con motivo del **congreso anual *Nuclear Security Summit***, que en 2012 se celebró en Seúl, además de los 47 países participantes que asistieron a la Cumbre anterior de Washington, fueron invitados otros seis nuevos países: Azerbaiyán, Dinamarca, Gabón, Hungría, Lituania y Rumania. Asimismo, asistieron cuatro organizaciones internacionales: la Unión Europea, el Organismo Internacional de Energía Atómica, la Interpol y las Naciones Unidas. La Cumbre de 2012 centró su atención en tres temas principales: medidas de cooperación para combatir la amenaza del terrorismo nuclear, protección de materiales nucleares e instalaciones relacionadas, y prevención del tráfico ilícito de materiales nucleares.

Para celebrar este evento, el Banco de Corea del Sur emitió una moneda conmemorativa de 50.000 won (fig. 13) en cuyo reverso figura la inscripción *Beyond Security Towards Peace* (Más allá de la seguridad hacia la paz).

En el anverso se pueden apreciar unas manos unidas que sujetan el mundo, **a favor de la protección del medio ambiente y para fortalecer la seguridad nuclear.**



Figura 13. Nuclear Security Summit 2012

CONMEMORACIONES CIENTÍFICAS

Según la Real Academia de la Lengua conmemorar es “*recordar solemnemente algo o a alguien, en especial con un acto o un monumento. Asimismo, es celebrar una fecha importante*”.

A continuación, se va a recordar a personas que han realizado hitos muy importantes en la historia de la ciencia nuclear, plasmados en diferentes monedas y medallas para poner en valor la labor que dichos científicos han realizado a la sociedad.

Año Internacional de la Química

Con el lema “Química: nuestra vida, nuestro futuro” se celebró, en 2011, el Año Internacional de la Química, una iniciativa de la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada y la UNESCO, para celebrar los logros de la química y su contribución al bienestar de la humanidad. Por este motivo, la Real Casa de la Moneda española acuñó una moneda de colección, cuyas leyendas y motivos están dedicados al **Año Internacional de la Química y al centenario de la concesión del Premio Nobel de química a Marie Curie** (fig. 14).

En el reverso se reproduce una imagen de Marie Curie. A la izquierda, la leyenda Marie Curie. A la derecha, Año Internacional de la Química. Debajo, la marca de ceca, el logotipo en español del Año Internacional de la Química, la leyenda de 10 euros relativa al valor facial de la moneda, y diverso material de laboratorio.

En el anverso se reproduce la efigie de su Majestad el Rey Don Juan Carlos I y el año de acuñación.



Figura 14. Año Internacional de la Química

Año Mundial de la Física

La ONU proclamó el año 2005 Año Mundial de la Física, al cumplirse el primer centenario de la publicación de la teoría de la relatividad e invitó a todos los países miembros a celebrarlo.

En 1905, Albert Einstein publicó cuatro trabajos en la revista alemana *Annalen der Physik*, la más prestigiosa revista de física del momento. Para celebrar este evento, Alemania acuñó monedas de plata de 10 euros, conmemorativas por Albert Einstein y en relación con el centenario de la teoría de la relatividad (fig. 15).

En el reverso figura el nombre de Albert Einstein y su famosa fórmula, así como el texto: “Cien años de relatividad, átomos teoría cuántica”.



Figura 15. Año Mundial de la Física

En el anverso se reproduce el águila federal y las doce estrellas, además del nombre del banco de Alemania, el valor y el año de emisión, 2005.

Marie Curie

Centenario del aniversario del nacimiento de Marie Curie

Polonia, en su Ceca de Varsovia, acuñó en 1967 **varias monedas** en níquel de 10 zlotych, para **celebrar el centenario del aniversario del nacimiento de Marie Curie**. En la primera de ellas (fig. 16), en su reverso se observa el busto de Marie Curie junto con la leyenda de su nombre y el valor, 10 zlotych.

El anverso representa una imagen del águila, establecida como el emblema de la República de Polonia, la leyenda “POLSKA RZECZPOSPOLITA LUDOWA” (República Popular Polaca), y el año de emisión, 1967.



Figura 16. Centenario nacimiento M. Curie

En la segunda moneda (fig. 17), también de 10 zlotych, podemos observar que en el anverso figura asimismo el águila blanca. Sin embargo, aquí bajo el águila se encuentra acuñado el valor, 10 zlotych; y, alrededor, la leyenda “POLSKA RZECZPOSPOLITA LUDOWA”.

En el reverso se encuentra la efigie de Marie Curie, en esta ocasión de perfil izquierdo y la leyenda “MARIA SKŁODOWSKA CURIE”, junto el año de nacimiento y la fecha de acuñación, 1867-1967.



Figura 17. Centenario a. nacimiento M. Curie

Polonia, como país de origen de Marie Curie, acuñó a lo largo de los años diversas monedas en conmemoración de los aniversarios de la muerte de esa gran física y química. A continuación, se muestran algunas de las monedas más representativas:

Cuadragésimo aniversario del fallecimiento de Marie Curie

En 1974, Polonia acuñó **varias monedas y medallas conmemorativas del cuadragésimo aniversario del fallecimiento de Marie Curie**. La primera de ellas (fig. 18) en plata de 100 zlotych. En su anverso se puede apreciar el águila blanca, símbolo de Polonia; entre sus garras, el año de acuñación, 1974, y a su alrededor la leyenda “POLSKA RZECZPOSPOLITA LUDOWA”, debajo puede apreciarse su valor, Zł 100 Zł.

En el reverso, la figura de Marie Curie de perfil izquierdo con las letras Ra, símbolo del radio, atravesando la efigie. Debajo se encuentra la leyenda de su nombre “MARIA SKŁODOWSKA CURIE”.



Figura 18. Cuadragésimo a. fallecimiento M. Curie –plata.

La segunda, (fig. 19) también en plata y de 100 zlotych. En su anverso se observa el águila blanca, escudo nacional de Polonia, la leyenda “POLSKA RZECZOSPOLITA LUDOWA”, el año de acuñación, 1974; y el valor, Zł 100 Zł.

En el reverso el busto de Marie Curie, de perfil derecho, con su nombre “MARIA SKŁODOWSKA CURIE” y los años 1867-1934 (nacimiento y fallecimiento).



Figura 19. Cuadragésimo a. fallecimiento M. Curie - plata-

La tercera, (fig. 20) tiene las mismas características de diseño y acuñación que la anterior, pero está realizada en níquel.



Figura 20. Cuadragésimo a. fallecimiento M. Curie - níquel-

Asimismo, se realizaron dos **medallas conmemorativas**, la primera en níquel (fig. 21). En su anverso se observa el águila blanca, escudo nacional de Polonia, la leyenda “POLSKA RZECZOSPOLITA LUDOWA” y el año de acuñación, 1974.

En el reverso el busto de Marie Curie, de perfil izquierdo, con su nombre “MARIA SKŁODOWSKA CURIE” y las letras “Ra”, símbolos del radio, atravesando la efigie.



Figura 21. Cuadragésimo a. fallecimiento M. Curie -níquel-

La segunda en plata (fig. 22), con las mismas características de diseño y acuñación que la anterior.



Figura 22. Cuadragésimo a. fallecimiento M. Curie - plata -

Cuadragésimo quinto aniversario del fallecimiento de Marie Curie

En 1979, Polonia volvió a acuñar monedas por el cuadragésimo quinto aniversario del fallecimiento de la gran investigadora, esta vez monedas en oro (fig. 23) y en níquel (fig. 24), de 2000 Złoty. En los dos anversos se puede apreciar la leyenda “POLSKA RZECZPOSPOLITA LUDOWA”, bajo ésta el águila imperial, símbolo de Polonia; entre sus garras el año de acuñación, 1979, y debajo su valor, Zł 2000 Zł.

En los reversos, la figura de Marie Curie de perfil izquierdo con las letras “Ra”, símbolo del radio, atravesando la efigie. Debajo, la leyenda de su nombre “MARIA SKŁODOWSKA CURIE”.



Figura 23. Cuadragésimo quinto a. fallecimiento M. Curie-oro-



Figura 24. Cuadragésimo quinto a. fallecimiento M. Curie-níquel-

Quincuagésimo aniversario de la muerte de Marie Curie

Otros países, como Francia, también han rendido honores en su numismática a Marie Curie. En 1984, en la Ceca de París, el Banco de Francia acuñó dos monedas de oro (fig. 25) y plata (fig. 26) de 100 francos franceses. En el anverso, el busto de Marie Curie, de perfil derecho, en edad madura y la leyenda con su nombre. Debajo, los años de nacimiento y fallecimiento: 1867 – 1934.

En el reverso, la leyenda traducida “República Francesa – Libertad, igualdad, fraternidad”. El año de acuñación, 1984, y las palabras: física química; junto con el valor, 100 F.



Figura 25. Quincuagésimo a. fallecimiento M. Curie -oro-



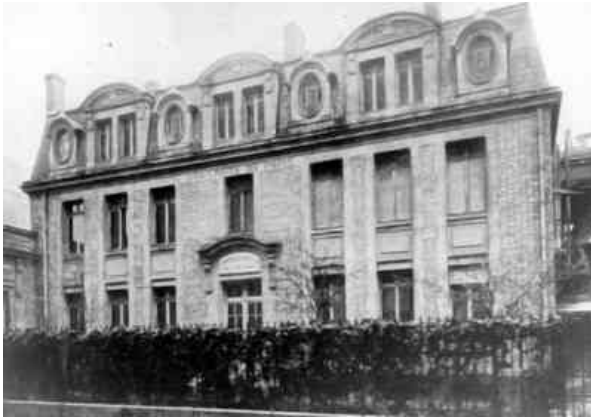
Figura 26. Cincuenta a. fallecimiento M. Curie -plata-

Instituto Curie

Centenario del aniversario de la creación del Instituto Curie

En 1909 se crea el Instituto del Radium, un gran laboratorio hecho a medida para Marie Sklodowska-Curie, bajo los auspicios de dos entidades distinguidas: la Universidad de Paris y el Instituto Pasteur.

La intención era fundar un laboratorio para el estudio de la radiactividad y de sus aplicaciones, tanto en física y química como en biología y medicina.



El Instituto Curie lleva un siglo de existencia (fig. 27) y, tras su inauguración en 1914, coincide casi en el tiempo con el inicio de la I Guerra Mundial. Dicho Instituto ha pasado a ser un centro de referencia internacional en la lucha contra el cáncer.

Figura 27. Instituto del Radium

En el año 2009, el Banco de Francia acuñó una moneda conmemorativa, en plata (fig. 28), para celebrar el centenario del aniversario de la creación del Instituto Curie.

En el anverso, se observa el busto de Marie Curie junto con la leyenda traducida “Instituto Curie cien años de innovación” y RF (República Francesa).

En el lateral derecho del reverso una leyenda traducida del francés, que podría significar: “Juntos avanzamos más rápido en la lucha contra el cáncer”; en el centro la leyenda “Instituto Curie”. El valor, 10 euros, y el año de emisión, 2009.



Figura 28. Centenario a. creación del Instituto Curie

Albert Einstein

Centenario del aniversario del nacimiento de Albert Einstein

En el año 1979, Suiza dedicó una moneda conmemorativa de cinco francos suizos a este insigne científico (fig. 29). La moneda fue realizada en cuproníquel y con canto grabado. En el reverso figura el valor nominal y el año de acuñación, junto con la leyenda de “Confederación Helvética”.

En el anverso, el retrato grabado de Albert Einstein y su nombre.



Figura 29. Centenario a. nacimiento Einstein

Centésimo primer aniversario del nacimiento de Albert Einstein

La **República de San Marino**, en concreto la Ceca del Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma, Italia acuñó una moneda de 500 liras en **conmemoración al centésimo primer aniversario del nacimiento de Einstein** (fig. 30). Una moneda bimetálica realizada en aluminio y bronce, en cuyo reverso se distingue el busto del científico; le rodean la leyenda con su nombre, la fecha de emisión y las fórmulas que le hicieron célebre.

En el anverso, en su centro, el Castillo de San Marino. Alrededor las leyendas del nombre del país y la palabra “Libertas” separada por motivos vegetales.



Figura 30. Centésimo vigésimo quinto a. nacimiento Einstein

Centésimo vigésimo quinto aniversario del nacimiento de Albert Einstein

Otros países más lejanos, como **Las Islas Marianas del Norte**, quisieron **conmemorar el centésimo vigésimo quinto aniversario del nacimiento de Einstein**, acuñando una moneda de oro de cinco dólares (fig. 31).

Esta vez fue la Ceca de San Francisco, en California, la encargada de esculpir en el reverso la imagen del genio en una actitud cómica, como realizando una burla a todos los que rebatirían su teoría en siglos futuros. Junto a su figura, la leyenda con su nombre y los años de nacimiento y fallecimiento. Debajo, a la derecha, el año de emisión, 2004.



Figura 31. Centésimo vigésimo quinto a. nacimiento Einstein

En el anverso de la moneda figura la leyenda “Mancomunidad de las Islas Marianas del Norte”. Bajo ésta, el escudo de armas del país: una gran águila calva que sostiene una estrella de cinco puntas con la taga, símbolo polinesio de fortaleza, y el valor, 5 dólares.

Wilhelm Conrad Röntgen

Centésimo quincuagésimo aniversario del nacimiento de Wilhelm Conrad Röntgen y centenario del descubrimiento de los rayos X

En 1995, la República alemana, acuñó una moneda conmemorativa de 10 marcos en honor del nacimiento de **Wilhelm Conrad Röntgen, descubridor de los rayos X, y por el centenario del descubrimiento de éstos** (fig. 32).



(Fig. 32). 150 a. nacimiento Röntgen y 100 a. descubrimiento rayos X

En el reverso de esta moneda, se puede observar en el centro que el águila real, como símbolo del escudo alemán, divide la fecha (1995) y la denominación (BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND) del valor, 10 marcos alemanes.

En el reverso vemos la leyenda “WILHELM CONRAD RÖNTGEN”, los años de nacimiento y fallecimiento, 1845-1923, y debajo traducido del alemán: “Descubrimiento de los rayos X: 8-11-1895”. Todo ello dividido por el dibujo grabado de una mano a la izquierda y otra mano radiografiada a la derecha.

En el canto de la moneda la inscripción: Primer Premio Nobel de física 1901.

Niels Bohr

Centenario del aniversario del modelo atómico de Bohr

En 1913, Niels Bohr alcanzó la celebridad mundial, dentro del ámbito de la física, al publicar una serie de ensayos en los que revelaba su particular modelo de la estructura del átomo y su comportamiento. Por este decisivo aporte al conocimiento se le entregó el Premio Nobel de física en el año 1922. La Real Casa de la Moneda danesa emitió, en 2013, una serie de monedas en su honor. Entre ellas: una de plata de 500 kroner - coronas danesas- (fig. 33), y otra en aluminio-bronce de 20 kroner (fig. 34) en cuyos reversos se puede observar el dibujo del modelo atómico (electrones alrededor del núcleo) y el año de su reconocimiento, 1913.

En el reverso figura la efigie de la Reina Margarita II, enmarcada por su nombre y el año de acuñación, 2013.

La corona danesa también es la moneda oficial de Groenlandia y de las Islas Feroe.



Figura 33. Centenario a. Modelo atómico Bohr -500 k-



Figura 34. Centenario a. Modelo atómico Bohr -20 k-

Otto Hahn

Centenario del aniversario del nacimiento de Otto Hahn

El Bundesbank de Alemania realizó, en 1979, una moneda conmemorativa por el **centenario del nacimiento del físico Otto Hahn, que descubrió la fisión nuclear**, acuñando una moneda (fig. 35) en níquel de 5 DEM (marcos alemanes).

En el anverso se puede apreciar el águila, escudo nacional de Alemania, y una leyenda "BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND DEUTSCHE MARK" (Banco Federal Alemán), el año de acuñación, 1979 y el valor, 5 DEM.

En el reverso un dibujo que simula la reacción nuclear en cadena de la fisión nuclear, la leyenda "OTTO HAHN" y los años de nacimiento y fallecimiento (1879-1968).



Figura 35. Centenario a. nacimiento O. Hahn

SERIES DE MEDALLAS DE LA UNESCO

Las medallas, además de poseer un valor excepcional para el arte y la iconografía, son una notable fuente de documentación histórica concentrada en apenas unos centímetros cuadrados. Su origen está ligado a la **exaltación de un personaje, o a sus logros científicos en favor de la ciencia, la investigación, la cultura o la salud**. Son también muy apreciadas por los coleccionistas, ya que pueden ser piezas acuñadas con ocasión de un evento especial, representando una importante aportación a la historia de la sociedad.

Albert Einstein

Medalla del centenario del aniversario del nacimiento de Albert Einstein

Para conmemorar el centenario del nacimiento de Albert Einstein, **UNESCO acuñó una medalla conmemorativa en 1979** (fig. 36). La pieza muestra en el anverso la imagen de Einstein de avanzada edad. La rodea una leyenda con su nombre y los años de su nacimiento y fallecimiento (1879-1955), a cada lado. Debajo de la efigie, la autoridad y la fecha de acuñación (1979).



Figura 36. Centenario a. Albert Einstein" © UNESCO/N. Burke

En el **reverso, sobre un fondo formado por el contorno de la cabeza del científico, figuran tres ecuaciones matemáticas que compilan sus aportaciones esenciales a la física**. La primera es la famosa $E=mc^2$, que determinó una equivalencia cuantitativa entre la energía y la masa multiplicada por el cuadrado de la velocidad de la luz. La segunda trata sus investigaciones sobre la ley del efecto fotoeléctrico, por las que obtuvo el Premio Nobel de física en 1921. La tercera deriva de sus trabajos sobre la teoría de la relatividad. En la parte inferior de la medalla se observa la firma de Einstein.

La medalla fue realizada por el grabador francés Max Léognany.

Otro dato significativo es que la UNESCO concede la medalla Einstein a personas importantes que han realizado contribuciones a la ciencia y a la cooperación internacional.

Niels Bohr

Medalla del centenario del aniversario del nacimiento de Niels Bohr

La UNESCO acuñó en 1985 una medalla para conmemorar el centenario del nacimiento de **Niels Bohr (1885-1962)**, una de las figuras más importantes de la física cuántica del siglo XX por sus aportaciones teóricas y sus trabajos prácticos (fig. 37). Nacido en Dinamarca, Bohr fue galardonado con el Premio Nobel en 1922 "por su investigación acerca de la estructura de los átomos y la radiación que emana de ellos".

El anverso de la medalla lleva el perfil del eminente científico repetido seis veces, junto con la leyenda de su nombre, la fecha del nacimiento y fallecimiento. Debajo, la autoridad (UNESCO).



Figura 37. Centenario a. nacimiento de Niels Bohr. Foto © UNESCO/N. Burke

En el reverso se observa un grabado del espectro del átomo de hidrógeno con los electrones girando en torno al núcleo, ejecutado por el propio Bohr, junto con la fórmula " $E_2 - E_1 = h\nu$ " que expresa el comportamiento cuántico en el hidrógeno. A la derecha de la medalla se observa la inscripción en latín "*contraria sunt complementa*" (los opuestos son complementarios), el principio de la complementariedad que Bohr formuló a partir de la física cuántica.

La medalla fue realizada por el artista sueco Siv Holme Muse y se acuñó en la Casa de la Moneda de París.

Marie Curie

Medalla del centésimo trigésimo aniversario de Marie Curie

Según la UNESCO, "*Esta medalla posee la característica excepcional de ser la primera acuñada en honor de una mujer*" (fig. 38), concretamente para conmemorar el centésimo trigésimo aniversario del nacimiento de la insigne científica.

La medalla, acuñada en 1997, no fue presentada hasta 1998 en el transcurso de un **acontecimiento internacional destinado a promover la campaña "Futuros científicos"** de la UNESCO, cuyo objetivo era animar a la juventud en general, y sobre todo a las

jóvenes, a emprender carreras y estudios científicos. Desde esa fecha y en sucesivas, diversos organismos internacionales han instado a los gobiernos a que se invierta más en educación STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*).

La Asamblea General de las Naciones Unidas aprobó, en 2015, el Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia, que se celebra cada año el 11 de febrero -iniciado desde 2016-, *“con el fin de lograr el acceso y la participación plena y equitativa en la ciencia para las mujeres y las niñas. Este Día es un recordatorio de que las mujeres y las niñas desempeñan un papel fundamental en las comunidades de ciencia y tecnología y que su participación debe fortalecerse”*.

En el anverso de la medalla, diseñada por la artista polaca Magdalena Dobrucka, se muestra la efigie de Marie Curie.

En el reverso, bordeando la medalla, se observa la inscripción *María Skłodowska Curie*, los años de nacimiento y fallecimiento (1867-1934), la autoridad, UNESCO 1997; y, rodeados por un círculo, los símbolos químicos del polonio (Po) y el radio (Ra).



Figura 38. Centésimo trigésimo a. M Curie. © UNESCO/N. Burke

SERIE DE MEDALLAS Y MONEDAS DE PREMIOS NOBEL

Algunas particularidades sobre las medallas Nobel de física y química

El anverso de las medallas de los Premios Nobel suecos (física y química) es la misma para las dos especialidades (fig. 39), donde se muestra una imagen de Alfred Nobel, de perfil izquierdo, con sus fechas de nacimiento y fallecimiento escritas en latín "NAT-MDCCC XXXIII OB-MDCCC XCVI".

En el reverso se representa a la Naturaleza en forma de una diosa que se parece a Isis, emergiendo de las nubes y sosteniendo en su brazo el cuerno de la abundancia. El velo que cubre su rostro es sostenido por el genio de la ciencia. La inscripción principal, en latín, del lado reverso es la misma: "Inventas vitam juvat excoluisse per artes"⁸ (que podría significar: los descubrimientos mejoran la vida embellecida a través del arte), mientras que las imágenes varían según los símbolos de cada una de las instituciones encargadas de realizar la entrega de los premios.



Figura 39. Medalla de los Premios Nobel de física y química

Curiosidades sobre los Premios Nobel de física y química

Según el blog Youbiotit, ***“El Premio Nobel de física es el primero en haber sido mencionado en el testamento de Alfred Nobel. Por lo tanto, podría considerarse como el primero o el más antiguo. A finales del siglo XIX (años 1800s), mucha gente consideraba a la física como la más importante de todas las ciencias, por lo que es muy probable que Alfred Nobel lo haya visto también de esa manera, incluso sus investigaciones estaban muy relacionadas con la física”.***

De todos los premiados de física y química, solamente siete son mujeres: Marie Curie, nobel de física 1903 y nobel de química 1911; Irene Joliot-Curie, nobel de química 1935; Maria Goeppert-Mayer, nobel física 1963; Dorothy Growfoot Hodgkin, nobel de química

⁸ Las palabras han sido tomadas de la obra de Virgilio del siglo I a.C. *Eneida*

1964; Ada Yonath, nobel de química 2009; Donna Strickland, nobel de física 2018 y Frances Arnold, nobel de química 2018.

Frédéric Joliot es, hasta el momento, el laureado más joven del Premio Nobel de química, ya que tenía 35 años cuando fue premiado.

De los Premios Nobel entregados hasta el año 2016, para reconocer los avances realizados en los diferentes campos, los relativos a física nuclear fueron 17 y los de la química nuclear 13, aunque hay muchos más derivados de las diferentes ramas de la física y de la química.

Los Curies fueron la familia más famosa ganadora de Premios Nobel. La de Marie Curie y Pierre Curie, fue una de las dos únicas parejas casadas en haber ganado conjuntamente el Premio Nobel de física en 1903, por sus investigaciones en radiactividad, junto a Henri Becquerel. Después, Marie Curie en 1911 ganó el Premio Nobel de química “en reconocimiento a sus servicios para el avance de la química al descubrir los elementos radio y polonio, por medio del aislamiento del radio y el estudio de la naturaleza y los componentes de este sorprendente elemento”. La otra fue, como hemos indicado antes, la pareja de una de sus hijas, Irene Joliot-Curie, que obtuvo el premio Nobel de química en 1935 junto a su marido Frédéric Joliot, por sus trabajos en la síntesis de nuevos elementos radiactivos.

También hay que resaltar **otros casos de padres e hijos, como Niels Bohr**, en 1922, "por su investigación acerca de la estructura de los átomos y la radiación que emana de ellos" y su hijo Aage N. Bohr, en 1975, por el descubrimiento de la conexión entre el movimiento colectivo y el movimiento de las partículas en el núcleo atómico, y el desarrollo de la teoría de la estructura de los núcleos atómicos en función de esta conexión.

Según el blog Historia de la Historia, “Los años 30 fueron años difíciles en Europa. Los alemanes Max von Laue y James Franck recibieron el Premio Nobel de física en 1914 y 1925 respectivamente. Von Laue era un reconocido opositor del nazismo y Franck era judío; así que, ante la posibilidad de que las medallas de oro del Premio Nobel llegasen a manos de los nazis, las enviaron al laboratorio de Niels Bohr en Copenhague para que las guardara hasta que terminase la guerra.

Lamentablemente, en 1940 los nazis invadieron Dinamarca. Niels Bohr sabía que recibiría una “visita” de los nazis, ya que su laboratorio se había convertido en un refugio para los físicos judíos. Además, si encontraban las medallas de Max Von Laue y James Franck, al estar grabados sus nombres en ellas, serían acusados de sacar oro de Alemania, por ello, planearon esconderlas. Al final, con la ayuda del químico húngaro George de Hevesy (Premio Nobel de química en 1943) decidieron disolverlas. La tarea no fue fácil, pues uno de los pocos reactivos capaces de disolver el oro y el platino era el agua regia (una solución altamente corrosiva, de color amarillo, formada por la mezcla de ácido nítrico concentrado y ácido clorhídrico concentrado, generalmente en proporción de una en tres partes). Así lo hicieron, y cuando llegaron los nazis para

registrar el laboratorio, no encontraron nada: las medallas estaban disueltas en una probeta”.

Pierre y Marie Curie

La Ceca del “Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato”, en Roma, acuñó una moneda de 50 liras, en 1984, en conmemoración a Pierre y Marie Curie, bajo la serie de Premios Nobel (fig. 40). En su reverso se aprecian las figuras de Pierre y Marie Curie, junto con el valor facial y el año de emisión.

En el anverso la leyenda: República de San Marino rodea la moneda, y el relieve de su castillo figura en el centro, bajo él la inscripción “Libertas”.



Figura 40. Curie, Premios Nobel. R. San Marino

La Ceca de París acuñó en 1997 una moneda en plata de 100 francos franceses (fig. 41), con los bustos de Pierre y Marie Curie, premios nobel de física. En el anverso se puede ver la leyenda: República Francesa y sus nombres.

En el reverso, la leyenda traducida “Libertad, igualdad, fraternidad” rodean el símbolo del radio $Ra = 226,0$. Bajo él, material de laboratorio junto unas ramas de laurel, el valor de la moneda, 100 F, y el año de acuñación, 1997, completan el campo.



Figura 41. Curie, Premios Nobel. Francia

Albert Einstein

Continuando con las conmemoraciones científicas a Premios Nobel, evidenciamos que la **Ceca suiza de Berna (Confederación Hevética) le dedicó, en 1979, una moneda de 5 francos**, en cobre-níquel, a Albert Einstein. (Fig. 42)



Figura 42. Nobel A. Einstein. Suiza

En el anverso vemos el valor facial 5 FR (Franken/-cs) entre el nombre en latín “CONFEDERATIO HELVETICA” y el año, 1979.

En el reverso, diversas fórmulas: $R_{\mu\nu} = 0$ $\mu \leftrightarrow \nu$ $(8/9 - 1/9 + 2/9) 1(-2/3\lambda) + \delta f_{ds} = 0$, y el nombre del físico “ALBERT EINSTEIN”.

La moneda es obra del diseñador Kurt Wirth, Berna.

Asimismo, comprobamos que países más lejanos también han rendido honores a Albert Einstein, como la **República del Togo (fig. 43). Este país acuñó, en 2001, una moneda de plata de 500 francos**.



Figura 43. Einstein, Premio Nobel. R. Togo

En su reverso, el grabado del busto del científico en edad madura, rodeado de la leyenda de su nombre y los años de su nacimiento y fallecimiento (1879-1955).

En el anverso se encuentra el escudo de la República Togolesa, que está sujeto por dos figuras de león trazadas esquemáticamente que portan un arco y una flecha cada uno.

En la parte superior del escudo aparecen representadas dos banderas nacionales, situadas a su vez bajo una cinta en la que está escrito el lema que anteriormente figuraba en el escudo nacional en francés: *Travail, Liberté, Patrie* (*Trabajo, Libertad, Patria*).

Otro país lejano ha sido **la República de Liberia, que en 2001 también acuñó una moneda de oro de 25 dólares** en honor a Albert Einstein y su teoría de la relatividad (fig. 44).

En el reverso se puede apreciar la efigie del investigador junto a su famosa ecuación de la teoría de la relatividad: $E=mc^2$. También figura el valor de la moneda, 25 dólares.

En el anverso se encuentra el escudo de Liberia con su lema en inglés “*The love of liberty brought us here*” (El amor por la libertad nos trajo aquí). Asimismo, se indica la fecha de emisión, 2001.



Figura 44. Einstein y teoría relatividad. Liberia

Enrico Fermi

El Banco de San Marino, en 1984, acuñó una moneda de 200 liras de la serie “La ciencia para el hombre” en honor de Enrico Fermi (fig. 45). Físico italiano que pasó a la historia como el **arquitecto de la era nuclear por haber desarrollado el primer reactor nuclear**. Fue Premio Nobel de física en 1938, por haber demostrado “la existencia de nuevos elementos radiactivos producidos por procesos de irradiación con neutrones”, sobre la radiactividad inducida.

En el anverso, en la parte central se representa el dibujo del Castillo de San Marino con “las tres torres”, como emblema. Rodea la moneda la leyenda República de San Marino.

En la parte inferior aparece la inscripción de su lema, “Libertas”.

En el reverso se observa la efigie del físico, la leyenda con su nombre, un grabado relativo a la física nuclear, el valor, 200 liras y el año de acuñación, 1984.



Figura 45. E. Fermi

Wilhelm Conrad Roentgen

El Banco Central de Corea del Norte acuñó en 2001, bajo la serie de Premios Nobel, una moneda de 1 ₩ - won norcoreano, con motivo del **100º aniversario del primer Nobel de física de 1901, en honor de Conrad Roentgen** ⁹ (fig. 46).

En el anverso, podemos observar el Escudo Nacional, adoptado en 1948. El emblema, que forma un marco oval, lleva en su parte superior el Monte Paektu —considerado en Corea del Norte como un lugar sagrado— es coronado por una estrella roja de cinco puntas, en representación del Estado socialista. En el centro del emblema, una central hidroeléctrica con las espigas de arroz, que pretende reflejar la fuerza de la industria y la agricultura del país, y la determinación del pueblo norcoreano por avanzar hacia el socialismo y el comunismo con una economía autosuficiente. El marco está delimitado por una cinta roja que lleva la inscripción “Chosŏn Minjujuŭi Inmin Konghwaguk” (República Popular Democrática de Corea) en caracteres Hangul.

En el reverso, a la izquierda el busto de Roentgen y a la derecha él mismo sentado en su laboratorio con diverso material. En la parte superior, la leyenda traducida del inglés “Primer Premio Nobel en física 1901-2001”. Debajo, aparece el nombre del laureado Wilhelm Conrad Roentgen.



Figura 46. Primer Premio Nobel de física

⁹ El apellido “Roentgen” como figura en la moneda

BILLETES EN HONOR A PERSONAJES DE LA HISTORIA DE LA CIENCIA NUCLEAR

El papel moneda se compone de multitud de elementos, aparte de diversas *filigranas* incluidas como medidas de seguridad. **Este estudio se centra en reconocer los motivos gráficos más destacados para la lectura del billete, como imagen comunicadora de un mensaje de identidad nacional.** Independientemente de ello, se pueden observar otros signos como letras y números, y diversos elementos abstractos, entre los que se encuentran los fondos lineales.

Marie Curie



El Banco Nacional de Polonia puso en circulación, el 1 de febrero de 1989, un billete de 20.000 zlotych (fig. 47). En el anverso se muestra un retrato de Marie Curie con rasgos serenos. En la marca de agua se colocó el escudo de armas polaco.



En el reverso, un dibujo del combustible nuclear, y en palabras textuales traducidas "**primer reactor nuclear polaco Ewa**", construido cerca de Varsovia. A su alrededor, palabras alusivas a la industria nuclear y simbolismos relativos a ésta y a la radiactividad.

Figura 47. M. Curie y reactor Ewa

Según el World Paper Money Museum, "**El Reactor Ewa fue el primer reactor nuclear de investigación de Polonia.** Su nombre se deriva de las primeras letras de las palabras polacas: *Eksperymentalny* (*Experimental*), *Wodny* (*Agua*) y *Atomowy* (*Atomic*) como referencia a Eve Curie.

Se activó el 14 de junio de 1958 en el *Instytut Badań Jądrowych* (*Instituto de Investigación Nuclear*) (actualmente el *Instytut Energii Atomowej* [*Instituto de Energía Atómica*]) en *Otwock*, cerca de Varsovia. Fue cerrado en febrero de 1995 debido a la escasez de uranio para los experimentos, y reactivado en abril del mismo año después de la adquisición de combustible nuevo. El reactor está actualmente clausurado y parcialmente desmantelado.

Ewa se basó en el diseño soviético VVR-S, tenía una potencia inicial de 2 MW, fue alimentado por uranio enriquecido y moderado por agua a presión. En 1963 y 1967, el reactor se sometió a dos revisiones importantes que mejoraron la seguridad de la reacción y permitieron el uso de combustibles mejor enriquecidos. Después de estos cambios, la potencia del reactor aumentó primero a 4 MW y finalmente a 10 MW. Su uso principal era para producir isótopos radiactivos. Funcionó un promedio de 3500 horas al año”.

Los billetes se pusieron en circulación del 26 de febrero de 1989 al 31 de diciembre de 1996, aunque prácticamente se retiraron mucho antes, a mediados de 1993, reduciéndose gradualmente su circulación.

Posteriormente, en el año 2014, el Banco Nacional de Polonia y su imprenta pública PWPW, volvió a emitir un billete conmemorativo de 20 zlotych dedicado a Marie Curie (fig. 48). En el anverso del billete se reproduce una imagen de Marie Curie y el edificio de la Universidad de la Sorbona, en París, donde impartía sus clases como catedrática de Física en la Facultad de Ciencias.



En el reverso se muestra la imagen de la medalla con la que fue galardonada: el Premio Nobel de física, por sus descubrimientos e investigaciones sobre el radio, y una frase de Marie, que traducida del polaco podría decir: *“lo descubrí pero no lo creé, por lo que no me pertenece, y es propiedad de toda la humanidad”*. En el billete también se puede apreciar el edificio del Instituto del Radio en Varsovia.



Figura 48. M. Curie y Universidad Sorbona

“Les petites Curie”

Este billete merecería un capítulo aparte por su importancia en la historia, en general, y el papel que tuvieron los *Petites Curie* en la vida de los soldados heridos en la Primera Guerra Mundial.

Al comienzo de la guerra, estaba previsto llevar a cabo un tratamiento previo para los soldados heridos en el lugar de la batalla, antes de evacuarlos a los hospitales. Pero el uso de armas nuevas como ametralladoras, obuses, etc. complicaron los diagnósticos.

La desestabilización en el frente, a partir del otoño de 1914, permitió al ejército francés reorganizar y asumir la responsabilidad de los heridos. Aquí es donde entra en escena Marie Curie.

En 1914, Curie se embarcó en una primera campaña teniendo como transporte una camioneta provista con un equipo de investigación radiológica, prestada por Claudius Regaud (fig. 49), codirector del Instituto del Radio y uno de los pioneros de la radioterapia. El objetivo era, por supuesto, limitar lo más posible el desplazamiento de los soldados, antes de radiografiar sus heridas. **Esta disciplina, inédita en esa época, hizo posible localizar con precisión el lugar donde se encontraban los fragmentos de armas y facilitar así la operación quirúrgica.** Ésta, según la gravedad, podría aplazarse y practicarse en el hospital, o realizarse de forma inmediata.



Figura 49. Petite Curie. ©Musée Curie

Si al principio la iniciativa fue acogida con reticencias por los médicos militares, la contribución de los *Petites Curie* en la mejoría de los heridos cambió sus mentalidades. Unas dieciocho camionetas ligeras (fig. 50) cruzaron los diversos campos de batalla, de la *Mane*, de *Verdun* de la *Somme*... Marie Curie se consagró sin descanso a esta labor durante toda la guerra, hasta que pudo obtener su permiso de conducir, en 1916, y dirigir sus misiones personalmente; acompañada en numerosas ocasiones por su primera hija Irene, aún adolescente, que se negó a quedarse en retaguardia y prefirió ir al frente para ayudar a su madre.

El Instituto del Radio se transformó durante la guerra en una escuela de radiología donde alguna de las mujeres eran enfermeras, y otras tenían especialidades como asistentes de radiología. Se dieron lecciones teóricas sobre electricidad y rayos X, ejercicios prácticos, anatomía... En total se crearon cientos de puestos fijos de radiología en el seno de los hospitales militares. Los archivos citan en más de un millón de heridos

los que fueron atendidos en estas instalaciones, incluyendo miles por la propia Marie Curie. En 1918, la radiología se convirtió en una herramienta de la medicina. Marie Curie defendió una técnica revolucionaria pura, la radioterapia: "*Después de los rayos que revelan, se encuentran los rayos que curan*".



Figura 50. Petites Curie dispuestos para su marcha. ©Musée Curie.

Por ello, en los años 1994 y 1995, y reimpresso posteriormente los años 1996, 1998 y 2000, el Banco de Francia dedicó el valor más alto de su numerario, 500 francos, a Marie Curie, acompañada en esta ocasión por su esposo Pierre Curie (fig. 51).

En el anverso, junto a los retratos de ambos, está representada una fotografía realizada gracias a la radiactividad. Unas líneas rojas reproducen el grafismo representativo del estudio sobre las curvas relativas a la acción de los rayos X sobre los bacilos. En la parte superior, *Les petites Curie*, **aquella primera unidad móvil de rayos X, bautizada con el humilde nombre de *Petit Curie*, tuvo casi una veintena de réplicas que construyó con la ayuda de personas anónimas que creían en su causa; camionetas radiológicas que circularon a iniciativa suya durante la Primera Guerra Mundial.**

En el reverso se colocaron aparatos típicos del laboratorio del Instituto Curie y la representación orbital de un átomo. Bajo la luz ultravioleta aparecen unas letras y números, la explicación: "El radio es un elemento químico de la tabla periódica. Su símbolo es Ra y su número atómico es 88".



Figura 51. M. Curie y les Petites Curie

Albert Einstein y el Centro de Investigación Nuclear de Soreq

En el año 1952, cuando el primer ministro de Israel David Ben-Gurión le ofreció a Albert Einstein la presidencia de ese país por ser un judío muy admirado y respetado, el científico rechazó el ofrecimiento¹⁰. “Me siento profundamente conmovido por la oferta de nuestro Estado de Israel y, al mismo tiempo, triste y avergonzado por no poder aceptarlo. Toda mi vida he tratado con asuntos objetivos. Por tanto, carezco tanto de aptitud natural como de experiencia para tratar propiamente con personas y desempeñar funciones oficiales”, contestó en una misiva. “Me siento todavía más apesadumbrado en estas circunstancias porque, desde que fui completamente consciente de nuestra precaria situación entre las naciones del mundo, mi relación con el pueblo judío se ha convertido en mi lazo humano más fuerte”. Einstein reiteró su apoyo a Israel reclamando siempre que buscara la paz con los árabes. Tres años después moriría. En su testamento, pidió legar sus tesoros intelectuales a la Universidad Hebrea de Jerusalén, cuyo archivo lleva su nombre.

Dieciséis años más tarde, en 1968, Ben-Gurión sin embargo le compensó con la impresión de su retrato en el reverso de papel moneda de 5 lirot (fig. 52).

En el anverso se puede apreciar el reactor atómico de Nahal Soreq. El Centro de Investigación Nuclear de Soreq se encuentra cerca de Yavne, al oeste de Beersheba, y comparte una zona de seguridad con la Base Aérea de Palmichim (el equivalente funcional de los laboratorios nacionales de armas de los Estados Unidos Livermore o Los Álamos).

En virtud de un acuerdo con Estados Unidos, el reactor de investigación tipo piscina IRRE-1 de 5 MW Soreq se construyó en Nahal Soreq en 1955. Este reactor se encuentra bajo la inspección del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). El Centro se estableció formalmente en 1958, y actualmente trabajan en él más de 200 investigadores.



Figura 52. Albert Einstein y el Centro de Investigación Nuclear de Soreq

¹⁰ Según el artículo de Emergui, Sal. El Mundo, 19 abril 2019

CONCLUSIONES

La **numismática** no sólo representa una afición, pasatiempo para coleccionistas, o un valor mercantil. Es, al mismo tiempo, una **fuentes de conocimiento, de conservación, investigación, información y difusión de cultura.**

La colección de monedas, además de ser una tarea fascinante, es una forma de adquirir conocimiento sobre los aspectos más variados de la sociedad. Nos proporciona igualmente una importantísima información sobre el poder de la economía y la política, que la ha utilizado como medio de transacción, comunicación y propaganda a la ciudadanía.

En el plano del arte, da a conocer las diversas corrientes artísticas de la sociedad del momento.

A nivel histórico, acerca a los acontecimientos principales ocurridos desde la antigüedad y es también **soporte de relevantes mensajes sociales, culturales y científicos.**

En este estudio temático se ha querido mostrar lo especial de las piezas reunidas, precisamente por sus aspectos científicos destacados que despiertan admiración e interés. A los grandes hitos producidos en la ciencia nuclear, que se ven plasmados y recordados en medallas, monedas y billetes. La otra cara desconocida, o a veces olvidada, de la moneda: la energía nuclear.

BIBLIOGRAFÍA

General

Alfaro Asins, Carmen [et al.]. Diccionario de numismática. [Madrid]: Ministerio de Cultura, Subdirección General de Publicaciones, Información y Documentación, 2009.

Almagro-Corbea, Martín. Monedas y Medallas Españolas de la Real Academia de la Historia. Madrid: Real Academia de la Historia, 2007.

Almagro-Gorbea, Martín; Pérez Alcorta, María Cruz; Moneo, Teresa. Medallas Españolas de la Real Academia de la Historia. Gabinete de Antigüedades. Madrid: Real Academia de la Historia, 2005.

Coelho de Paula, José Manuel. Diccionario Universal de monedas: especializado. [Vigo]: J.M. Coelho, 2000.

Emergui, Sal. Cuando Einstein rechazó la presidencia de Israel. Madrid: *El Mundo*, 19 abril 2019, pág. 24-25.

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales. Asociación de Estudios del Mar. Aspectos actuales de la propulsión naval nuclear. Madrid, 2001.

Jones, Mark; (traducción de Carlos Laguna). El Arte de la medalla. Madrid: Cátedra, 1988.

L. Krause, Chester; Mishler, Clifford. Standard Catalog of World Coins. United States: Krause Publications Inc., 2004.

Revue Générale Nucléaire, 2018. Le rôle des “Petites Curie” dans la vie des soldats blessés de la Grande Guerre. Paris: *Société Française d'énergie Nucléaire*, nº 6, noviembre-diciembre, pág. 58-59.

Vico Belmonte, Ana; De Francisco Olmos, José María. Introducción a la numismática. Madrid: Paraninfo Universidad, 2016.

Otros recursos bibliográficos

Banco de España. *Monedas conmemorativas y de colección*. [Consulta 27-02-2018].

Disponible

en: https://www.bde.es/bde/es/areas/billemone/Publico_general/Monedas_de_euro/conmemorativas/Monedas_conmemo_8c1abaff11bc821.html

Casas Pla, Jaime. *Notafilia y Ciencias de la Salud: Personajes, simbología e instituciones*.

El Pla de Llobregat, 2011. [Consulta 05-03-2018]. Disponible en:

<http://www.numismaticodigital.com/pdf/LibroNotafiliayCienciasdeLaSalud.pdf>

CGB.fr Numismática París. Catálogo monedas. [Consultas 12-2017,01-2018]. Disponible

en: <https://www.cgbfr.es/index.html>

Colnet. *Catálogo de monedas*. [Consulta 02-03-2018]. Disponible

en: <https://colnect.com/es/coins/>

Historias de la Historia. *Las medallas de los premios Nobel que no pudieron encontrar los nazis*. [Consulta 02-2018]. Disponible

en: <http://historiasdelahistoria.com/2011/10/11/las-medallas-de-los-premios-nobel-que-no-pudieron-encontrar-los-nazis>

López Castro, Manuel. *Mi Tribuna: Rincón periodístico*. [Consulta 18-02-2018].

Disponible en: <http://maloca-mitribuna.blogspot.com.es/2012/04/la-diosa-juno-moneta-determino-el.html>

Muñiz, Benjamín. *Partes de una moneda*. Divulgación numismática. [Consulta 28-12-

2017]. Disponible en: <http://bencoins.com/partes-moneda.htm>

Numismático Digital. *Misiles nucleares rusos en plata*. [Consulta 26-12-2017].

Disponible en: <http://www.numismaticodigital.com/noticia/2959/nuevas-emisiones/misiles-nucleares-rusos-en-plata.html>

Numismático digital. *Le Redoutable, submarino nuclear francés en oro*. [consulta 16-01-2018]. Disponible

en: <http://www.numismaticodigital.com/noticia/7430/internacional/le-redoutable-submarino-nuclear-frances-en-oro.html>

Nihil Sub Sole Novum. Blog sobre el mundo clásico grecolatino y su pervivencia.

Monedas y billetes histórico-mitológicos. [consulta 14-03-2018, 14-10-2019].

Disponible en: <https://nihilnovum.wordpress.com/2010/03/16/monedas-y-billetes-historico-mitologicos-y-vii/>

Numista. *Country and territory list*. [Consulta 15-02-2018]. Disponible

en: <https://en.numista.com/catalogue/pays.php>

PortalesMédicos.com. Revista médica electrónica. *Primer centenario del Instituto Curie*. [Consulta 23-01-2018] Incluido en: Historia de la Medicina y la Enfermería. Disponible en: <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/centenario-instituto-curie/>

Real Casa de la Moneda. Fábrica Nacional de Moneda y Timbre. *Año Internacional de la química*. [Consulta 27-01-2018]. Disponible en: <http://www.fnmt.es/coleccionista/anos-antiores/emisiones-2011/ano-internacional-de-la-quimica>

Todocolección.net. *Unión Eléctrica Madrileña. 1968. Central Nuclear José Cabrera* (Zorita. Juan de Ávalos). [Consulta 11-12-2017, 11-09-2019]. Disponible en: <https://www.todocoleccion.net/medallas-tematicas/union-electrica-madrilena-1968-central-nuclear-jose-cabrera-zorita-juan-avalos~x42430919>

UNESCO. *Medallas conmemorativas de la Unesco, 2017*. [Consulta 04-03-2018]. Disponible en: <http://www.unesco.org/new/es/unesco/events/prizes-and-celebrations/commemorative-medals/>

Vergara Aimone, Julio. *Energía nuclear en el transporte marítimo de alta velocidad*. En: Revista Marina, 2000. 10 p. [Consulta 11-03-2018]. Disponible en: <https://revistamarina.cl/revistas/2002/1/vergaraimone.pdf>

Youbiotit.com. Curiosidades sobre los Premios Nobel. [Consulta 10-01-2018]. Disponible en: <https://www.youbioit.com/es/article/informacion-compartida/22675/curiosidades-sobre-los-premios-nobel>