

U
2

Origen y evolución del universo



A lo largo de milenios, la Humanidad ha vivido contemplando el cielo nocturno y haciéndose numerosas preguntas acerca de la naturaleza de los astros, de su movimiento y de su origen. Cada cultura ha dado respuestas distintas a estas preguntas. En los últimos siglos, el hombre ha proporcionado una explicación científica, que es heredera de la tradición cosmológica de la antigua Grecia, que nos ha abierto horizontes insospechados acerca del Universo. En esta unidad estudiaremos cómo ha sido esta aventura del pensamiento humano y la concepción actual del Universo

ACTIVIDAD 1

Lee el siguiente texto y contesta las cuestiones

Las primeras preguntas

A diferencia de las preguntas que nos hemos hecho nosotros, los primeros hombres se interrogaron y utilizaron los fenómenos celestes de una manera mucho más práctica. En concreto, los utilizaban como referencia para intentar predecir algunos acontecimientos con el fin de obtener mejores cosechas.

Así se preguntaban: ¿Cuándo hemos de plantar? ¿Cuándo llegarán las inundaciones? ¿Cuándo la época del granizo y de las fuertes tormentas? De esta manera, realizando observaciones minuciosas, pudieron construir rudimentarios relojes, un calendario lunar (30 días) y posteriormente un calendario solar (365 días) que les permitía predecir hasta cierto punto estos acontecimientos y salvar o mejorar las cosechas.

El Sol, la Luna o las estrellas constituyeron así sus primeros calendarios. Durante el día, podían ver las largas sombras de un objeto cómo modificaban su sentido y su tamaño. Tardaron muchos años en hacerlo, pero finalmente comprendieron que, según cuál fuese la longitud y dirección de la sombra, se podía afirmar, con bastante seguridad, el momento del día en que se encontraban (Fig. 1).

Si la posición de las sombras les indicaba la duración y el momento del día, la Luna les permitió representarse periodos mayores: el mes (Fig. 2).

Sin embargo, el calendario lunar se mostró insuficiente dado que necesitaban predecir las estaciones y las épocas de siembra y de recolección. Día tras día, los sacerdotes sumerios anotando las posiciones de la salida y de la puesta del Sol a lo largo de las estaciones, así como los grupos de estrellas que brillaban cuando el Sol se había ocultado, obtuvieron un cúmulo de datos con los cuales llegaron a medir la duración del año con un error menor de dos horas.

Otra necesidad básica que tenían los hombres era la de buscar referencias espaciales para orientarse, para saber dónde estaban las fuentes de alimentación: caza, frutos, agua, así como los peligros potenciales como los que representaban los animales predadores. Así, observando día a día la marcha del Sol, descubrieron que siempre aparecía aproximadamente por el mismo lugar, y se ponía, también aproximadamente, en el mismo punto del horizonte.

Los habitantes del hemisferio Norte del planeta comenzaron a apreciar cómo grupos de

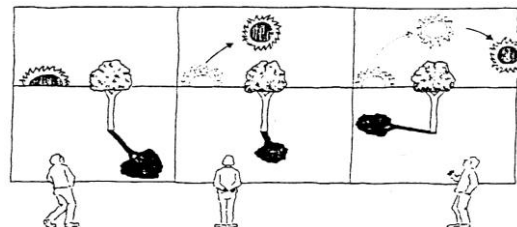


Fig. 1. La posición de las sombras funciona como reloj diario y permite orientarse.
Fuente: Averbuj. Ed. De la Torre

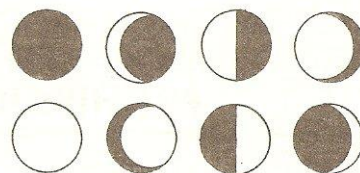


Fig. 2. Fases lunares.
Fuente: Averbuj. Ed. De la Torre

estrellas que se presentaban todas las noches en igual disposición (constelaciones), giran en torno a un punto fijo que coincide con la estrella polar. Esta estrella señala el Norte, de manera que siguiendo su dirección, les era sencillo orientarse aún en los parajes más desconocidos.

Fruto de esta observación tan minuciosa, descubrieron cinco "estrellas" que se movían independientemente de las demás (estrellas fijas) en el cielo. Estas "estrellas móviles" constituyen los cinco planetas que pueden observarse a simple vista: Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno.

Fueron los babilonios los que describieron doce constelaciones que las asociaron a ciertas figuras a las que dieron un nombre y que todavía hoy constituyen el Zodíaco (Fig. 3). Poco a poco, la observación astronómica, además de servir para predecir las estaciones, se convirtió en manos de los sacerdotes en una herramienta para predecir la influencia de los astros en la vida de cualquier persona (horóscopos). De esta manera la Astronomía y la Astrología constituyeron disciplinas parejas, hasta el siglo XVI.

¿Cuándo comenzaron los hombres a realizar preguntas desinteresadas, como las que nosotros nos hemos hecho?: ¿Qué son los astros?, ¿De qué se componen? ¿De qué tamaño es el Universo? ¿Qué lugar ocupa la Tierra en el Universo?, ¿Por qué se mueven algunas estrellas?, etc.

Realmente no lo sabemos, pues desgraciadamente los testimonios escritos son escasos hasta la época griega. Ahora bien, casi todas las civilizaciones han intentado dar un sentido a la vida y al Universo. Estas primeras explicaciones se denominan mitos. Los mitos se caracterizan por ser explicaciones en las que juegan un papel primordial los dioses u otras fuerzas, por lo que no se pueden contrastar; tan solo es cuestión de creer o no en ellas. Así los Brabmines indios, hace ya unos miles de años, pensaban que el universo estaba sostenido por un elefante que a su vez se apoyaba sobre el caparazón de una tortuga.

Sin embargo, alrededor del año 500 a.d.C., los pensadores griegos comenzaron a dar explicaciones de signo diferente, ya que descartaban a los dioses y otras fuerzas mágicas. Dos son los grandes tipos de interrogantes que surgieron en esta época y que todavía nos tienen ocupados:

1. ¿Cuál es la posición de la Tierra en el Universo?
2. ¿De qué se componen los astros?

Cuestión 1

¿Qué es un mito? ¿Hay algún mito antiguo que se mantenga en la actualidad?

Cuestión 2

Realiza una tabla con las fases del método científico y analiza si la Astrología es una ciencia o una pseudociencia. (Ten en cuenta que una pseudociencia se puede contrastar pero los seguidores hacen caso omiso de dicha contrastación)

La pregunta inicial es: ¿influyen las estrellas en el carácter y destino de las personas?

Cuestión 3

¿Por qué la estrella Polar se mantiene fija, mientras que las otras se mueven conjuntamente a lo largo de la noche?

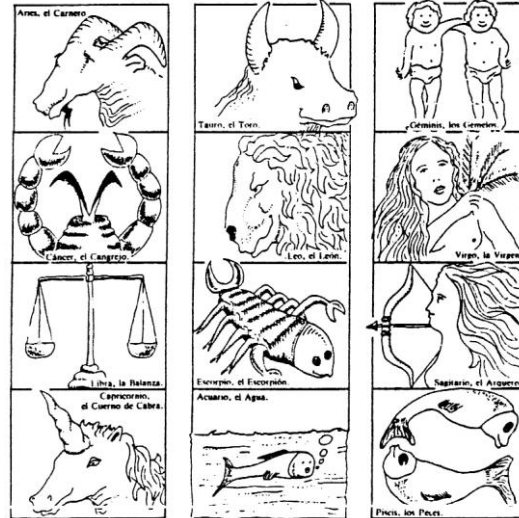


Fig. 3. Los signos del Zodíaco. Fuente: Averbuj. Ed. De la Torre

ACTIVIDAD 2

Visualización del vídeo de Cosmos: El espinazo de la noche

Cuestión 4

¿Cuáles fueron las características del pensamiento jónico?

Cuestión 5

¿Qué observación con el “ladrón de agua” o clepsidra permitió acercarse a la idea de que la materia está hecha de átomos?

Cuestión 6

¿Cuál fue la influencia de los pitagóricos en la evolución del pensamiento científico de la época?

Cuestión 7

¿En qué siglo se retomó la tradición jónica de hacer ciencia utilizando no solamente el razonamiento sino la observación y experimentación?

Cuestión 8

¿Cómo se las apañó Herschel para averiguar lo lejanas que estaban las estrellas?

ACTIVIDAD 3

Lee el siguiente texto y contesta a las cuestiones

En busca del centro del Universo

Tales de Mileto fue la primera persona que intentó sustituir las imágenes sobrenaturales, míticas, por otras más racionales. Imaginó que la Tierra era un disco plano, que se encontraba en el centro del Universo, flotando sobre agua y con un cielo a su alrededor que, según él, no era mas que agua evaporada. Era una explicación muy incipiente, pero en la que sólo había elementos naturales, no sobrenaturales.

Después algunas observaciones como la desaparición paulatina de un barco en el horizonte o la silueta de la Tierra proyectada en la Luna durante un eclipse, permitieron a los filósofos griegos concluir que la Tierra es redonda. A partir de aquí y del movimiento del Sol, de la Luna y de los demás cuerpos celestes, se formuló el modelo Geocéntrico, cuyo máximo representante fue Ptolomeo. En él, la Tierra ocupa el centro de un Universo esférico y en torno a ella giran los astros en dos esferas rígidas e invisibles. Una de las esferas corresponde a las estrellas fijas (las que se mueven simultáneamente sin cambiar de posición) y la otra a la esfera de las estrellas móviles (la de los planetas, el Sol y la Luna).

Este modelo fue cuestionado por otro sabio griego, llamado Aristarco de Samos. Aristarco sostuvo una idea revolucionaria: el centro del Universo no lo ocupaba la Tierra sino el Sol (modelo Heliocéntrico). Sin embargo, su modelo prácticamente pasó inadvertido quedando establecido el Modelo Geocéntrico.

El universo de la Edad Media era pues el Geocéntrico, aunque preñado de tintes y matices teológicos y eclesiásticos. Como puede observarse en un dibujo de la época (Fig 4), en él



Fig. 4. El Universo de las esferas rígidas de la Edad Media

figuran las esferas que sostenían el Sol y la Luna, las de los planetas y, por encima de todo ello, la gran esfera de las estrellas fijas, o bóveda celeste y como contrapartida, el inframundo, el infierno.

En los siglos XVI y XVII, aparecieron una serie de hombres: Giordano Bruno, Copérnico, Kepler, Galileo, Newton, etc., que desarrollaron e implantaron el método científico de conocimiento, revolucionando la astronomía con el triunfo de la teoría Heliocéntrica.

Quien primeramente volvió a mencionar la validez del modelo Heliocéntrico fue Copérnico. Bruno afirmó que el Sol es una simple estrella más; las estrellas no son más que soles que se encuentran muy lejos. Algunas ideas científicas han tenido y tienen mucha influencia social. Bruno fue quemado en la hoguera por ésta y otras afirmaciones. A la gente le habían enseñado que el Sol era un gran fuego creado por Dios para calentar la Tierra. Ahora era una estrella más, el Universo tenía que ser muy grande si el resto de estrellas son soles, en otros soles podría haber planetas con gente, Si fuera así, ¿habría ido Jesús también a salvarlos? No era de extrañar que la Iglesia se opusiera a la ciencia y condenara a los científicos.

Poco a poco el modelo Heliocéntrico fue imponiéndose al Geocéntrico. Explicaba de forma más simple y precisa el movimiento de los astros, siendo capaz de hacer predicciones más fiables. También explicaba mejor la duración de las estaciones del año según la latitud en la que se encuentran las distintas regiones.

Sin embargo, hasta Galileo no se dispuso de pruebas. Galileo utilizó el telescopio para observar el cielo nocturno. Argumentó que el hecho de que con el telescopio no aumentara el tamaño de las estrellas fijas, era debido a que se encontraban a una gran distancia, tal como sostuvo Bruno y, en su tiempo, Aristarco. Además, gracias a su paciente observación con el telescopio, Galileo descubrió varios satélites de Júpiter que daban vueltas en torno al planeta (aparecían y desaparecían periódicamente), sin que hubiera esfera rígida alguna que se lo impidiera. Por lo tanto, esta observación de Galileo echó por tierra la hipótesis Geocéntrica: no todos los astros daban vueltas en torno a la Tierra puesto que Júpiter tenía satélites y no había esferas rígidas sino que todos los astros estaban suspendidos en el espacio.

Por defender estas ideas que iban en contra de la doctrina eclesiástica, Galileo casi siguió la misma suerte que Bruno; evitó la muerte retractándose públicamente de sus ideas.

¿Cómo podían sostenerse en el vacío sin caerse? A esta gran pregunta nadie le dio respuesta hasta Newton. Newton postuló la existencia de la fuerza de gravitación que se contrapone a la fuerza centrífuga que tienen los astros cuando dan vueltas (los efectos de la fuerza centrífuga los puedes sentir cuando vas en coche en una curva cerrada). Todavía hoy las ideas de Newton se utilizan para poner satélites artificiales en órbita y para navegar por el espacio aprovechando la fuerza de gravitación de otros planetas.

Una vez que quedó establecido el Modelo Heliocéntrico, los científicos se dedicaron a escrutar la profundidad del Universo mediante el perfeccionamiento de los telescopios y el desarrollo de nuevas tecnologías.

En el siglo XVIII, Herschel perfeccionó los telescopios y pudo hacer un descubrimiento de gran relevancia: algunos de los puntos que a simple vista u observándolos con telescopios antiguos aparecían como estrellas, eran en realidad enjambres de millones de estrellas a los que se les llamó galaxias. Nuestro sol mismo pertenecía a una galaxia, la Vía Láctea.

Los astrónomos quedaron sorprendidos de las enormes distancias que nos separan de las estrellas, de modo que tuvieron que inventar una unidad mucho mayor que el kilómetro si no querían pasarse el día poniendo ceros. La nueva unidad que inventaron es el año-luz, que es la distancia que recorre la luz (su velocidad es de 300.000 km/s) en un año. Con los telescopios modernos, especialmente el telescopio Hubble (Fig. 5) situado en órbita, es posible apreciar galaxias que están en los límites del universo observable, a más de 10.000 millones de años-luz.



Fig. 5 Telescopio Hubble en órbita. Fuente: CMC. Ed. Bruño

Hasta el siglo XX, se pensaba que el Universo era estático, es decir, fuera lo grande

que fuera, permanecía inmóvil. A raíz de la Teoría de la Relatividad de Einstein, dos científicos, Lemaitre y Friedmann, plantean un modelo de Universo dinámico, afirmando que el Universo se encuentra en expansión y que se formó a partir de una Gran Explosión o Big Bang.

Esta hipótesis, que inicialmente fue bastante rechazada, es ahora aceptada por la mayoría de los científicos. Ello se debe a que se han realizado dos predicciones a partir de ella que han sido corroboradas. La primera predicción es que ha de poderse probar que las galaxias se estén alejando unas de otras; la segunda es que debe existir una radiación residual o eco del mismo del Big Bang.

Empecemos por la primera. Hubble se dedicaba no sólo a observar por el telescopio sino a analizar la luz de las galaxias, mediante un espectroscopio. Este aparato, que está incorporado a los buenos telescopios, difracta la luz mediante un prisma, obteniéndose un espectro de siete colores. Pero en los espectros no sólo aparecen los colores sino bandas transversales oscuras (Fig. 6). Éstas se producen porque la materia fría que hay en torno a las galaxias absorbe luz.

Analizando estas bandas oscuras, Hubble se percató de que se desplazaban hacia el rojo y de que este desplazamiento era tanto mayor cuanto más alejadas estaban las galaxias. Hubble cayó en la cuenta de que este desplazamiento hacia el rojo significa que las galaxias se alejan de la Tierra. Al igual que el sonido del motor de un coche se hace agudo cuando se acerca a nosotros y grave cuando se aleja, así el desplazamiento hacia el azul indica acercamiento y el rojo alejamiento. Esto se debe a que tanto el sonido como la luz son ondas y se achatan cuando se acercan y se alargan cuando se alejan (Fig. 7). Dado que el desplazamiento hacia el rojo indica alejamiento y que éste era el tipo de espectro de la inmensa mayoría de las galaxias analizadas, Hubble concluyó que el universo está en expansión (Fig 8).

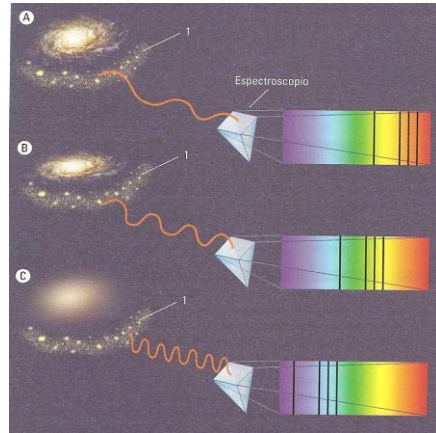


Fig. 6. La luz de las galaxias se puede analizar mediante espectroscopios. Las bandas oscuras son características de los elementos (por ej, sodio) que se encuentran en las nubes que rodean las galaxias. Su desplazamiento hacia el azul o hacia el rojo nos indica si se acercan o alejan.

Fuente: CMC. Ed. Bruño

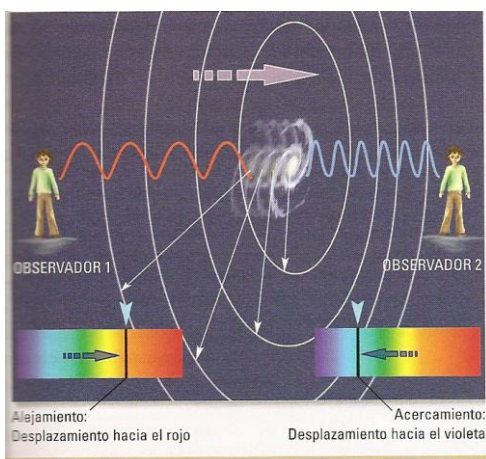


Fig 7. Las ondas de luz se achatan cuando se acercan, adquiriendo menor longitud de onda (color azul) y se alargan haciéndose de mayor longitud de onda cuando se alejan.

Fuente: CMC. Ed. Bruño

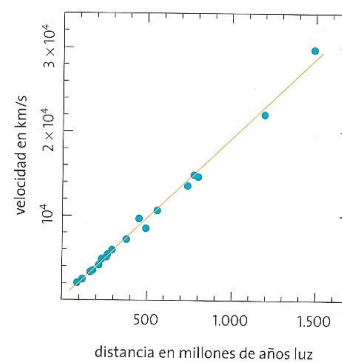


Fig 8. Representación gráfica obtenida a partir de los datos obtenidos por Hubble y otros investigadores. Fuente: CMC. Ed. Teide

La segunda predicción también ha sido corroborada. Un científico llamado Gamow afirmó que si había habido un Big Bang debería haber una radiación residual del tipo microondas de una temperatura de -270°C . En 1964, Wilson y Penzias percibieron en una antena, radiotelescopio (Fig.9), un ruido de fondo correspondiente a una débil señal de microondas. Tras analizar cuidadosamente esta señal, llegaron a la conclusión de que correspondía a la que había predicho Gamow. Así pues, quedó establecido que esta radiación de fondo de microondas es el residuo del Big Bang (Fig 10). Cuando ves nieve en la pantalla de tu TV, un 5% del ruido corresponde a la radiación de fondo.



Fig. 9 Radiotelescopios escrutando el espacio profundo en busca de radiofuentes (cuasares y pulsares). Fuente: Rivalidades científicas. J.Levy. Paraninfo

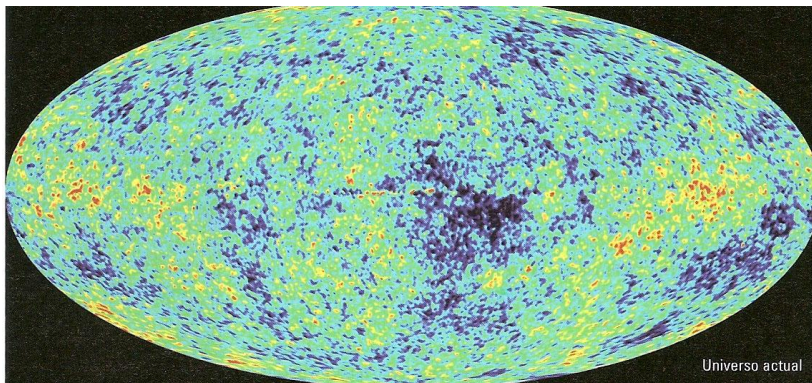


Fig 10. Mapa del Universo obtenido a partir de la radiación de fondo por el satélite WMAP . Fuente: NASA/WMAP/Dirham University

La expansión del Universo carece de centro; todas las galaxias se alejan entre sí. Para poder comprender esto, imaginemos un globo en el cual pintamos manchas separadas, como si fueran galaxias. Lo inflamos, el tejido de goma se expande y las galaxias se separan. Los puntos se separan entre sí, pero no hay un centro de expansión.

Por lo tanto, el universo no es ni geocéntrico, ni heliocéntrico, carece de centro. Las galaxias más alejadas se encuentran a unos 13.700 millones de años-luz y de los miles de millones existentes, nosotros nos encontramos en una a la que hemos denominado Vía Láctea que posee unos 100.000 años-luz de diámetro y tiene forma espiral. El Sistema Solar se encuentra en el extrarradio, en un brazo de la galaxia.



Fig. 11. El astrónomo inglés Fred Hoyle

DOCUMENTO 1

Un modelo de Universo rival

Un modelo de Universo que surgió en el siglo XX alternativo al del Big-Bang, fue el denominado Modelo Estacionario, propuesto por el astrónomo inglés Fred Hoyle. El Modelo Estacionario afirma que el Universo es eterno, es decir, siempre tiene la misma densidad y aspecto. También admite la expansión pero en lugar de sostener que se debe a una explosión inicial, defiende que hay una creación continua de materia y energía de la nada por mecanismos desconocidos que hace que a pesar de la expansión siempre tenga la misma densidad.

Tras años de investigación, nunca se ha observado ni comprobado experimentalmente que existan tales mecanismos. Además, se ha observado que existe una radiación de fondo que no es capaz de explicar este modelo y sí el del Big-Bang.

Cuestión 9

¿Qué ventajas tuvo el modelo Heliocéntrico frente al Geocéntrico?

Cuestión 10

¿Qué evidencia presentó Galileo para echar por tierra la hipótesis de las esferas rígidas del modelo Geocéntrico?

Cuestión 11

La hipótesis de las esferas rígidas nació porque no se podía concebir en aquella época que los astros flotaran en el cielo. ¿Quién presentó otra hipótesis en lugar de la de las esferas rígidas? Indica esta hipótesis

Cuestión 12

¿Qué datos permitieron desechar también el modelo Heliocéntrico?

Cuestión 13

La estrella más cercana al Sol es Alfa centauro, se encuentra a 4,5 años-luz. Imaginemos que construimos una nave que viaja a la décima parte de la velocidad de la luz, es decir, a 30.000 km/seg (las naves actuales más rápidas van a 12 km/seg). ¿Cuántos años tardarían en llegar los astronautas a esa estrella?

Cuestión 14

¿Cuánto tiempo tardaría nuestra nave en atravesar la Vía Láctea?

Cuestión 15

Fíjate en la figura 8. ¿Qué información se puede extraer de esta gráfica?

Cuestión 16

Utiliza la gráfica anterior, para calcular la distancia de las galaxias que alcanzan una velocidad de escape igual a c . ¿Por qué se denomina a esta distancia el límite del universo observable?

Cuestión 17

Completa la siguiente tabla correspondiente a la teoría del Big-Bang

FASES MÉTODO CIENTÍFICO	PRIMER CICLO
Planteamiento del problema	¿Cómo se ha formado y evolucionado el Universo?
Formulación de hipótesis y predicciones	
Contrastación	
Datos	
Conclusiones	

Cuestión 18

Lee el documento 1 y realiza una tabla similar a la anterior con el Modelo Estacionario.

Cuestión 19

La nave automática Voyager 1 lleva 33 años viajando por el Sistema Solar. Pasó cerca de Júpiter y Saturno en 1979 y 1980, respectivamente. Ahora ha llegado a una zona, a 17.381 millones de kilómetros de la Tierra. Los científicos afirman que va camino de salir definitivamente del Sistema Solar, dentro de unos cuatro años. La nave de la NASA viaja a una velocidad de 61.000 kilómetros por hora.

- Realiza los cálculos necesarios para hallar la velocidad de la nave. ¿Coincide con 61.000 km/h?
- ¿Cuánto tiempo tardaría en llegar una señal de radio desde la nave a la Tierra?



Fig. 12. Nave Voyager
Fuente: tengonoticias.com

Cuestión 20

Recuerda la influencia que tuvo en la sociedad una idea tan simple como la de Bruno: “Las estrellas son soles lejanos”. ¿Cuál crees que puede ser la influencia en nuestra sociedad de la idea de un Universo gigantesco, donde la Tierra, nuestra nave espacial, no es mas que un planeta incomunicado perteneciente a una galaxia de miles de millones de soles, que, a su vez, no es más que una entre miles de millones de ellas, separadas por un inmenso vacío?

ACTIVIDAD 4

Lee el texto siguiente y contesta a las cuestiones

Origen y evolución del Universo

Después de los éxitos de la hipótesis del Big Bang, ésta se ha convertido en la teoría más aceptada por los científicos, aunque, como veremos, todavía no es una teoría totalmente asentada, tiene dificultades para explicar recientes descubrimientos.

Según la teoría del Big Bang, toda la energía actual estuvo concentrada en un punto menor que un átomo y explotó, originándose una dispersión de energía. A medida que se expandía y se enfriaba, parte de la energía se transformó en materia (Fig. 13) (según la ecuación de Einstein, $E=mc^2$).

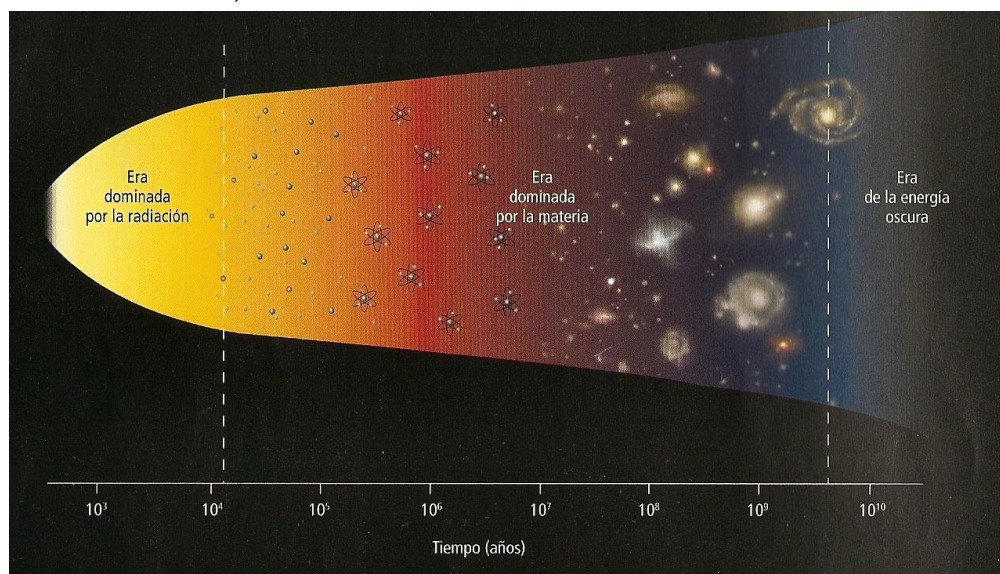


Fig 13. El Big- Bang. Origen y evolución del Universo. Hubo una era en la que sólo hubo radiación, a en la que se formaron las partículas subatómicas, más tarde los átomos de H, He y Li y con ellos se pudieron formar las estructuras que observamos: galaxias y sistemas solares. Fuente: Investigación y Ciencia, Temas 51.

Primero se formaron las partículas de materia más pequeñas, después éstas se asociaron y formaron las partículas subatómicas mayores, protones y neutrones. Todo esto ocurrió en menos de un segundo. Posteriormente, a medida que proseguía la expansión y se enfriaba más el Universo pudieron formarse algunos átomos, principalmente hidrógeno y pequeñas cantidades de helio y litio. El litio, que forma parte de la batería de de tu móvil, procede de esa época, casi tiene la misma edad que el Universo. Se cree que por entonces el Universo tenía una edad de un millón de años.

A partir de aquí, estos átomos se acercan por atracción gravitatoria, forman nubes de gases que se transformarán en galaxias con miles y miles de estrellas. El resto de los átomos se forma a partir del hidrógeno y del helio en los hornos estelares, mediante reacciones atómicas que tienen lugar en las estrellas.

Todos los átomos de la materia de nuestro planeta proceden de estrellas que ya se han extinguido, incluidos los de tu cuerpo. Los átomos se enlazan entre sí y forman miles y miles de moléculas distintas. Los átomos y las moléculas forman toda la enorme diversidad de materiales que hay en nuestro planeta y en el Universo.

Para hacernos una idea del tamaño de un átomo, imagina que tenemos un papel de 1 cm y lo dividimos en diez partes. Obtendríamos papelitos de 1 mm. Volviendo a dividir uno de ellos entre diez, de décimas de milímetro, otra vez entre diez, de centésimas. Repitiendo esta operación cinco veces más, llegaríamos a la escala atómica.

¿Cómo saben los científicos que las partículas subatómicas y los átomos se formaron y se forman así?

Así como la expansión del Universo se ha confirmado mediante la observación del desplazamiento hacia el rojo y la Gran explosión por la observación de un rescaldo de radiación de microondas, la hipótesis acerca de la formación de partículas y átomos se ha contrastado mediante experimentación, destruyendo átomos y partículas. Construyendo aceleradores de partículas cada vez más potentes, se hacen chocar átomos y partículas con el objeto de obtener energía muy concentrada (según la ecuación $E=mc^2$), que reproduce durante una fracción de segundo la energía que había en los primeros instantes del Big-Bang. En estas condiciones, aparecen fotografías de los rastros que dejan partículas subatómicas nuevas (Fig 14) que enseguida se desvanecen convirtiéndose en energía que se disipa rápidamente. Así se han detectado más de cien partículas subatómicas nuevas.

¿Qué sabe la ciencia acerca del Bang, es decir, de la pequeñísima fracción de segundo en la que explotó el Universo?

Poca cosa, pero la teoría afirma que puede aparecer una nueva partícula que inunda el espacio y que es responsable de otorgar masa a las demás, la partícula de Higgs, y quizá nuevas dimensiones espaciales. Para corroborar estas ideas se ha construido el mayor acelerador de partículas, el LHC (Large Hadrons Collider, gran colisionador de hadrones) (Figs. 15 y 16).

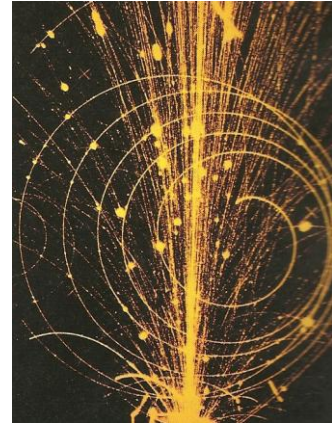


Fig. 14. Trayectorias de las partículas atómicas después de una colisión.
Fuente: CMC.Ed. Bruño

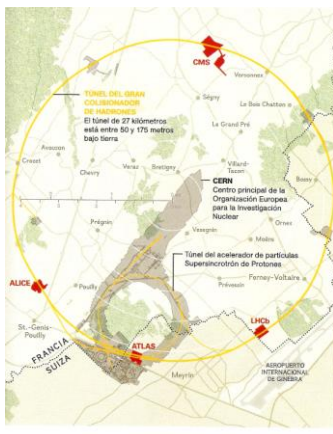


Fig 15. Anillo de 27 km del LHC

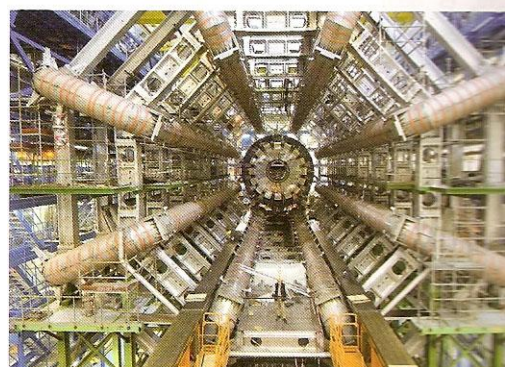


Fig. 16. Detector Atlas del LHC

En este acelerador se intentan conseguir durante una pequeñísima fracción de segundo energías nunca antes logradas con la esperanza de que aparezca esta partícula y quizá también alguna evidencia de la existencia de más dimensiones que las que conocemos, las tres espaciales y la temporal.

Así mismo, a través de otros experimentos se intenta dar una respuesta a un nuevo interrogante. Según la teoría del Big-Bang, el futuro del Universo depende del juego de dos fuerzas, la fuerza debida a la velocidad de expansión y la gravedad que origina el conjunto de galaxias; si gana la gravedad, el Universo cesará su expansión y finalmente se contraerá, si vence la expansión a la gravedad, el universo se expandirá para siempre.

Los estudios para averiguar cual es la masa y, por lo tanto, la fuerza de gravitación del propio Universo han desembocado en una sorpresa: la existencia de materia oscura, o sea, de una materia que no refleja la luz, por lo tanto es invisible, pero que es el 30% de la materia y energía existente en el Universo (sólo el 5% corresponde a la materia y energía visibles, mientras que el resto, un 65% correspondería a una energía oscura) (Fig. 17). Aunque no se puede observar, los científicos detectan su presencia por los efectos que tiene sobre la rotación de las galaxias; el cálculo de la masa visible no explica la velocidad de rotación de las galaxias y, por eso, los científicos sospechan que existe una materia oscura en las mismas.



Fig. 17. Gráfico que representa el contenido del Universo: 5% de materia y energía visibles, 30% de materia oscura y 65% de energía oscura.

Otro tipo de estudios han establecido que la expansión del Universo se está acelerando, hecho que no explica la teoría del Big-Bang. ¿Cómo es posible entonces que el Universo se esté acelerando, según muestran los últimos datos?

Los científicos han propuesto una primera hipótesis para explicar este hecho: la aceleración de la expansión se produce porque existe una energía oscura, contraria a la gravedad, que expande el Universo. ¿Qué tipo de energía es ésta? ¿De dónde procede? ¿Dónde se encuentra? Nadie lo sabe, pero los científicos esperan obtener algunas respuestas de la energía y materia oscuras en los experimentos que se van a realizar en el LHC.

Cuestión 21

¿Por qué los científicos se han visto obligados a proponer la hipótesis del multiverso?

Cuestión 22

A pesar de que la hipótesis del multiverso no ha sido todavía contrastada, ¿Crees que es una hipótesis acientífica, como la de la creación divina? ¿Por qué?

DOCUMENTO 2

CIENCIA Y RELIGIÓN: RELACIONES CONFLICTIVAS

En el siglo XIX, la ciencia sostenía que en el universo había galaxias y que era eterno y estático. Esta concepción no cuadraba con el relato del Génesis, pues allí se habla de un universo creado por Dios y de una edad limitada.

La teoría del Big-Bang fue aprovechada por el papa Pío XII para confirmar el mito del Génesis. El Universo había tenido un origen y tras ese acontecimiento seguramente estaba la mano de Dios.

Por el contrario, en la Unión Soviética (lo que ahora es a grandes rasgos Rusia) dominaba la ideología comunista. Esta sostenía que el Universo no había sido creado por Dios, sino que era eterno, no había tenido comienzo, ni tampoco tendría final. Algunos científicos de la Unión Soviética tuvieron problemas por defender la Teoría del Big-Bang y emigraron a países occidentales.

Desaparecida la Unión Soviética, todavía ha permanecido latente el conflicto entre religión y ciencia.

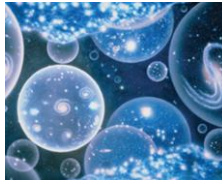


Fig. 18. Imagen del multiverso.
Fuente: lacomunidad.
elpais.com

Algunos intelectuales religiosos sostienen que si algunas constantes de la naturaleza (como por ejemplo, la masa del protón, la constante gravitatoria y otras) hubieran sido ligeramente diferentes, el Universo sería muy distinto y no habría ni átomos ni vida. Este es un problema serio al que tiene que dar respuesta la ciencia.

La hipótesis más extendida entre los científicos, aunque todavía no contrastada, es que no hay un Universo sino un multiverso; el nuestro es uno entre muchos. Estos otros poseen constantes diferentes, habrá algunos que no tengan vida y otros que la tengan. El problema es que hoy por hoy no hay manera de comunicarse con estos otros universos.

Cuestión 23

Termina de completar la siguiente tabla que recoge un resumen de la investigación sobre la formación de la materia en el Universo

FASES DEL MÉTODO CIENTÍFICO	PRIMER CICLO
Planteamiento del problema	¿Cómo se formó se formó la materia del Universo tras el Big-Bang?
Formulación de hipótesis y predicciones	Hipótesis: A medida que se enfría el Universo se forman partículas de materia a partir de la energía Predicciones:
Contrastación	
Datos	
Conclusiones	

Cuestión 24

Elabora una tabla similar a la anterior correspondiente a un Segundo ciclo de investigación después del reciente descubrimiento de que la expansión del Universo se está acelerando, indicando cuál es el nuevo problema, la hipótesis que se ha formulado y el tipo de contrastación que se va a realizar.

Cuestión 25

El LHC es un experimento internacional con un coste superior a los 6.000 millones de euros. Como contrapartida, durante su construcción se han inventado nuevas tecnologías, la más importante es la Red WWW. Valora las ventajas e inconvenientes de este experimento

Cuestión 26

¿Crees que tendrán algún límite este tipo de investigaciones?

Cuestión 27

A lo largo de la unidad hemos visto algunas tecnologías científicas ¿Qué tipo de contrastación permite realizar cada una de ellas?

ACTIVIDAD 5

Lee el texto siguiente y contesta a las cuestiones

¿Qué son las estrellas?

Las estrellas son soles que se encuentran muy lejanos. Se forma en nubes interestelares de gas (en su mayoría hidrógeno) y polvo. En estas nubes colosales, la atracción gravitatoria que se da entre las partículas produce una condensación de la nube de gas que hace que se caliente a medida que se contrae hasta alcanzar temperaturas de millones de grados que permiten el inicio de reacciones de fusión. Son las reacciones de fusión de los núcleos de hidrógeno las que permiten generar la enorme cantidad de energía (radiación) de las estrellas. Además de la energía la fusión de los núcleos de hidrógeno produce helio; este elemento también sufre nuevas reacciones de fusión nuclear originando otro tipo de átomos como el Carbono, Nitrógeno, Oxígeno, etc. Es en las estrellas donde se forman la mayoría de los

elementos que luego van a formar parte de los planetas, satélites, cometas, y otros cuerpos celestes. La materia prima a partir de la cual se forman la constituye el Hidrógeno, el Helio y el Litio que se formaron durante el Big-Bang y posterior expansión del Universo.

¿Cómo sabemos de qué están hechas las estrellas? Mediante el análisis realizado por espectroscopios. Cada elemento químico cuando está a una temperatura muy elevada emite un tipo de luz característico. Comparando estos espectros con los ensayos que se hacen en los laboratorios terrestres se puede deducir el tipo de elementos que hay en las estrellas.

Las estrellas cambian y evolucionan. Lo sabemos porque a través de fotómetros (aparatos que miden la luminosidad de una estrella o de una galaxia) detectamos estrellas de muy diferente luminosidad. La duración de la vida de una estrella y su final dependen de su masa.

Si tienen una masa similar a la del Sol, como es el caso de la mayoría de las estrellas de la Vía Láctea, entonces pueden fusionar hidrógeno durante unos 10.000 millones de años. A medida que la parte central de la estrella se queda sin hidrógeno, empieza la fusión en capas más externas. Como resultado de ello, la estrella se expande, aumenta su luminosidad y se convierte en una gigante roja. En esta fase, nuestro Sol adquirirá tal tamaño que engullirá nuestro planeta; pero para este evento todavía quedan 5.000 millones de años. Al final de esta etapa se fusionan otros elementos como el helio, el carbono, etc. generándose nuevos elementos. A medida que se agotan, la estrella pierde luminosidad y se va contrayendo al vencer la gravedad a la fuerza de expansión de la estrella. Esta fase se denomina enana blanca. Cuando la estrella se apaga definitivamente pasa a ser una enana negra.

Las estrellas que son grandes, o sea, que tienen una masa unas diez veces mayor que el Sol, tienen una vida mucho más corta, alrededor de unos dos o tres millones de años. La razón estriba en que al tener más hidrógeno, la temperatura es más elevada y las reacciones de fusión son mucho más rápidas. Cuando el hidrógeno del núcleo de la estrella se va agotando, las reacciones se transmiten a las capas más externas y la estrella estalla en una deflagración gigantesca denominada supernova (Fig. 19). Su luminosidad entonces es enorme, brillan tanto como millones de estrellas normales. Gran parte de la estrella se esparce por el espacio, pero queda un núcleo, un rescaldo de neutrones (estrella de neutrones) de una enorme masa y, en el caso de que esta masa sea extraordinariamente grande, se forma un agujero negro, situación en la que la luz que emite la estrella no puede salir de la misma debido a su enorme masa.

La materia dispersada por el espacio constituirá la materia interestelar a partir de la cual se formarán otras estrellas y planetas. Una nube interestelar comienza a girar sobre sí misma cada vez a más velocidad a medida que se va concentrando la materia. La mayor parte de la materia se concentra en el centro y forma la estrella y el resto permanece girando originando planetas por el choque de las partículas que quedan rotando alrededor de la estrella. Así se forman los sistemas solares.

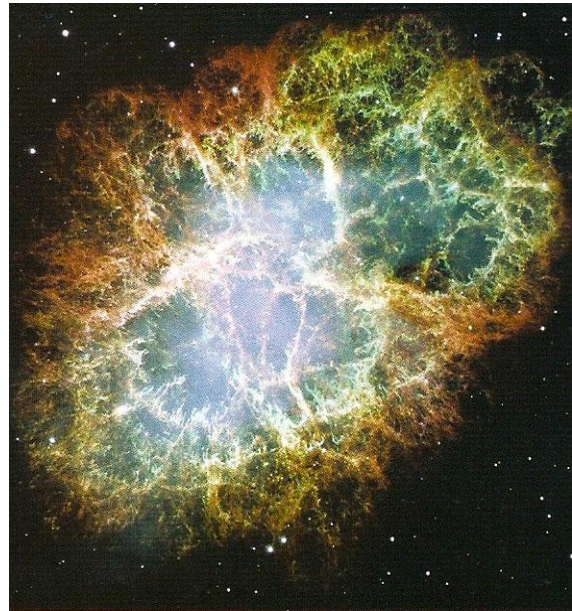


Fig. 19. Nebulosa Cangrejo, tal como se ve en la actualidad, originada por la explosión de una supernova hace aproximadamente 1000 años.

Fuente: cuerpos-celestes.blogspot.com

Cuestión 28

¿Cómo podemos saber qué elementos hay en las estrellas?

Cuestión 29

El Sol es una estrella de segunda generación ¿Qué significa esta frase? ¿Los elementos que componen nuestro cuerpo proceden del Sol? Razónalo

Cuestión 30

¿Cómo crees que se originan las nubes de gas y polvo interestelar que originan las estrellas?

Cuestión 31

Busca información en Internet sobre el ITER. ¿Qué es? ¿Cuál es su objetivo? ¿Se trata de una tecnología científica?

ACTIVIDAD 6

Lee el texto siguiente y contesta a las cuestiones

A la caza de planetas extrasolares

Giordano Bruno (1548-1600) fue el primero en publicar acerca de la posibilidad de que si nos encontráramos en un sistema solar era más que razonable pensar que en el Universo, existiesen muchos sistemas solares con planetas. Esta hipótesis se convirtió en plausible cuando se descubrieron las enormes dimensiones de nuestra galaxia y de nuestro Universo.

La razón por la que no se han descubierto hasta 1995 exoplanetas reside en la enorme distancia a la que se encuentran. Hasta esa fecha no se pudo disponer de una tecnología capaz de descubrirlos. En la actualidad dos son los métodos utilizados para detectarlos:

El primero es el método del tránsito. Cuando el planeta pasa entre nosotros y la estrella, ésta sufre una disminución de su brillo durante cierto tiempo que se repite cíclicamente. Podemos averiguar no sólo el periodo orbital del planeta y su distancia a la estrella sino también su tamaño debido a la disminución mayor o menor de la luminosidad de la estrella.

Otro método muy usado también es el de la astrometría.

Si el planeta es muy grande (de tipo Júpiter o mayor) causa una atracción apreciable sobre la estrella, lo que hace que a la vez que el planeta gire, la estrella realice también un pequeño movimiento en forma de círculo o elipse siguiendo al planeta (Fig. 20). Tal movimiento puede ser registrado por telescopios potentes.

También puede ser detectado por espectrografía, analizando el espectro de la estrella. Con este método se puede calcular la masa del planeta pero tiene como inconveniente que el planeta tiene que ser gigante para poder ser detectado el efecto.

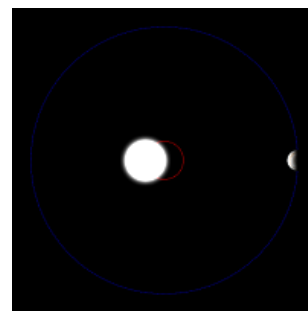


Fig. 20. Modelo de un planeta extrasolar alrededor de su estrella

Cuestión 32

¿En qué se basan los distintos métodos que permiten detectar exoplanetas

Cuestión 33

¿Cuáles son las ventajas e inconvenientes de los métodos de detección de exoplanetas?

Cuestión 34

¿Todos los planetas extrasolares detectados pertenecen a la Vía Láctea?

Cuestión 35

¿Qué tecnología ha permitido desarrollar el método del tránsito?

Cuestión 36

Se utiliza el método de la astrometría empleando un espectrógrafo, para detectar la presencia de un planeta gigante en torno a su estrella. El resultado es positivo, los análisis espectrográficos muestran que la estrella posee cierto movimiento orbital debido a la influencia de la estrella gigante.

a) ¿Qué tipos de espectros A, B, C, permiten identificar este movimiento de la estrella?

b) ¿Se podría utilizar este método para el caso en que el planeta gigante girase en torno a una estrella según un plano vertical a nuestra línea de observación desde la Tierra? Razónalo.

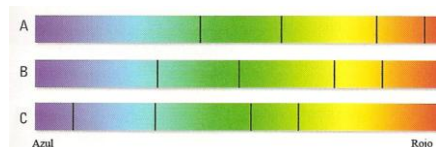


Fig. 21. Tres tipos de espectros

ACTIVIDAD 7

Realiza un mapa conceptual paso a paso enlazando los conceptos agrupados entre barras: Universo, galaxias, estrellas, sistemas planetarios / radiación, luz visible, ondas de radio / mitos, modelos científicos, teoría del Big-Bang, Modelo Geocéntrico, Modelo Heliocéntrico / predicciones, separación de las galaxias, radiación de fondo, formación de materia / espectroscopio, radiotelescopio, aceleradores de partículas / espectro, desplazamiento hacia el rojo.

Esta primera unidad nos servirá como introducción de las demás. Veremos las relaciones entre Ciencia y Tecnología y la importancia que han tenido para la Humanidad.

Tras la Revolución industrial, La colaboración entre Ciencia y Tecnología ha cambiado el mundo; la mayoría de las tecnologías que manejamos diariamente son fruto de esta colaboración. El progreso alcanzado actualmente está sustentado en la Ciencia y la Tecnología. Pero este progreso también tiene su lado oscuro; algunas de las amenazas que se ciernen sobre las sociedades, por ejemplo, el peligro de una guerra nuclear, son precisamente científico-tecnológicas. La crisis económica actual se puede ver como un riesgo derivado de la ciencia económica y su práctica actual.

Nos interesaremos también por el trabajo de los científicos. La metodología científica no emite opiniones si no han sido contrastadas. A diferencia de otras disciplinas, las científicas verifican sus hipótesis mediante la observación o el experimento, de modo que sus “verdades” se encuentran mejor fundamentadas.

1. CIENCIA Y SOCIEDAD

ACTIVIDAD 1

¿Cómo sería nuestra sociedad si no hubiera ciencia?

Escribe tus opiniones. Puesta en común

ACTIVIDAD 2

Lee el siguiente texto y contesta a las cuestiones posteriores

Las etapas del desarrollo económico y tecnológico

Primera etapa: La economía de subsistencia y la tecnología del azar

Corresponden al periodo Paleolítico. El objetivo principal de cualquier economía es la subsistencia de la gente. Ésta depende del medio natural que es el que aporta los recursos a las sociedades. Aplicando diferentes tecnologías, estos recursos se transforman en productos, por ejemplo, un palo en un arma, una piedra sílex en un cuchillo, una piel en ropa, un trozo de carne en un alimento asado. Aunque todavía no se conoce en qué momento, los sistemas económicos humanos inventaron el mercado, es decir, lugares donde las personas intercambiaban productos. Los primeros mercados eran para intercambiar productos; después en el intercambio mediaron objetos que hacían las veces de dinero, como conchas, sal, piedras. Inicialmente las innovaciones tecnológicas fueron lentas, muy lentas y, en muchos casos, fruto del azar aunque después se perfeccionaron mediante ensayo y error y el pensamiento.

Segunda etapa: La economía medieval y la tecnología del artesano

Corresponden al Neolítico avanzado. Cuando los mercados evolucionaron, pasaron de ser locales a regionales y se introdujo un elemento nuevo en el intercambio, el dinero propiamente dicho, cuya función era establecer el valor de las cosas. A diferencia del dinero



Fig. 1. Algunas herramientas usadas en el Paleolítico. Fuente: áreadigital.wikispaces.com



Fig. 2. Moneda antigua. Fuente: kalipedia .com

antiguo, el nuevo posee una estampación del rey o emperador que certifica su valor sin necesidad de pesarlo, lo que aumenta la velocidad de los intercambios. La gran innovación tecnológica de esta época fue la domesticación de plantas y animales; así empezaron la agricultura y la ganadería que posibilitaron un fuerte incremento en la obtención de alimento y un aumento de la población. Las actividades económicas se diversifican y especializan, de modo que la tecnología del artesano supone una especialización. Había personas que fundían metales y hacían diferentes objetos metálicos, entre ellos las monedas, otros se especializaban en hacer calzado, o cerámica, etc. Es la economía y la tecnología de las grandes civilizaciones antiguas, mesopotámica, egipcia, griega, romana y medieval. La tecnología se adquiere por tradición y aprendizaje, los maestros artesanos enseñan a sus aprendices las diferentes tecnologías.

Tercera etapa: La economía capitalista y la tecnología basada en la ciencia

Aunque comienza en el siglo XV, la economía capitalista experimenta un fuerte desarrollo en el siglo XVIII, con la Revolución Industrial, gracias a la colaboración entre ciencia y tecnología. Así como las economías anteriores tienen como finalidad principal la subsistencia, la de la economía capitalista es el negocio, el aumento constante del capital. La colaboración entre ciencia y tecnología que hasta ahora no se había producido propicia aumentos exponenciales en la producción. Se comienzan a diseñar máquinas utilizando conocimientos científicos,

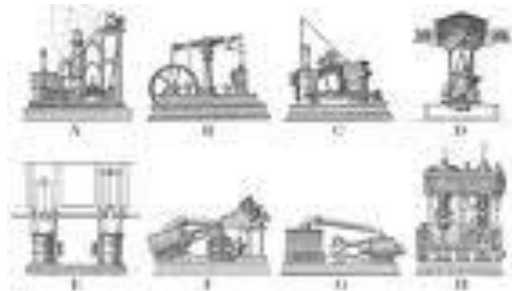


Fig. 3. Diferentes aplicaciones de la máquina de vapor. Fuente: enciclopedia.us.es

especialmente relevante fue la utilización de la máquina de vapor. Se inician una serie de innovaciones tecnológicas que suponen la introducción de nuevas energías, nuevos materiales y nuevas formas de trabajar. Así los avances en Física y Química originan tecnologías nuevas en el sector energético (petróleo, electricidad, energía nuclear) en las comunicaciones (telégrafo, teléfono, televisión, ordenadores, web) en el transporte (tren, automóvil, avión), en la producción de nuevos materiales (explosivos, fertilizantes, nailon, nuevos metales), en el desarrollo de la industria farmacéutica, etc. Los avances en Biología han contribuido a las mejoras sanitarias, a los avances en cirugía, a las mejoras agrícolas y ganaderas, etc.

Cuestión 1

Indica a qué etapa corresponde cada uno de los siguientes sistemas de iluminación: bombilla incandescente, tea o antorcha de tuétano de hueso, linterna, lámpara de aceite, lámpara fluorescente, lámpara de petróleo, vela de cera, lámpara de camping de butano.

Cuestión 2

¿Cuáles de estos sistemas de iluminación se inventaron a partir de teorías científicas?

Cuestión 3

El dinero ha sufrido una constante evolución. Primero fueron conchas, piedras, después metales, sal, más tarde monedas de oro, plata, cobre y finalmente billetes de papel. Esta evolución responde a una necesidad, favorecer los intercambios haciéndolos más rápidos y más globales. Antiguamente, cuando el dinero eran metales o sal, había que pesar los distintos materiales lo cual ralentizaba mucho el intercambio y favorecía las trampas. Después, las monedas se acuñaron con un sello institucional lo que garantizaba el peso y el valor de la moneda, sin necesidad de pesarlos lo que favoreció muchísimo las transacciones comerciales. Pero cuando los intercambios eran potentes se intercambiaban por sacos o cofres de monedas lo cual era difícil de transportar y de salvaguardar de los ladrones. Se inventó el papel moneda, aligerando el peso del dinero y separando el valor simbólico del valor real de un trozo de papel. Las instituciones certifican que tal billete vale tanto independientemente del valor del papel. Así se favorecieron también los intercambios.

¿Sabes cuál ha sido la última transformación del dinero que ha permitido realizar intercambios a distancia y a la velocidad de la luz?

ACTIVIDAD 3

El siguiente texto se centra sobre el paso de la economía feudal a la capitalista. Es muy importante entender esta transformación económica para comprender la esencia del progreso y el papel de la ciencia y la tecnología en él.

El paso de la economía medieval a la economía capitalista

Durante la Edad Media, el mercado era de subsistencia, el objetivo de las personas era producir algo para venderlo y obtener dinero suficiente para adquirir alimento, ropa, calzado, etc. Todavía hoy se pueden ver mercados de este tipo en países en vías de desarrollo.



Fig. 4. Hoy en día es frecuente ver en pueblos y ciudades mercado en la calle que durante unos días reproducen los mercados medievales

El sistema capitalista se desarrolla a lo largo de los siglos XVI y XVII y sustituye al sistema feudal de organización económica y social que imperó durante la Edad Media. La novedad fundamental del nuevo sistema económico estriba en que es un sistema de crecimiento continuo basado en la filosofía del progreso. Según dicha filosofía, la humanidad se encamina hacia un bienestar cada vez mayor, de modo que el futuro mejora permanentemente el pasado. El progreso tiene dos finalidades, el avance en diferentes terrenos y el creciente

control de los riesgos y catástrofes que se abaten sobre las sociedades humanas.

Mientras el mercado medieval se limitaba a producir e intercambiar mercancías para cubrir las necesidades humanas, el objetivo del mercado capitalista es el de producir mercancías no tanto para satisfacer las necesidades humanas como para obtener beneficios.

¿Cómo se las arreglaron los empresarios durante la Revolución Industrial para producir muchas más mercancías? En primer lugar, mediante la invención y aplicación de nuevas tecnologías que, basadas en principios científicos, multiplicaron decenas de veces la producción y posibilitaron un transporte más eficaz, en segundo lugar, gracias al descubrimiento de nuevas fuentes de energía, las energías fósiles, justo cuando la madera empezaba a escasear en Europa y, en tercer lugar, el aumento de la población que significó mano de obra en las fábricas y gente capaz de consumir lo que se producía.

La producción de ropa, calzado, muebles, alimentos y otros artículos aumentó muchísimo, los mercados dejaron de ser locales para pasar a ser regionales. Aumentó la población y las ciudades se convirtieron poco a poco en grandes urbes, en grandes centros de consumo de artículos y, por lo tanto, de recursos, así como en focos de contaminación y de producción de impactos ambientales.

Cuestión 4

¿Cuál es la esencia del mercado capitalista y en qué se diferencia del mercado medieval?

Cuestión 5

¿En qué consiste la idea de progreso? ¿Crees que la humanidad ha ido progresando continuamente? ¿Cuáles son los objetivos del progreso?

Cuestión 6

¿Cuáles fueron los principales factores que desencadenaron un aumento de la producción durante la Revolución Industrial?

Cuestión 7

¿De qué manera los avances tecnológicos contribuyen al progreso económico? ¿Y al social? Indica ejemplos.

Cuestión 8

La última frase del texto anterior hace referencia a impactos ambientales. Cita algunos de ellos

Cuestión 9

A pesar de los problemas ambientales que acarreó, la industrialización, en otros aspectos, fue positiva. ¿A qué aspecto ambiental positivo se refiere el texto?

Cuestión 10

Realiza una gráfica a partir de la siguiente tabla

Ramas industria	Millones libras 1770	Millones libras 1800	Millones libras 1831
Algodón	0,6	6,4	25,3
Hierro	1,5	2,6	7,6
Carbón	0,9	2,1	7,9
Construcción	2,4	8,6	26,5

- ¿Qué industria experimentó mayor crecimiento en términos proporcionales?
- ¿Cuál fue el factor decisivo de este crecimiento?

ACTIVIDAD 4

Mediante el siguiente texto se entenderá cómo empezaron a confluir la ciencia y la tecnología y qué influencia tuvo este proceso en el desarrollo de las sociedades. Lee el texto y contesta a las cuestiones.

Desarrollo tecnológico basado en la ciencia



Fig. 5. El filósofo F. Bacon.
Fuente: forum-psicologos.blogspot.com

A diferencia de la tecnología cuya finalidad es la invención de nuevos sistemas, instrumentos o materiales, la ciencia tiene por objeto el descubrimiento de objetos y fenómenos y la construcción de teorías para explicarlos, es decir de las causas que los expliquen.

Como hemos visto, ciencia y técnica caminaron por separado hasta la Revolución Industrial, aunque ya, en siglo XVI, un filósofo llamado Francis Bacon, intuyó que la ciencia, además de servir para descubrir la verdad, debía tener otra finalidad más práctica, el dominio de la naturaleza para mejorar así las condiciones de vida de los seres humanos. Pensaba Bacon que si se llegasen a descubrir los principios y leyes que gobiernan los procesos naturales, se podían después utilizar para “domesticar” la naturaleza, ponerla al servicio de las personas y progresar continuamente. No se confundió Bacon al exponer este objetivo. Eso es lo que precisamente ha ocurrido desde la Revolución Industrial. Se mire por donde se mire, en nuestra sociedad todo funciona gracias al desarrollo de tecnologías y, como veremos, de la ciencia.

¿Por qué se desarrolló tanto la tecnología en esta época? La respuesta estriba en que el verdadero motor del cambio tecnológico fue la economía capitalista; la Revolución Industrial necesitaba nuevos inventos para producir más mercancías y trasladarlas más rápidamente a los centros de consumo. La demanda creciente de productos manufacturados fue el motor de

la invención. Los cambios tecnológicos empezaron a ser financiados porque multiplicaban los beneficios.

El inicio de este cambio, fue la invención de la máquina de vapor que se desarrolló en las últimas décadas del siglo XVIII. Hasta mediados del siglo XVIII, había máquinas impulsadas por energía hidráulica, molinos, batanes, siderurgias, etc. pero el inconveniente de este tipo de energía era que estaba sujeta a las variaciones estacionales y que la localización de las industrias estaba supeditada a la existencia de ríos con cierto caudal. Las primeras máquinas de vapor, primero alimentadas con madera y después con carbón, eludieron estos inconvenientes, ya no estaba supeditada la producción a la geografía y a circunstancias climatológicas. Las primeras máquinas de vapor se utilizaron para achicar el agua de las minas de carbón; este combustible fósil era absolutamente esencial para abastecer las necesidades de producción energética, a medida que se aplicaron las máquinas de vapor a otras industrias: textil, transportes (ferrocarril y barco de vapor).

Hasta finales del siglo XVIII, la tecnología se desarrolló independientemente de la ciencia. En el curso de la Revolución Industrial la ciencia se convirtió en el factor determinante del desarrollo de nuevas tecnologías. La máquina de vapor se inventó por la aplicación consciente de ideas científicas sobre la fuerza y el calor. Posteriormente, de la reflexión sobre su funcionamiento nació una nueva rama de la Física, la Termodinámica.

La química empezó a aplicarse en la industria a principios del siglo XIX, tanto en la obtención de sustancias blanqueadoras como en la de tintes sintéticos y, posteriormente, en la invención de nuevos tejidos.

Pero la principal aportación de la ciencia a la tecnología, la hizo el descubrimiento de la electricidad y la formulación de la teoría electromagnética. Esto permitió inicialmente avances tan importantes como el telégrafo, el alumbrado y el motor eléctrico.

De no haber sido por la ciencia, no se hubieran desarrollado tecnologías clave para aumentar la producción de productos y mercancías y para mejorar la comunicación y el transporte y, por lo tanto, lo que conocemos hoy como Revolución Industrial se hubiera detenido o hubiera avanzado muchísimo más lentamente.

No vamos aquí a mencionar todos los avances que siguieron a este primer empujón de la Revolución Industrial, pero citaremos algunos: la aplicación del motor eléctrico a la automoción, navegación y aeronáutica, los avances de la química moderna permitieron obtener nuevos materiales: plásticos, caucho sintético, fibras artificiales, pesticidas, fármacos, especialmente, los antibióticos y la revolución tecnológica de las comunicaciones: la radio, la televisión y el teléfono.

Actualmente, esta colaboración entre ciencia y tecnología continúa siendo muy eficaz. Los gobiernos hablan de ciencia aplicada y de programas I+D, es decir de hacer investigación para potenciar el desarrollo. Después de la Segunda Guerra Mundial, la ciencia ha experimentado un desarrollo colosal con la formulación de la teoría atómica y su utilización en la producción de energía y de nuevos materiales, los avances científicos en el tratamiento de la información han permitido realizar la revolución informática cuyo instrumento clave ha sido el desarrollo del ordenador y, más adelante, la aparición de Internet, la tecnología espacial que ha revolucionado las comunicaciones, especialmente con la aparición de la telefonía móvil y el GPS y, finalmente, el desarrollo de la Biología molecular que ha originado la biotecnología moderna, concretamente, la ingeniería genética, con aplicaciones industriales, tanto agrícolas como ganaderas, la obtención de nuevos fármacos y el tratamiento de enfermedades.

En el curso de esta colaboración entre Ciencia y Tecnología se han desarrollado básicamente cuatro tipos de tecnologías para desarrollar la sociedad: la industrial, la científica, la sanitaria y la ambiental.

Algunas de estas aplicaciones tecnológicas las estudiaremos en este curso; en concreto ciertas aplicaciones biotecnológicas.

Como habrás podido comprender, de no haber sido por el auge de la ciencia y su colaboración con la tecnología, el mundo actual sería parecido al de la Edad Media; las tecnologías de entonces hubieran mejorado poco y el aumento de producción agrícola e industrial hubiera sido muy pobre. No conoceríamos la electricidad, ni la electrónica, tampoco el



Fig. 6. El motor eléctrico. Fuente: www.gyb.connections.cl

átomo y la energía nuclear, la aviación y astronáutica no hubiera sido posible y la revolución informática y de los medios de comunicación no existiría sencillamente.

Cuestión 11

¿Cuál es la diferencia esencial entre ciencia y tecnología?

Cuestión 12

En la frase de Bacon ¿Qué significa poner la naturaleza al servicio del hombre? ¿Cómo se ha cumplido este sueño de Bacon?

Cuestión 13

¿Cómo nace la necesidad de realizar nuevos inventos?

Cuestión 14

¿Por qué fue tan importante la máquina de vapor?

Cuestión 15

¿Por qué es tan importante la aplicación de la ciencia a la innovación tecnológica?

Cuestión 16

¿Qué tecnologías subyacen en la fabricación y funcionamiento de una bombilla incandescente?

¿Cuáles de ellas derivan de una aplicación consciente de alguna ciencia?

Cuestión 17

¿Cómo participan las diferentes ciencias en la agricultura de invernadero de cultivos transgénicos? ¿Participaron estas mismas ciencias en la agricultura tradicional?

Cuestión 18

¿Cómo contribuye la tecnología al avance de la ciencia?

Cuestión 19

¿Cuáles son los fines de cada tipo de tecnología: industrial, científica, sanitaria y ambiental?

2. ¿CÓMO TRABAJAN LOS CIENTÍFICOS?

ACTIVIDAD 5

Para ponernos en la piel de los científicos y saber cómo trabajan, os proponemos una actividad que simula una investigación científica.

Toda investigación científica comienza con el planteamiento de un problema; en este caso, ¿qué hay dentro del bote? Partimos de la hipótesis que asegura que hay tres pilas de 1,5 voltios. Un alumno trata de averiguar si el tipo de objetos que hay dentro del bote opaco coincide con esta hipótesis. El bote sólo puede contener objetos como los que hay encima de la mesa. Encima de la mesa hay otro bote similar al anterior vacío que puede utilizar. El alumno puede manipular el bote, pero no abrirlo.

En caso de no estar conforme, el alumno propone otra hipótesis que será contrastada por otro alumno. Así comienza un segundo ciclo de investigación.

Cuestión 20

Intenta recapitular lo que se ha hecho para averiguar lo que hay dentro del bote.

ACTIVIDAD 6

Lee el siguiente texto y contesta a las cuestiones

El método científico

No existe como tal un método científico. Dependiendo de los científicos y de la disciplina en la que se está investigando difieren los procedimientos de investigación. No obstante, conviene distinguir las siguientes etapas en el trabajo de los científicos:

- 1ª. Planteamiento de un problema (a partir de observaciones o/y reflexionando)
- 2ª. Formulación de hipótesis de las que se derivan predicciones
- 3ª. Contrastación mediante consulta bibliográfica, observación y experimentación
- 4ª. Análisis de los datos recogidos
- 5ª. Conclusiones
- 6ª. Difusión de los resultados de la investigación a la comunidad científica

La investigación hay que verla como un proceso en espiral, es decir se pueden repetir varias veces estas fases (ciclos de investigación) antes de darla por concluida. En la investigación que hemos simulado se parte de una pregunta: ¿Qué hay dentro del bote? Alguien asegura que hay 3 pilas; esa es la hipótesis que hay que contrastar. Esta hipótesis permite hacer alguna predicción como, por ejemplo, habrá tres sombras alargadas e iguales. Después se realiza la contrastación, que puede ser mediante observación o/y experimentación. Finalmente, se obtienen los datos y llegar a una conclusión: no hay 3 pilas.

La investigación puede continuar mediante un segundo ciclo de investigación y así sucesivamente hasta que los datos obtenidos estén de acuerdo o confirmen una hipótesis. En este caso enunciamos, por ejemplo, una segunda hipótesis., 1 tapón de goma y 2 pilas.

Las hipótesis se transforman en teorías cuando se han confirmado repetidas veces y por diferentes equipos de investigación.

Cuestión 21

Para reconocer mejor las etapas y ciclos de una investigación, se ha diseñado la siguiente tabla que debes completar.

Etapas	Primer ciclo	Segundo ciclo
Planteamiento problema	¿Qué hay dentro del bote?	¿Qué hay dentro del bote?
Formulación hipótesis Predicciones	3 pilas Se podrán ver 3 sombras alargadas y oiremos sonidos de objetos rodando	
Contrastación	Observación	
Análisis de datos	Sonidos y sombras	
Conclusiones	No hay tres pilas	

Cuestión 22

¿Cuál es la etapa que más nos acerca a la verdad?

Cuestión 23

Partiendo de la siguiente pregunta: ¿Cómo se forman los gemelos?, formula tu hipótesis y trata de contrastarla bibliográficamente, ya sea mediante consulta de libros o entrando en Internet. A continuación realiza una tabla como la precedente y rellénala.

ACTIVIDAD 7

En los últimos años se han obtenido los siguientes datos referentes al mar Mediterráneo. En Sicilia, una isla de este mar, se han encontrado huesos de elefantes y se ha hallado, a unos 200 metros de profundidad, excavando en las rocas del fondo del mar, una capa de sal de gran grosor, tanto es así que en esta capa de sal se ha construido mediante excavación una cueva que se ha convertido en iglesia. Los científicos piensan que alguna vez el Mediterráneo se secó, debido probablemente al cierre del estrecho de Gibraltar. Los científicos esperan encontrar fósiles de otros organismos terrestres de origen africano que confirmen dicha suposición.

Cuestión 24

Completa una tabla semejante a la anterior con el problema que se investiga, la hipótesis que se hace y la predicción que se deriva de ella.

Cuestión 25

¿Cuáles son los datos u observaciones en los que se basa esta hipótesis científica?

Cuestión 26

De ser cierta esta predicción ¿podría considerarse una teoría la desecación del Mar Mediterráneo?

3. LA CIENCIA CONTEMPORÁNEA

ACTIVIDAD 8

Lee el siguiente texto y contesta a las cuestiones.

La gran ciencia

Quizá muchos de vosotros tengáis todavía una idea equivocada de lo que es la ciencia, seguramente procedente de películas que hayáis visto. Quizá penséis que los científicos son personas raras, en algunos casos un poco locas, que se dedican de por vida a la investigación, que son despistados y un poco abandonados en su aspecto físico. Como en otros colectivos humanos, la personalidad de los científicos es muy variada, así como su forma de trabajar, sus actitudes y hábitos. Pero todos tienen que cumplir una condición: que lo que han observado y experimentado lo puedan cotejar otros científicos, de esta manera se evita que los científicos realicen especulaciones o, incluso, trampas, como en el caso del hombre de Piltdown en el que unos científicos construyeron un falso cráneo, según ellos de más de 1 millón de años, con huesos de cráneos de no más de 50.000 años y una mandíbula humana actual teñida de color amarillo para envejecerla.



Fig. 7. hombre de Piltdown.
Fuente: bloguetia.blogspot.com



Fig. 8. Proyecto Manhattan, cuya finalidad fue la construcción de la bomba atómica.

Quizá también penséis que los científicos trabajan aisladamente. Es cierto que así fue en los albores de la ciencia, cuando los estados no la subvencionaban y cuando, incluso, estuvo perseguida por el poder eclesiástico al descubrir cosas que no estaban de acuerdo con la Biblia. Pero, en la actualidad, no hay nada más lejos de esta realidad. La actividad científica está organizada, es decir, existe una política científico-tecnológica que tiene unos objetivos y un presupuesto y que coordina los centros de investigación y

universidades del país para el desarrollo de la ciencia y la tecnología. Las grandes empresas, por su parte, también invierten ingentes cantidades de dinero en investigación con el propósito de que algún día generen beneficios económicos.

Hay proyectos científico-tecnológicos que requieren un apoyo económico muy fuerte y la colaboración de miles de científicos y decenas de empresas no sólo a escala nacional sino también internacional. Entre los grandes proyectos científicos que se realizaron en el siglo pasado cabe destacar el proyecto Manhattan para la fabricación de la bomba atómica, el viaje a la Luna, la estación espacial internacional y el proyecto Genoma humano. En la actualidad, destacan el ITER y el LHC; el primero es un reactor nuclear de fusión que pretende ser el precursor de las centrales de fusión del futuro, centrales que nos proveerán –si se consigue dominar esta energía– de energía de manera ilimitada y con escasa contaminación, mientras que el segundo consiste en el experimento más grande y caro de la historia para conocer el origen del Universo y la constitución de la materia.

Cuestión 27

¿Sabes cuáles son los estudios o sea los títulos, que ha de tener un estudiante para convertirse en un físico de primera fila?

Cuestión 28

¿Qué significa que la ciencia es una actividad organizada?

Cuestión 29

¿Eres partidario de que todo lo que se pueda investigar se debe investigar o crees que hay que poner límites a la investigación científica?

4. LOS RIESGOS Y SU CONTROL. LA CRUZ DEL PROGRESO

ACTIVIDAD 9

¿Hay aspectos negativos en el progreso? ¿Tienen la Ciencia y la Tecnología responsabilidad en ellos? ¿Hasta qué punto pueden solucionar los problemas la C/T?

Escribe tus opiniones

ACTIVIDAD 10

Lee el siguiente texto y contesta después a las cuestiones

Riesgos naturales y no tan naturales

Todos los seres vivos se enfrentan a riesgos y la especie humana no se salva de ello. Los riesgos naturales son los fenómenos de la naturaleza que pueden afectar a las sociedades humanas, o bien a la salud de las personas, o bien a su economía. Los riesgos pueden ser climáticos (tormentas, huracanes, etc), geológicos (terremotos, deslizamientos de tierras, etc.) bióticos (gripe, picadura de una serpiente, plagas agrícolas, etc.)

En las sociedades del Paleolítico los hombres estaban bastante indefensos ante animales depredadores, enfermedades, las temperaturas extremas, etc. Las tecnologías que desarrollaron para defenderse de ellos fueron el fuego, las pieles, la vivienda, las armas, etc.

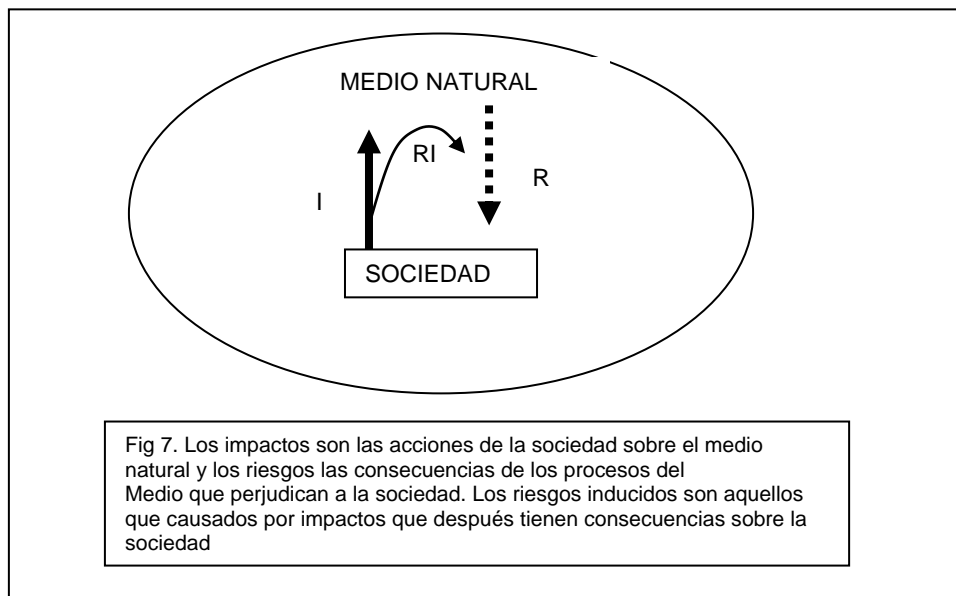
Las sociedades del Neolítico aumentaron considerablemente su población al inventar la agricultura y ganadería y mejorar los vestidos y viviendas. Sin embargo, el hacinamiento de la gente en las ciudades provocaba la transmisión rápida de las enfermedades infecciosas; con frecuencia las poblaciones eran asoladas por pestes de diverso tipo y por hambrunas cuando las cosechas, dependientes de la meteorología, eran escasas.

La Revolución Industrial trajo consigo mejoras en la sanidad, la alimentación y la vivienda que atajaron enfermedades de diverso tipo, por lo que la población, en general, mejoró mucho la esperanza de vida. Así mismo, los avances científicos en otros campos han permitido poner en marcha sistemas de predicción y prevención contra otro tipo de riesgos, como

inundaciones, huracanes, terremotos, volcanes, etc. Las tecnologías que se han desarrollado y se desarrollan para prevenir los riesgos son la tecnología sanitaria y la ambiental.

Aunque los avances científicos y tecnológicos han hecho progresar la sociedad y disminuir las consecuencias de los riesgos naturales, también han contribuido a generar riesgos importantes por la propia tecnología, como, por ejemplo, los accidentes de coches. Con todo, el mayor riesgo tecnológico es la posibilidad de una guerra nuclear que, si fuera global, devolvería a los pocos supervivientes humanos a la edad de piedra. Así, a una pregunta que le hicieron a Einstein sobre la próxima guerra nuclear, el físico contestó: “no sé cómo será la tercera guerra mundial pero sí sé cómo será la cuarta, con piedras y palos”.

Por otra parte, el crecimiento de la población humana y de la riqueza ha generado impactos en el medio natural que han desencadenado, a su vez, riesgos sobre la humanidad. Estos riesgos se denominan riesgos inducidos porque es la acción humana la que aumenta la intensidad de los procesos naturales. Por ejemplo, si una persona desvía un río para que pase cerca de su casa se arriesga a tener más inundaciones. El mayor de todos los riesgos inducidos es de sobra conocido, el aumento del efecto invernadero y el cambio climático. Como consecuencia de la toma de conciencia de los impactos y los riesgos, se ha desarrollado una tecnología ambiental que trata de reducirlos.



Cuestión 30

¿En qué se diferencian los riesgos naturales de los tecnológicos y de los riesgos inducidos?

Cuestión 31

Indica los principales factores que desencadenaron las pestes que asolaron las ciudades europeas de la Edad Media

Cuestión 32

¿Qué tecnologías se han desarrollado para aminorar los riesgos?

Cuestión 33

Las potabilizadoras de agua forman parte de la tecnología ambiental. ¿Qué riesgo tratan de controlar?

Cuestión 34

¿Cómo pueden la ciencia y la tecnología disminuir el riesgo sísmico, es decir, los daños que ocasionan los terremotos?

Cuestión 35

Se afirma que las actividades humanas están produciendo un cambio climático. ¿Sabes qué actividades humanas están potenciando este cambio climático? ¿Qué consecuencias puede

llegar a tener un cambio en el clima? ¿Pueden la ciencia y la tecnología ayudar a controlarlo y a disminuir los riesgos que tendrá para millones de personas?

ACTIVIDAD 11

INVESTIGACIÓN DE LA CRISIS ECONÓMICA

La siguiente actividad consiste en el **estudio de la crisis económica** actual.

La economía es una ciencia en evolución y desde hace ya muchos años forma parte de los estudios universitarios. También es una tecnología que consiste en la aplicación de procedimientos y técnicas económicas que han ido cambiando con el tiempo.

¿Hasta qué punto la crisis actual es un riesgo generado por la propia tecnología económica?

¿Hasta qué punto es un riesgo inducido generado por problemas ambientales? ¿Cuáles son sus causas? ¿Cuáles sus consecuencias sociales y ambientales?

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN:

La investigación se desarrollará a lo largo del curso en dos fases. En la Fase primera se realizará la investigación de las consecuencias de la crisis económica y en la segunda la de las causas que la han provocado.

FASE PRIMERA: Investigación de las consecuencias de la crisis económica

1. Planteamiento del problema: ¿Cuáles son las consecuencias de la crisis económica?
2. Formulación de hipótesis. Cada uno anota en su cuaderno algunas consecuencias que se le ocurran. Luego haremos una puesta en común.
3. Contrastación: Buscaremos bibliografía en Internet para contrastar estas consecuencias del aula.
4. Presentación de un **informe por grupo** con el siguiente guión:

- Formulación del problema que se investiga
- Formulación de hipótesis
- Contrastación de cada una de ellas
- Conclusiones
- Bibliografía

(**NOTA:** En la página siguiente, figura un modelo de informe que podéis utilizar como guía)

FASE SEGUNDA: Investigación de las causas de la crisis económica

La metodología es similar a la de la fase anterior, aunque tiene algunas diferencias.

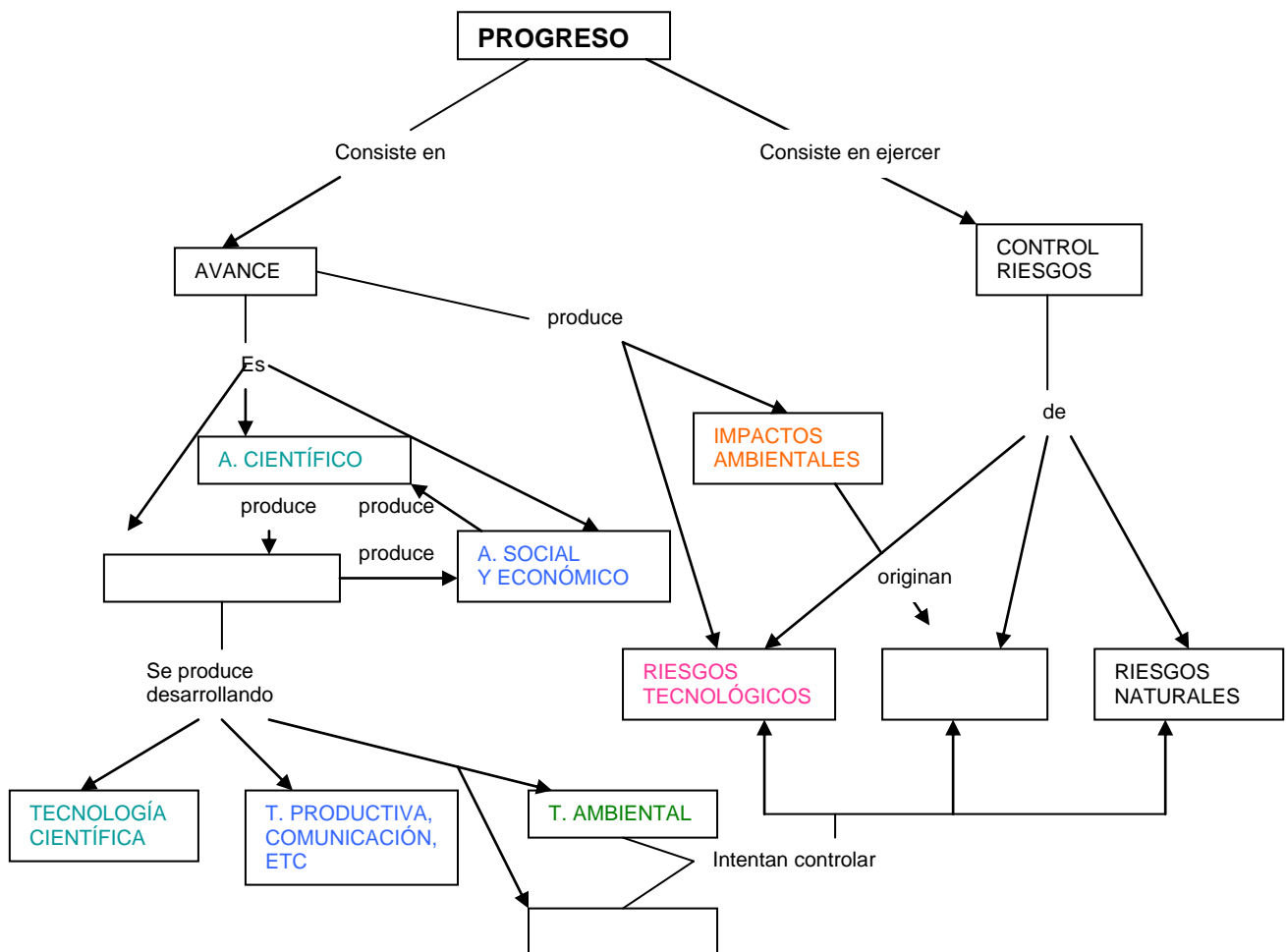
1. Planteamiento del problema: ¿Cuáles son las causas de la crisis económica?
2. Formulación de hipótesis. Cada uno anota en su cuaderno posibles causas. Luego haremos una puesta en común.
3. Contrastación: La contrastación se hará con los textos de investigación que figuran al término de esta unidad y si se desea se puede completar consultando Internet.
4. Presentación de un **informe individual** (tres páginas como mucho) con el siguiente guión:

- Formulación del problema que se investiga
- Formulación de hipótesis
- Contrastación de cada una de ellas
- Conclusiones
- Bibliografía

(**NOTA:** El profesor indicará los plazos de cada fase de la investigación)

ACTIVIDAD 12

Completa el siguiente mapa conceptual y escribe un resumen del tema a partir de él.



5. JUSTIFICACIÓN DEL PROGRAMA DE ESTA ASIGNATURA

De acuerdo con el esquema siguiente que recoge lo más importante que hemos visto, estudiaremos las siguientes unidades didácticas:

U2: Origen y evolución del Universo y de la materia

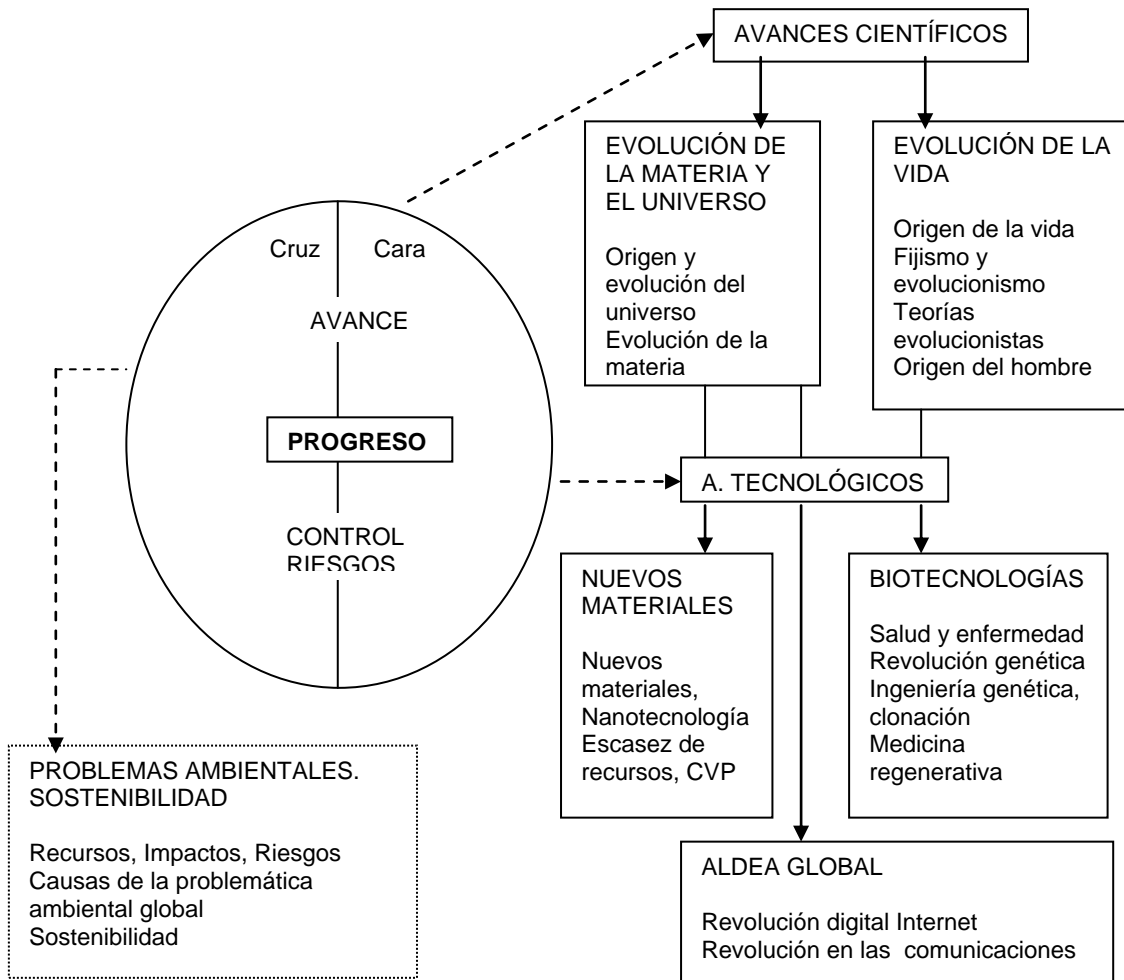
U3: Origen y evolución de la vida

U4: ¿Debemos controlar la evolución?

U5: ¿Es sostenible nuestro modo de vida?

La U2 y la U3 versan sobre teorías científicas que intentan dar cuenta de una pregunta que se ha hecho el hombre: ¿De dónde venimos? Las unidades 4 y 5 intentan dar cuenta de otra pregunta importante: ¿A dónde vamos?

Algunos de los contenidos de este esquema como los referentes a la nanotecnología los veremos con muy poca profundidad incluyéndolos en la última unidad. Los contenidos que se refieren a la revolución digital, sencillamente no los podremos ver como tales, aunque sí los aplicaremos manejando Internet y realizando investigaciones que serán presentadas en *Power point* por los alumnos.



MODELO DE INFORME

PROBLEMA

¿CUÁLES FUERON LAS CAUSAS DE LA CAÍDA DEL IMPERIO ROMANO?

HIPÓTESIS (Las hipótesis de aula fueron las siguientes)

- H1. Las causas principales fueron políticas, rencillas, asesinatos y traiciones dividieron política y militarmente al imperio
- H2. Las causas fueron militares debido al hostigamiento de los ejércitos romanos por parte de los bárbaros
- H3. Las causas fundamentales fueron económicas. Había mucha corrupción y no había dinero suficiente para mantener al ejército y a la burocracia
- H4. El cristianismo modificó los valores de la sociedad y ello provocó las crisis política y económica que destruyeron el Imperio

CONTRASTACIÓN (La contrastación se realiza con textos que aquí no figuran)

H1. Roma no tenía una política sucesoria estable, los hijos no heredaban el trono. Esto hizo que hubiera competencia por el poder, lo que inducía a la traición, al asesinato y a guerras entre diferentes sectores del ejército.

H2. Por otra parte, cada vez era más difícil mantener las fronteras, sobre todo contra los ejércitos bárbaros o germánicos. Las fronteras eran muy amplias y por otra parte, la gente romana vivía cada vez más cómodamente y se cansó de participar en el ejército, con lo cual cada vez fue más difícil controlar las fronteras.

H3. Es indudable que causas económicas influyeron en el desmoronamiento del Imperio Romano. Aunque pequeñas, en el texto hay referencias a estas causas, que a continuación voy a argumentar. Una vez acabado el período de expansión romano, gracias a las conquistas, el imperio perdió una fuente de riqueza fundamental, las arcas romanas y los silos que se llenaban con dinero y grano del exterior, respectivamente, dejaron de hacerlo. Esto obligó a las élites gobernantes a poner unos impuestos a la gente cada vez más elevados, lo que empobreció a la sociedad cada vez más. La gente del campo no podía sostenerse y emigró a las ciudades. En Roma muchos de ellos estaban en el paro y el sistema político puso en marcha un sistema de beneficencia que costaba mucho dinero.

H4. No he podido contrastar a través de la lectura del texto la causa religiosa, aunque me atrevo a asegurar que el cambio de valores que trajo consigo el cristianismo en una sociedad tan materialista como la romana, cambio de valores ligado a la creencia de una vida extraterrenal, no me parece que tuviera mucha influencia en el desmoronamiento del Imperio.

Nueva hipótesis:

En el texto de investigación aparece una causa que no había sido contemplada por nosotros. Parece que la causa profunda reside en la destrucción de la base de recursos que sustentaba el imperio. Tras su expansión territorial mediante anexión de muchos territorios tras guerras ganadas (Macedonia, Pérgamo, Siria, Galia, Egipto), sufrió después las primeras derrotas militares por parte de ejércitos germánicos, lo cual hizo que Roma se atrincherara para mantener una infraestructura necesaria para sostener el imperio. Pero el mantenimiento de esta infraestructura era costoso, necesitaba importar recursos naturales continuamente, especialmente alimentos y madera. El resultado fue una deforestación extensa para extraer madera y mantener la flota comercial, pesquera y de guerra y, al propio tiempo, aumentar la extensión de terrenos agrícolas. Como consecuencia de la deforestación se produjo un aumento de la erosión y desertización. El sobrepastoreo también contribuyó en este sentido. Muchas tierras quedaron infértiles, y varios puertos sufrieron la colmatación por sedimentos, lo que privó a algunas ciudades de recursos como la pesca y el comercio marítimo. Por otra parte, los campesinos que utilizaban el barbecho (dejar “descansar” las tierras) se vieron obligados a sobreexplotarlas para pagar los impuestos. Poco a poco los suelos perdieron fertilidad, y la producción agraria se redujo considerablemente, hasta el punto que numerosos campesinos se vieron obligados a abandonar sus tierras y emigrar a la ciudad. Roma llegó a tener más de 1 millón de habitantes pero un tercio estaba en la miseria, y los gobernantes tuvieron

que dedicar ingentes cantidades de recursos a mantener esta beneficencia pública. La despoblación del campo tuvo también otras repercusiones. Las tierras abandonadas ya no recibían cuidados: aumentó la erosión y la pérdida de fertilidad, se dejó de drenar las tierras que se inundaban en primavera, convirtiéndose en terrenos pantanosos que aumentaron la malaria y a minar la salud de la población. El descenso de población de Roma y otras ciudades por la excesiva población fiscal, la miseria en las ciudades y la muerte por plagas fue la muestra más palpable de la decadencia del Imperio. Roma, en el siglo VI después de Cristo, llegó a tener menos de 30.000 habitantes.

Roma experimentó las duras realidades que imponen las leyes de la Termodinámica. Mantener una población y una infraestructura como la suya requería ingentes cantidades de energía. Sin embargo, su régimen energético sufrió un paulatino agotamiento. Sin ninguna fuente de energía alternativa, Roma impuso una presión cada vez mayor sobre los recursos fundamentales, bosques y suelos, lo que llevó a la sobreexplotación de los mismos. Con un régimen energético debilitado y próximo al agotamiento, el imperio comenzó a resquebrajarse. Fallaron los servicios básicos, la vasta infraestructura comenzó a degradarse, el ejército se vio incapaz de mantener a raya a los invasores y el gran Imperio Romano se hundió.

CONCLUSIONES

1. Se han contrastado las hipótesis de las causas políticas, militares y económicas de modo que todas ellas contribuyeron al desmoronamiento del Imperio.
2. La nueva hipótesis de la crisis ecológica quizá fue la más básica de todas ellas, pues sin suficiente alimento no pudo sostenerse el ejército, ni la economía, ni la política imperial.
3. No se ha podido contrastar la causa religiosa.

Textos de investigación

Texto 1

La formación de burbujas en el desencadenamiento de la crisis

¿Qué son las burbujas financieras?¹

Muchos bancos e inversores en lugar de dedicarse a invertir en actividades productivas, han dedicado su dinero a obtener ganancia de una manera mucho más fácil que poniendo una empresa, especulando, es decir, vendiendo y volviendo a comprar y a vender.

Una burbuja es una situación económica en la que los inversores confían en que el precio de algo no va a dejar de crecer. La ley por antonomasia de la economía, ley de la oferta y la demanda, deja de actuar. Al contrario de lo que se espera cuando actúa el mecanismo de oferta y demanda que lleva a la regulación de los precios, en las burbujas financieras los bienes se atesoran en lugar de consumirse y cuanto más en alza están sus precios más se tiende a comprar para volver a vender con ganancia. Así se desencadenan espirales explosivas de revalorizaciones que desencadenan la burbuja.

Esto ha ocurrido en España y EE.UU con los pisos y casas. Por muchas casas que se hicieran siempre había compradores y el precio subía; la gente no compraba casas porque las necesitara sino para especular, esperaban que subiera el precio y vendían. Pero también ha ocurrido con los alimentos, lo cual ha producido el enriquecimiento de unos y el hambre de muchos millones de personas.

Ahora bien, mientras la burbuja crece se gana dinero, pero antes o después la burbuja estalla porque, además de que todo proceso económico es finito, no hay nada real que sostenga los precios al alza, sólo la confianza de los inversores en que subirá ininterrumpidamente. Cuando ocurre esto, la burbuja desemboca en una crisis y los inversores se quedan sin beneficios y los que dependen de ellos para mantener su actividad económica caen con ellos. La crisis no sólo afecta al mundo de las finanzas sino que se lleva con él a la economía real.

Un factor importante que ha contribuido al aumento de la especulación y al riesgo que conlleva, la formación de burbujas, es el papel de las nuevas tecnologías; con un sencillo *modem* se pueden comprar y vender dinero, inmuebles, acciones, bonos, etc. en un instante, durante las 24 horas del día y los 7 días de la semana..

De acuerdo con Torres², el origen inmediato de la crisis radica en la formación en EE.UU de una burbuja inmobiliaria (compra y venta de casas). La expansión enorme del mercado



¹ Torres, J (2009). La crisis financiera. Guía para entenderla y explicarla. ATTAC

² Obra citada

inmobiliario producida por la facilidad con la que los bancos daban préstamos a bajo interés, lanzó a la gente a comprar y comprar casas y pisos por necesidad o para especular.

De esta manera mucha gente adquirió hipotecas que a poco que subieran los intereses se vería imposibilitada de pagar. Y eso es lo que sucedió. Esta política atrapó a muchas familias (alrededor de 8 millones de personas con hipoteca) en una situación sin salida; empezaron los retrasos en el pago de sus cuotas y finalmente los impagos. La burbuja inmobiliaria comenzó a desinflarse y los precios de las viviendas a descender por lo que mucha gente vio cómo su hipoteca contratada poseía un valor mucho mayor que el de su vivienda en ese momento. Este es el origen de la crisis económica actual.

El impago creciente de las hipotecas desató la inseguridad y desconfianza de bancos e inversores y empezaron a restringirse los préstamos y a retirar el dinero en circulación en los mercados, lo que desató una crisis financiera. Se produjo así una falta de liquidez o sea, de dinero en circulación, no porque no lo hubiera sino porque fue retirado del mercado ante la desconfianza provocada.

Esta falta de liquidez en los circuitos financieros afectó a la financiación de la economía “real”. El estallido de la burbuja inmobiliaria se cebó rápidamente con el sector de la construcción y otros sectores dependientes de él y ya no se daban préstamos a personas y empresas lo que llevó a millones de trabajadores al paro. El paro retrajo el consumo y sin consumo la producción se contrajo todavía más.

Texto 2

Las causas profundas de la crisis

Según la teoría económica capitalista, el mercado tiene la capacidad de autorregularse. Del conjunto de los individuos, que lógicamente actúan egoístamente comprando y vendiendo según su propio interés, nace una sociedad justa porque el mercado redistribuye la riqueza espontáneamente y el resultado global es la mejor sociedad posible. Por lo tanto, la economía capitalista defiende que la intervención del Estado, regulando la economía mediante leyes, sobra puesto que el propio mercado posee la capacidad de autorregulación. Las crisis económicas llegan cuando los estados intervienen en la economía o acontezca alguna otra circunstancia que impida que el mercado funcione con total libertad.

La crisis actual demuestra que la mano autorreguladora de los mercados deja mucho que desear. Como hemos visto, es precisamente la libertad con la que ha actuado la economía financiera la que nos ha llevado a esta crisis; por el contrario, los bancos amenazados por la bancarrota han pedido –y la han tenido– la intervención de los estados inyectando mucho dinero para salvarlos de la quiebra. De modo que cuando las cosas van bien sobran los estados, pero cuando van mal bien piden la ayuda de los estados.

La casi total libertad con la que juegan los bancos con el dinero de los ciudadanos no hubiera sido posible si los políticos no hubieran hecho leyes para anular la intervención de los estados. De modo que los políticos son corresponsables de la situación y de la crisis actual. Veamos cuál ha sido la intervención de los estados, especialmente de EE.UU.

La revolución neoliberal de los años 80 del siglo pasado, llevada a cabo en EE.UU y en Inglaterra por Reagan y Thatcher, respectivamente, consistió en una serie de medidas, apoyadas por leyes, que permitieron eliminar los controles a las compañías financieras y enriquecerse enormemente a costa de las clases media y bajas.

En EE. UU., el salario medio de un trabajador (ajustado a la inflación) es hoy más bajo que hace 30 años³; mientras en los años setenta del siglo XX el 1% de la población poseía una renta nacional del 9%, hoy ese porcentaje de ricos goza de una renta del 23,5 %.

Este descenso de la renta de las familias ha forzado a la mujer a incorporarse al mercado de trabajo, pero aun así, la capacidad adquisitiva de las familias ha ido disminuyendo.

Ante las dificultades del consumo, el presidente Bush, ordenó a la Reserva Federal (El Banco Central de este país) la rebaja de los tipos de interés, pasando de un 6,55% a un mínimo histórico del 1%. Esta bajada de los tipos de interés animó a la gente a solicitar préstamos lo cual activó el consumo y la economía pero endeudó cada vez más a los estadounidenses.



³ Navarro, V (2010). Las causas de la crisis. Público 9/9/2010.

Desgraciadamente, el endeudamiento no sólo activó el consumo por lo barato que salía, sino que además podía servir para especular. Así se generó una burbuja inmobiliaria de gigantescas proporciones. Torres afirma que durante el año 2005, aproximadamente un 40% de las viviendas compradas eran segundas viviendas o fueron destinadas a especular con ellas.⁴

Los bancos se dedicaron a ofertar préstamos a bajo interés para compensar las pérdidas de beneficios por lo barato que estaba el dinero. Para lograr mayores beneficios todavía, los bancos echaron más leña al fuego ofertando hipotecas *subprime*, hipotecas de elevado riesgo que se concedían a familias que muy ajustadamente podían pagarlas, a cambio, naturalmente, de tipos de interés más elevados.

Contrariamente a la lógica común, los bancos no guardan los contratos de las hipotecas en un cajón sino que negocian con ellos. Los venden mediante una operación denominada “titulización” consistente en cambiar papel por dinero líquido. De esta manera los bancos transfieren los derechos de cobro de los préstamos pero también los riesgos. Así se vende y compra deuda por todo el planeta con el objetivo de ganar mucho dinero. Pero al mismo tiempo se extiende el riesgo; los contratos de los préstamos van pasando de mano en mano, generando una pirámide invertida que mueve millones de euros que apenas tiene que relación con la economía productiva. Dicho de otra manera, cuando una persona solicita un préstamo, el dinero de la amortización del préstamo más los intereses pactados, suponen un derecho de cobro que se va repartiendo a diversas entidades desconocidas para la persona en cuestión.

Naturalmente para que todo este tipo de transacciones pudieran hacerse de manera generalizada, tuvieron que dictarse normas por parte de los gobiernos, cada vez más conniventes con los bancos y otras empresas financieras.

La llamada revolución neoliberal, comenzada en los años 80 por Reagan y Thatcher, consistió en tres tipos de medidas que favorecieron el crecimiento de las rentas de los ricos a costa de las rentas medias e inferiores. Los tres tipos de medidas son: la desregulación de los mercados, la privatización de las empresas públicas y la disminución de las políticas sociales.

La desregulación de los mercados consiste en eliminar las normas dictadas por los estados para controlar y regular los flujos de dinero. De esta manera, los bancos y empresas financieras ya no tienen la obligación de invertir en la economía real para ayudar a las empresas a producir sino que pueden emplearlo en “jugar” y especular, asumiendo riesgos muy peligrosos, como hemos visto. Los estados además han rebajado la cota fiscal de los más ricos y no contentos con ello disponen de paraísos fiscales (estados donde permiten tener dinero en bancos sin pagar impuestos) para eludir tener que pagar impuestos a los estados.

La privatización de empresas públicas consiste en privatizar aquellas empresas propiedad del estado que dan dinero. Antes los estados tenían empresas, muchas de ellas fundamentales o estratégicas para los países, como las energéticas, algunas de comunicación y de transporte, etc. que, siendo solventes, fueron vendidas al sector privado a precios de ganga. Dada vez hay más presión para que servicios sociales básicos, como la sanidad, la educación y las pensiones pasen a manos privadas. Todo lo que huele a dinero pretende ser adquirido por compañías privadas.

Finalmente, al disponer de menos dinero debido a la menor contribución de los ricos, los estados carecen de suficiente liquidez y se ven obligados o a rebajar los servicios sociales o a endeudarse para mantener dichos servicios. De esta manera, se vuelven cada vez más dependientes de los bancos y del poder financiero, en general, y hacen políticas que no figuran en sus programas electorales, con lo cual la democracia que consiste en el poder del pueblo a través de sus representantes elegidos se va empobreciendo.

España y otros países son un buen ejemplo de esto. En las últimas décadas, los mercados se han liberalizado mundialmente, ha bajado la presión fiscal sobre los más ricos y durante la crisis se han endeudado para sostener a ciertos bancos y cajas así como para mantener los servicios sociales, de modo que ahora tiene que hacer las políticas que le dictan los mercados, privatizar, aumentar la presión fiscal sobre las clases medias y bajas y reducir servicios.

⁴ Op. citada

¿Han tenido algo que ver los factores ambientales o ecológicos en el desencadenamiento de la crisis económica?

La mayoría de los autores ni tan siquiera han contemplado esa posibilidad y algunos que lo han hecho afirman que no ha tenido incidencia alguna.

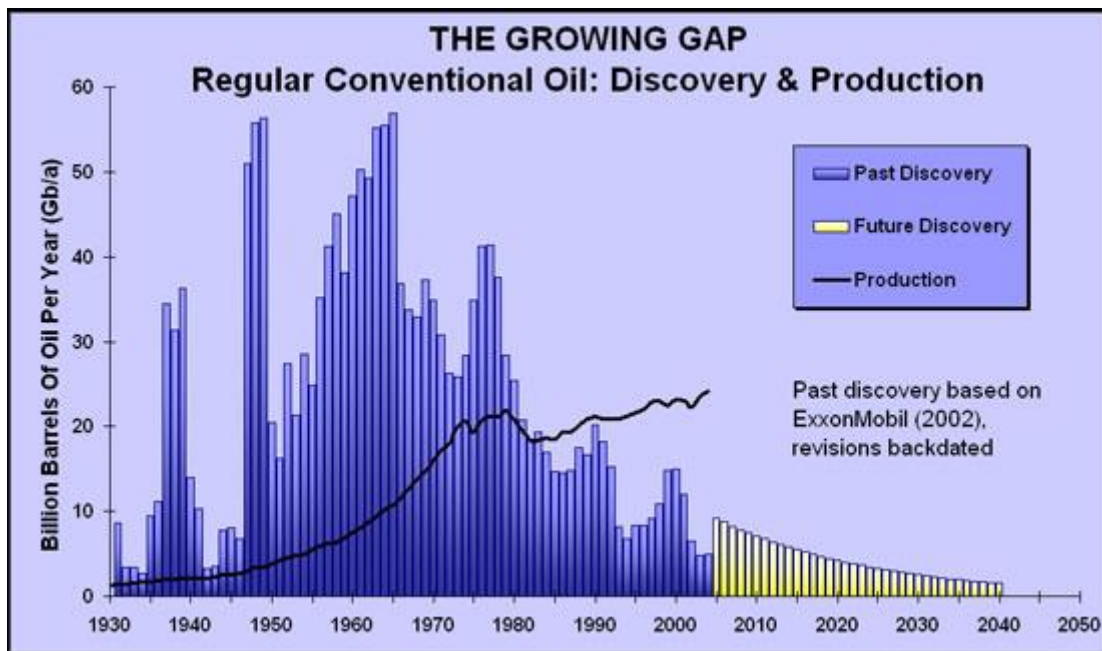
Sin embargo, Jeremy Rifkin ⁵, un economista ecológico, sostiene que la crisis financiera se desató a partir de julio de 2007 cuando el barril de petróleo llegó a los 147 dólares debido fundamentalmente al incremento de la demanda de países como China y la India.

Esta subida del precio del crudo estimuló la subida general de precios puesto que prácticamente no hay actividad alguna que no precise la energía del petróleo. La subida de precios generales determinó que el consumo comenzara a disminuir. Esto generó una falta de confianza en los bancos que detuvieron su loca carrera de préstamos.

Aunque no fuera el principal desencadenante de la crisis, probablemente el aumento del precio del petróleo espoleó la rapidez con la que sobrevino la crisis.

Ahora bien, la cantidad de petróleo por habitante tocó techo en 1979 debido a dos circunstancias, el aumento de la población mundial y el descenso del ritmo en el descubrimiento de nuevos yacimientos que ha ido cayendo desde la década de 1960 (Ver Fig. 3).

Esto significa que se está “produciendo” y quemando crudo descubierto hace muchos años por lo que cabe esperar que el petróleo se convierta en el principal factor limitante del crecimiento y, por lo tanto, que aunque no ha sido ahora, se convierta en el factor esencial que determine las futuras crisis económicas⁶.



Descubrimientos de petróleo a lo largo del tiempo y predicciones hasta el 2040. Extracción o producción de petróleo hasta el 2005.

Fuente: www.psp-sa.comArt_Petroleo.htm

⁵ Rifkin, J. (2010). Entrevista en Cinco días 23/3/2010.

⁶ Op. citada

