

Tema 5

El Desarrollo Científico y Técnico a lo largo de la Historia: Contexto Social y Logros Característicos.

Índice.

- 1. Introducción.**
- 2. Ciencia, Tecnología y Sociedad. Aspectos Generales.**
- 3. Ciencia y Tecnología Antigua.**
 - 3.1.- La tecnología en el Neolítico.**
 - 3.2.- El dominio de los metales.**
 - 3.3.- La Ciencia y la Técnica en Grecia.**
 - 3.4.- La Tecnología del Imperio Romano.**
 - 3.5.- Tecnología en la Edad Media.**
- 4. La Ciencia y la Tecnología del Renacimiento a nuestros días.**
 - 4.1.- El Renacimiento (S.XVI)**
 - 4.2.- La Era de las Revoluciones.**
 - 4.3.- La Tecnología del Siglo XX.**
- 5. Conclusiones.**

Bibliografía.

- AA.VV.(1978): **Enciclopedia Visual**, Ed. Salvat, Navarra.
- AA.VV.(1978): **Enciclopedia de Ciencia y Técnica**, Ed. Salvat, Navarra. AA.VV. (1995).
- AA.VV.(1978): **Enciclopedia Universal Planeta De Agostini**, Ed. Planeta, Barcelona.
- AA.VV.(1991): **Tecnología y Sociedad**, ICE Universidad Politécnica de Madrid.
- Miró y Rodríguez Hurtado (1991) : "**Tecnología y trabajo**" en Tecnología y sociedad, Op. C.
- Morgenstern Pitcovsky (1991) : "**Tecnología y calidad de vida**" en Tecnología y sociedad, Op. C.
- Scala Estalella (1991): "**Tecnología y transformaciones sociales**" en Tecnología y sociedad, Op. C.
- AA.VV.(1984): **Desarrollo y Medio Ambiente**, Monografías de la D.G. del Medio Ambiente (MOPU), Madrid.
- John D. Bernal: **Historia Social de la Ciencia: La Ciencia en la Historia.**

John D. Bernal: **Historia Social de la Ciencia II: La Ciencia en nuestro tiempo.**

1.- Introducción.

Al iniciar el tema que nos ocupa, nos asaltan las siguientes preguntas e interrogantes: ¿cómo ha sido el desarrollo científico y técnico a lo largo de la historia?, ¿cuál era su contexto social?, ¿cuál es la relación entre ambos?, ¿cuáles han sido los logros característicos?, Estas y otras preguntas trataremos de responderlas a lo largo del desarrollo de este tema.

Ciencia y tecnología son dos conceptos diferentes y la clarificación de estas diferencias parece fundamental para la comprensión del proceso de desarrollo científico- tecnológico.

Pero, ¿qué es la ciencia?, ¿qué es la tecnología?, ¿qué relación existe entre ambas?, ¿para qué surgen?... La ciencia es el resultado de la curiosidad del hombre por conocer el mundo que lo rodea. La tecnología surge y se desarrolla para solucionar problemas específicos de un determinado grupo social, en una situación histórica.

Sin embargo, es difícil establecer una línea divisoria entre ciencia y tecnología. Ambas están interrelacionadas y se condicionan mutuamente. En realidad, lo que caracteriza al mundo contemporáneo es un complejo científico-tecnológico, que actúa sobre el sistema natural y social afectando y transformando profundamente a ambos.

Para ello en primer lugar, vamos a exponer una idea global de la relación existente entre ciencia, tecnología y sociedad, así como sus aspectos generales.

2.- Ciencia, Tecnología y Sociedad.

En este apartado se estudian los siguientes asuntos: el mundo tecnológico relacionando aspectos técnicos, científicos, sociales y políticos, la desmitificación del carácter neutral de la ciencia, la reflexión sobre las nuevas opciones éticas implicadas en los distintos desarrollos tecnológicos, y la discusión de las distintas perspectivas para la evaluación de tecnologías así como para la elección de alternativas apropiadas en el marco de un futuro humano en el que se respeten los derechos humanos y se aliente un clima de

concordia mundial.

Se deben integrar informaciones, técnicas y métodos procedentes de distintas disciplinas; y así, partiendo de los contenidos de las Ciencias de la Naturaleza y de las diferentes Tecnologías, deberá apoyarse en las Ciencias Sociales y Humanas: la Sociología, la Psicología, la Ética y, de forma especial, la Filosofía.

A la época histórica que nos ha tocado vivir se la ha llamado la Era Tecnológica. Entender la tecnología ha pasado a constituir un factor fundamental para comprender nuestra sociedad y nuestro tiempo. La importancia adquirida por los problemas sociales de la ciencia y la tecnología hacen así muy aconsejable que las alumnas y alumnos tengan opción, al final de la Educación Secundaria Obligatoria, de reflexionar sobre las relaciones entre Tecnología, Ciencia y Sociedad de manera expresa y globalizadora y no de forma esporádica o tangencial, de manera tal que le permita interpretar el mundo desde presupuestos ciertos exentos de tópicos, recelos y prejuicios.

Los distintos sectores de la ciencia y la tecnología han contribuido de forma decisiva al bienestar humano. La actividad tecnológica permite posibilidades tan variadas como producir más y conservar mejor los alimentos, planificar la descendencia familiar y prolongar la esperanza de vida humana, conocer y ver, en el mismo momento en que se producen, acontecimientos que ocurren en otras partes del Globo, o desplazarse velozmente a otros lugares.

Hay que tener presente que los logros no se ciñen al individuo, sino que los avances los asume la especie humana. No existen fronteras ni medidas proteccionistas capaces de impedir que los instrumentos creados por el hombre aparezcan hoy, con ligeras variantes, en todos los yacimientos arqueológicos del mundo. El saber hacer se extiende en el espacio y en el tiempo. Pasa de valle a valle, de generación a generación y, salvo oscilaciones e, incluso, retrocesos accidentales, experimenta un continuo perfeccionamiento. Son los pasos de la Humanidad, que destaca así entre el resto de los vivientes, pasos de unos seres, (en palabras de Juan José Scala Estalella) que caminan erguidos, con su noble frente elevada y que, en tiempos actuales, han culminado en ese ,pequeño paso para el hombre, pero salto de gigante para la Humanidad- que le lleva a poner el pie, por primera vez, en un cuerpo celeste distinto de la Tierra. Las palabras del astronauta Armstrog sintetizan esa historia de millones de pequeños pasos de individuos, los hombres, muchos de ellos desconocidos, que integran los asombrosos avances de la especie, la Humanidad, en su

secular lucha contra el medio.

Esa actividad dirigida a resolver los problemas vitales, ese esfuerzo por vivir y vivir cada vez mejor; esa habilidad para crear instrumentos, que el medio no ofrece de manera inmediata; esa capacidad de almacenar el trabajo, no aplicándolo directamente a su fin, sino dirigiéndolo a fabricar herramientas, esa continuidad de la transmisión del conocimiento a las futuras generaciones, que les permitirá partir de un estado cada vez más avanzado; todo eso es la técnica, el arte industrial, el saber hacer. Cabe ahora preguntarnos, la evolución tecnológica, ¿comporta una transformación social?

Los avances técnicos, que ponen en manos de los hombres la solución a viejos problemas, que les permiten realizar antiguos sueños, que les ofrecen la posibilidad de adaptar su entorno natural a sus gustos y necesidades, que aumentan sus capacidades naturales hasta límites a veces impensables, ¿tienen algo que ver con la estructura y la dinámica social?. El modo de vivir; la forma de interacción de ese completo sistema, llamado sociedad; el mismo concepto de lo que es necesario y superfluo la conciencia de poder y de dominio; los temores y angustias ante el futuro; la separación en clases sociales; la educación y la cultura de los pueblos; y hasta sus mismos gustos artísticos y corrientes de pensamiento filosófico, ¿pueden ignorar el hecho tecnológico?. No dudamos en la universalidad de la respuesta.

Por otra parte, esa presencia destacada de la tecnología no se habría producido sin las aportaciones de la ciencia. Es el conocimiento científico el que ha permitido pasar del, buen saber hacer, del artesano al saber como hacer, del tecnólogo.

Ahora bien, plasmada en objetos tecnológicos, la actividad técnica está cambiando no sólo los productos y objetos a disposición del ser humano, sino también la forma de comunicarse y de entenderse los pueblos y está induciendo a profundas transformaciones culturales hasta incluso llegar a transformar la escala de valores sociales en vigor. En este sentido se pone en cuestión el carácter neutral de la ciencia y de la tecnología.

Además, ciencia y tecnología llevan aparejados importantes riesgos. No puede considerarse como bueno todo lo que sea técnicamente posible. De modo que se impone una reflexión sobre los criterios de actuación que permitan elegir las opciones más convenientes para una vida humana más rica y más

segura.

La técnica se orienta a la consecución de una vida mejor, más cómoda, más grata, más fructífera. Pero inmediatamente descubrimos que no se conseguirá fácilmente un consenso sobre lo que es vivir mejor. Cada individuo, cada generación, cada pueblo, cada cultura ha diseñado su modelo, no siempre coincidentes y, con frecuencia, antagónicos. Se desemboca así en el dominio de la axiología. Los valores que se definan como positivos, la jerarquía que entre ellos se establezca, la prioridad con que se persigan, los medios con que se defiendan, los límites en que se abandonen son demasiado complejos para intentar presentarlos en un esquema simplificado. Basta leer las biografías de los personajes y la historia de las civilizaciones, para perderse en un mar de contradicciones.

Haremos ahora algunas reflexiones en torno al concepto de tecnología, para lo que utilizaremos argumentos planteados por el profesor Rafael Burgaleta Álvarez. El término tecnología ha venido a ocupar un lugar relevante casi privilegiado, a lo largo de los últimos diez años, en las publicaciones de los epistemólogos, de los sociólogos de la ciencia, de los mismos científicos positivos e incluso, y sobre todo, de los políticos. Estos últimos especialmente han llegado a referirse al reto de una revolución tecnológica, equiparable a la revolución industrial que fue responsable de tan radicales cambios económicos, sociales y políticos, a partir de la última década del siglo XVIII. Tal vez sea demasiado pronto para separar en estas afirmaciones tan categóricas el grano de la paja, es decir, para discernir lo que hay de generalización grandilocuente y lo que se ha dado en llamar las nuevas tecnologías.

¿Es la tecnología simplemente una palabra nueva para designar lo que antes llamábamos técnica? En un sentido estricto, es preciso contestar negativamente a esta cuestión. La tecnología, en la perspectiva de los más importantes especialistas en filosofía de la ciencia (Bunge, Kuhn) es algo más que la aplicación de los descubrimientos científicos a las necesidades sociales. La tecnología implica un cuerpo estructurado de conocimientos, relacionados entre sí y orientados a unos objetivos. Pero, a diferencia de la ciencia teórica, no tiene como finalidad el establecimiento, de modelos ideales de lo real, ni la aproximación a una verdad. Sus objetivos se dirigen, en el sentido de mejorar e incluso optimizar los logros de las actividades técnico-prácticas. Sus productos finales no son un mejor conocimiento de la realidad a la luz de un paradigma teórico, sino, en expresión de Price (1969), una máquina, un medicamento, un artefacto o un proceso de cualquier tipo.

La tecnología, pues, no es ni una ciencia ni mera aplicación técnica. Es algo intermedio, que coincide con la técnica en su orientación a la aplicación, pero que, al mismo tiempo, tiene una lógica propia y una metodología científica. La tecnología se establece así en un ámbito relativamente independiente de la ciencia en sus planteamientos y aplicaciones, pero necesitado constantemente de una interacción y un contraste con los conocimientos científicos propiamente desarrollados por la ciencia. De tal manera que podemos decir que la ciencia tiene como objeto la explicación nomotética de los fenómenos reales; la tecnología, la aplicación nomotética de las explicaciones científicas, mientras que la técnica tiene como objeto la aplicación ideográfica (in situ).

En palabras de la profesora Sara Morgenstern Pitcovsky (1991), "la innovación es parte de un proceso colectivo, dónde el contexto tecnológico, económico y social juegan un importante papel".

El contexto tecnológico condiciona el espectro de los nuevos desafíos, o, mejor dicho, de situaciones problemáticas que necesitan resolverse técnicamente. Al mismo tiempo provee los recursos intelectuales que ya fueron aplicados en otras áreas y cuya extrapolación puede ser exitosa. Una vez planteado ese desafío, los nuevos aportes tecnológicos, serán tarde o temprano inevitables.

El contexto económico incide no sólo en la planificación tecnológica en función de los posibles mercados, sino que esta planificación tiene efectos sociales. Aunque globalmente considerada, la introducción de tecnología ha significado aumento de la productividad, también es cierto que al mismo tiempo ha convertido en redundantes muchos trabajos hasta entonces considerados cualificados y necesarios. Por otra parte, una opción tecnológica nunca es neutral, ni la única posible, ni siquiera la más eficaz. En una opción cualquiera se consideran múltiples determinaciones que hacen al control del proceso productivo, a las relaciones entre países, clases sociales, sexo, etc.

Por otra parte y con respecto a la influencia de la tecnología en la calidad de vida, es necesario aclarar que el concepto de calidad de vida es polisémico y requiere un contexto axiológico para explicarlo. Un ecologista lo definiría de distinto modo que un industrial, un joven distinto de un anciano, una mujer distinto que un hombre. Cada época histórica, cada cultura, cada clase social lo percibió de distinta forma y organizó con mayor o menor eficacia un "modus vivendi", de acuerdo a las posibilidades estructurales que le brindaban las sociedades específicas. Pero además, de todas estas determinantes estructurales, la

calidad de vida contiene valoraciones psicológicas que son privativas de cada individuo, independientemente de su raza, clase, sexo, país... El hecho de que Calidad de vida, constituya un concepto tan espinoso no menoscaba su relevancia sociológica, y menos si intentamos ver su relación con el desarrollo tecnológico. Al menos en los países avanzados de Occidente, son escasas las actividades humanas que no tengan referencia al mundo tecnológico.

Cabe destacar que la dimensión social está presente directa o indirectamente en el diseño de la tecnología. La aplicación de la tecnología tiene consecuencias sociales pero no cabe pensar en un solo uso unidireccional ni en unos efectos mecánicos preestablecidos. Las consecuencias sociales de la productividad del desarrollo tecnológico trascienden al ámbito particular en que se aplican, por tanto, no pueden verse con una óptica sectorial sino global. Obviamente ello no ocurre con cualquier innovación tecnológica aislada, sino dentro de un sistema tecnológico.

Por ello la tecnología, entendida como relación social, tiene sin duda efectos importantes en la calidad de vida, pero no bajo la forma de un impacto predeterminado. Estos efectos pueden ser resistidos e incluso llegar a plantear reajustes tecnológicos no: previstos originariamente. Las resistencias a determinadas tecnologías que afectan la calidad de vida ha tenido gran resonancia pública. Tal es el caso frecuente de movimientos antinucleares, el uso de conservantes artificiales o de hormonas en productos destinados al consumo humano.

En cualquier caso, el impacto social de las nuevas tecnologías es difícil de precisar. Mientras algunos autores creen posible la superación del "Fordismo", otros sostienen que estamos presenciando un "Fordismo" de nuevo cuño, pero con mayor dependencia aún de la tecnología. Lo cierto es que las respuestas no están predeterminadas, el futuro dependerá de las decisiones políticas, del peso de los sindicatos, movimientos ecologista, etc. así como de las formas de intervención del Estado. No obstante la incertidumbre de esta época de transición. es posible realizar algunas inferencias teniendo en cuenta las tendencias de los cambios que vienen desarrollando.

Según nos dice Juan Miro Chavarria (1991), La actividad tecnológica se realiza y se desarrolla porque la sociedad la demanda, de tal forma, que la sociedad es origen y a la vez destino de toda la tecnología. Una de las razones de la tecnología por la sociedad, es el constante crecimiento económico. Como toda actividad ligada al hombre, la tecnología incide en el medio ambiente. Pero incidir no es sinónimo de

destrucción o sacrificio que es como en algunos medios se plantea la acción de la tecnología con respecto al ambiente, seguramente porque ambiente se relaciona exclusivamente con naturaleza, cuando ambiente es todo lo que nos rodea, incluidos nosotros mismos. No obstante, aún fijándonos exclusivamente en el medio natural flora y fauna es de justicia reconocer que el mero devenir de la vida humana sobre la Tierra ha producido transformaciones muy importantes sobre el medio vegetal y animal. Estas transformaciones no fueron tan intensas como las debidas a la actividad industrial, pero, en cualquier caso, es evidente que las nuevas generaciones deben estar educadas, y con hábitos desarrollados en beneficio de una utilización del medio ambiente más responsable. Haciendo posible que el binomio tecnología-medioambiente no tenga por qué ser necesariamente incompatible. Sino que debe beneficiar al hombre dentro del respeto y el cuidado de su medio.

En relación con todo lo anterior, la finalidad básica de esta materia consiste, en resumen, en buscar la decantación de unos criterios de actuación que puedan propiciar las tecnologías más convenientes para un mundo más humano. La eficacia tecnológica es, sin duda, imprescindible para el progreso económico y social de la humanidad. Pero no los garantiza por sí misma. Dependiendo del mundo en que se desea vivir habrá que definir las tecnologías apropiadas para alcanzarlo.

Para conseguir lo anterior esta Disciplina facilita a los alumnos un espacio de reflexión para que la ciencia y la tecnología se analicen como procesos sociales y no sólo como métodos de conocimiento y se les conciencia de los riesgos y limitaciones de la cultura científica y tecnológica. Todo ello se sitúa, si bien con un carácter integrador, dentro de las coordenadas atribuidas a la materia de Filosofía y constituye una profundización de la misma al permitir poner en relación los diferentes contenidos considerados en ella (el ser humano, el conocimiento, la acción y la sociedad).

3.- Ciencia y Tecnología Antigua.

¿Cuales fueron los primeros logros del ser humano?, ¿cuando tuvieron lugar?, ¿para qué funciones fueron concebidos? ...

Quizás el primer acontecimiento en la historia de la tecnología fue la fabricación de una rudimentaria **hacha de mano** a partir de un guijarro, hace más de un millón de años. Otro logro tecnológico de hombre

prehistórico fue el **control y producción de fuego**, con el cual se endurecerían las puntas de las lanzas de madera. Al final del Paleolítico, hace unos diez mil años, el hombre fabricaba ya objetos de piedra, cuerno, hueso y madera de excelente calidad.

Los griegos, que tanto descollaron en filosofía y ciencia, no aportaron innovaciones tecnológicas importantes: consideraban el trabajo como cosa de esclavos.

Los romanos fueron excelentes constructores y urbanistas. Por todo su Imperio dejaron acueductos, puentes, calzadas y otras construcciones. Desarrollaron la bóveda y la cúpula; y aprovecharon eficazmente la fuerza hidráulica.

3.1.- La tecnología en el Neolítico.

En el Neolítico, el hombre aprendió **a cultivar la tierra y a domesticar a los animales** con lo que pudo establecerse en lugares fijos.

La implantación de la agricultura no ocurrió al mismo tiempo en todo el mundo. Comenzó en el Próximo Oriente y luego se propagó por todo el globo. En estos "puntos cálidos" del Neolítico, el desarrollo tecnológico aumentó rápidamente. Apareció el **arado**, la **cerámica** y el **telar**. Surgieron la primeras ciudades, y con ellas las primeras civilizaciones.

La más antigua es la de los sumerios, que se establecieron en Mesopotamia hacia el año 4000 a.C. Los sumerios inventaron la **rueda y la escritura**. La **arquitectura** tuvo también gran desarrollo.

Por entonces se construyeron en Egipto las grandes pirámides, monumentos en los que se enterraba a los faraones.

Con el tiempo fueron surgiendo otras civilizaciones, cada una de las Cuales, desarrolló conquistas tecnológicas peculiares. En China se confeccionaban vestidos de **seda** ya en el año 2000 a.C. En la cuenca del Indo entre los años 2300 y 1750 a.C. floreció una importante civilización que poseía un complejo sistema de alcantarillado, el más antiguo que se conoce.

En América, la cultura se desarrollo independientemente. Pronto florecieron importantes civilizaciones, como los Mayas, en América Central, que desarrollaron un calendario mucho mas perfecto que el utilizado en aquellos momentos en Europa; para realizar sus cálculos inventaron también el cero antes de ser conocido en Europa.

3.2.- El Dominio de los Metales.

Desde que el hombre utilizo las herramientas de piedra pulimentada, hubo que recorrer un largo trecho por el camino del perfeccionamiento técnico. Pero este camino se hubiera estancado si el hombre no hubiera descubierto el modo de utilizar los metales.

La aparición de la **Metalurgia** marca un importante hito en la historia de la tecnología. Los primeros metales que se utilizaron fueron el oro y el cobre, seguidos del estaño, pero el primer gran paso de la metalurgia fue la obtención del bronce, aleación que comenzó a utilizarse en el Próximo Oriente hace unos 5000 años. El siguiente gran paso fue el descubrimiento por los hititas del método para obtener y trabajar el hierro, hacia el año 1500 a.C.

3.3.- La Ciencia y la Técnica en Grecia.

El contacto de Grecia con las civilizaciones vecinas de Egipto y Mesopotamia va a resultar determinante para la evolución de su ciencia, superando en la mayor parte de los campos a sus maestros. La cadena de conocimientos no se ha interrumpido nunca desde la civilización griega hasta nuestros días.

En los primeros estados griegos la ciencia y la técnica se desarrollaron conjuntamente gracias al trabajo artesano. Con el desarrollo imperial de estas civilizaciones se produce aparece un desprecio por los trabajos manuales y los esfuerzos por mejorar su eficacia en parte debido a la explotación de esclavos. La ciencia griega comienza a despreciar las aportaciones y experiencias de los artesanos y queda en manos de una aristocracia ociosa.

En matemáticas se produjo un importante avance al introducir signos numerales similares a los latinos, utilizando tablas para realizar los cálculos. La geometría se desarrolló espectacularmente gracias a **Tales de Mileto y Pitágoras**, quienes desarrollaron la teoría de los triángulos semejantes y el famoso teorema,

respectivamente. A su vez Pitágoras también hace ciertas propuestas en el campo de la Astronomía como la rotación de la tierra y el Heliocentrismo.

Hipócrates fue el creador de la medicina científica con su teoría de los cuatro humores cuyo desequilibrio provocaría la enfermedad.

Aristóteles destacó en campos tan diversos como Física, por sus estudios del movimiento, y Astronomía por su defensa del geocentrismo (teoría que fue aceptada por la cultura occidental).

La cultura griega se expande con **Alejandro Magno** quien apoya la fundación del **Museo de Alejandría** donde trabajaron Arquímedes de Siracusa, Tolomeo y Eratóstenes:

- **Arquímedes de Siracusa**: Creó la estática y la hidrostática estableciendo el principio que lleva su nombre. Descubrió y aplicó la palanca, el tornillo sin fin y la rueda dentada.
- **Tolomeo**: Estableció un modelo Geocéntrico del Universo llamado Almagesto que estuvo vigente hasta el siglo XVII.
- **Eratóstenes**: Midió la circunferencia de la tierra con resultados no superados hasta el siglo XVII.

Así es que en esta época se realizaron aportaciones tecnológicas tan importantes como las siguientes: navegación, alfarería, extracción y trabajo de los metales, noria, tornillo sin fin, palanca, rueda dentada, polea ...

3.5.- La Tecnología del Imperio Romano.

Tras el declive de las ciudades griegas, fue Roma la que tomó el relevo del desarrollo tecnológico. El Imperio Romano supone un gran avance para la Ingeniería Civil ya que se potenciaron las Comunicaciones (calzadas romanas, puertos y faros) para permitir el desplazamiento de los ejércitos y los comerciantes. Por otro lado en las ciudades aparece el alcantarillado y el abastecimiento de agua mediante acueductos y presas, lo que mejora su habitabilidad.

Se produce un extraordinario desarrollo de la Minería (tanto subterránea como a cielo abierto) y la Metalurgia. Se explotaron un gran número de minas en todo su imperio de las que se obtenían metales como el bronce y el hierro (empleados en grandes cantidades sobre todo en actividades bélicas). Algunas de estas explotaciones estaban situadas en los alrededores de Cartagonova (Cartagena).

Entre las aportaciones de esta época cabe señalar el Molino de agua, el Astrolabio y la balanza.

3.5.- La Tecnología en la Edad Media.

En la Edad Media (contemplaremos la época que va desde el año 476, final del Imperio Romano de Occidente, hasta 1492, fecha del descubrimiento de América) las dificultades para subsistir, derivadas de la conmoción producida por las invasiones de los bárbaros, provocaron un movimiento migratorio de la ciudad al campo. Se establece el feudalismo como régimen organizativo, político y social. Cabe ahora preguntarse ¿Qué avances se produjeron?, ¿Fue una época creadora?

Al llegar a la Edad Media, la tecnología se estanco en Europa, solo destacan adelantos como el reloj mecánico o el perfeccionamiento de la técnica del vidrio.

El centro del progreso se desplazó al este; los chinos inventaron el **papel**, la **pólvora** y la **brújula magnética**.

Los árabes también realizaron en esta época importantes aportaciones a la tecnología. Destacaron en astronomía, matemáticas, química y medicina. Dada su situación entre Oriente y Occidente, difundieron muchos conocimientos de un lado a otro.

Hacia 1450, el alemán Johannes Gutenberg difundió la **imprenta** de caracteres móviles. La imprenta es la base sobre la que se apoya el Renacimiento científico y cultural que comienza en Europa a finales del siglo XV y se desarrolla durante todo el siglo XVI.

4.- La Ciencia y la Tecnología del Renacimiento a nuestros días.

4.1.- El Renacimiento (S.XVI)

La Edad Moderna comprende desde 1492, año del descubrimiento de América, hasta 1789, año de la Revolución francesa, y comienza con el Renacimiento. El Renacimiento es un movimiento cultural, científico, filosófico y estético que cambia la mentalidad dominante hasta entonces.

Los principales avances tienen lugar en el campo de la astronomía con las aportaciones de Copérnico, Galileo y Kepler. Además aparecen desarrollos técnicos que facilitan la extracción de minerales, gracias a eficaces sistemas de drenado y de ventilación de minas, y otros muchos instrumentos científicos como el anteojo de Galileo.

La gran epidemia de peste y la guerra de los Cien Años interrumpieron el avance científico durante más de un siglo, pero en el siglo XVI la recuperación ya estaba plenamente en marcha. En 1543 el astrónomo polaco Nicolás Copérnico publicó “De revolutionibus orbium caelestium” (Sobre las revoluciones de los cuerpos celestes), que conmocionó la astronomía.

Nicolas Copernico (1473-1543).

Astrónomo polaco, conocido por su teoría que sostenía que el Sol se encontraba en el centro del Universo y la Tierra, que giraba una vez al día sobre su eje, completaba cada año una vuelta alrededor de él. Este sistema recibió el nombre de heliocéntrico o centrado en el Sol.

Copérnico ingresó en la Universidad de Cracovia en 1491, donde comenzó a estudiar la carrera de humanidades; poco tiempo después se trasladó a Italia para estudiar derecho y medicina. En enero de 1497 Copérnico empezó a estudiar derecho canónico en la Universidad de Bolonia, alojándose en casa de un profesor de matemáticas llamado Domenico Maria de Novara que influiría en sus inquietudes. Este profesor, uno de los primeros críticos sobre la exactitud de la Geografía del astrónomo del siglo II, Tolomeo, contribuyó al interés de Copérnico por la geografía y la astronomía. Juntos observaron el 9 de marzo de 1497 la ocultación (eclipse a causa de la Luna) de la estrella Aldebarán.

En 1500, Copérnico se doctoró en astronomía en Roma. Al año siguiente obtuvo permiso para estudiar medicina en Padua (la universidad donde dio clases Galileo, casi un siglo después).

Empezó a trabajar en su obra principal, De revolutionibus orbium caelestium (Sobre las revoluciones de los

cuerpos celestes), que culminó en 1530 y fue publicado el 24 de mayo de 1543, poco antes de su muerte, por un editor luterano en Nuremberg, Alemania.

La cosmología anterior a la teoría de Copérnico postulaba un universo geocéntrico en el que la Tierra se encontraba estática en el centro del mismo, rodeada de esferas que giraban a su alrededor. Dentro de estas esferas se encontraban (ordenados de dentro a afuera): la Luna, Mercurio, Venus, el Sol, Marte, Júpiter, Saturno y, finalmente, la esfera exterior en la que estaban las llamadas estrellas fijas. En la antigüedad era difícil de explicar por cosmólogos y filósofos el movimiento aparentemente retrógrado de Marte, Júpiter y Saturno. En ocasiones, el movimiento de estos planetas en el cielo parecía detenerse y comenzaban a moverse en sentido contrario. Para poder explicar este fenómeno, los cosmólogos medievales pensaron que los planetas giraban en un círculo que llamaban epiciclo, y el centro de cada epiciclo giraba alrededor de la Tierra, trazando lo que denominaban una trayectoria deferente.

La teoría de Copérnico establecía que la Tierra giraba sobre sí misma una vez al día, y que una vez al año daba una vuelta completa alrededor del Sol. Además afirmaba que la Tierra, en su movimiento rotatorio, se inclinaba sobre su eje (como un trompo). Sin embargo, aún mantenía algunos principios de la antigua cosmología, como la idea de las esferas dentro de las cuales se encontraban los planetas y la esfera exterior donde estaban inmóviles las estrellas. Por otra parte, esta teoría heliocéntrica tenía la ventaja de poder explicar los cambios diarios y anuales del Sol y las estrellas, así como el aparente movimiento retrógrado de Marte, Júpiter y Saturno, y la razón por la que Venus y Mercurio nunca se alejaban más allá de una distancia determinada del Sol. Esta teoría también sostenía que la esfera exterior de las estrellas fijas era estacionaria.

Una de las aportaciones de la teoría de Copérnico era el nuevo orden de alineación de los planetas según sus periodos de rotación. A diferencia de la teoría de Tolomeo, Copérnico vio que cuanto mayor era el radio de la órbita de un planeta, más tiempo tardaba en dar una vuelta completa alrededor del Sol. Pero en el siglo XVI, la idea de que la Tierra se movía no era fácil de aceptar y aunque parte de su teoría fue admitida, la base principal fue rechazada.

Entre 1543 y 1600 Copérnico contaba con muy pocos seguidores. Fue objeto de numerosas críticas, en especial de la Iglesia, por negar que la Tierra fuera el centro del Universo. La mayoría de sus seguidores servían a la corte de reyes, príncipes y emperadores. Los más importantes fueron Galileo y el astrónomo

alemán Johannes Kepler, que a menudo discutían sobre sus respectivas interpretaciones de la teoría de Copérnico.

El astrónomo danés Tycho Brahe llegó, en 1588, a una posición intermedia, según la cual la Tierra permanecía estática y el resto de los planetas giraban alrededor del Sol, que a su vez giraba también alrededor de la Tierra.

Con posterioridad a la supresión de la teoría de Copérnico, tras el juicio eclesiástico a Galileo en 1633, que lo condenó por corroborar su teoría, algunos filósofos jesuitas la siguieron en secreto.

Kepler (1571–1630)

De nacionalidad alemana a partir de 1600 se dedicó a la astronomía como ayudante de Tycho Brahe, a quien sucedió como astrónomo y matemático de la corte del emperador Rodolfo II, en Praga. Entre los años 1605 y 1619 formuló las tres leyes del movimiento planetario que llevan su nombre, y que permiten la exacta especificación matemática de las trayectorias descritas por los planetas que giran alrededor del sol. También formuló algunas leyes ópticas y en 1611 construyó un telescopio. Defendió en diversas obras la visión heliocéntrica sostenida por Copérnico. Autor de las llamadas Tablas rudolfinas (1627).

Leyes experimentales, enunciadas por J. Kepler, sobre el movimiento de los planetas alrededor del sol:

- Primera ley de Kepler: los planetas describen órbitas elípticas, en uno de cuyos focos se halla el Sol(1609).
- Segunda ley: las áreas barridas por el rayo vector que une el centro del Sol con el centro de un planeta son proporcionales a los tiempos empleados en barrerlas (velocidad areolar constante).
- Tercera ley establece que los cuadrados de los tiempos empleados por los planetas en su movimiento de revolución sideral son proporcionales a los cubos de los semiejes mayores de sus órbitas (1619).

Galileo (Pisa 1564-Arcetri 1642)

Astrónomo y físico italiano. Considerado como uno de los padres de la mecánica moderna, especialmente por la introducción del cálculo matemático en el estudio de las leyes físicas. En 1589 fue nombrado profesor en el estudio de Pisa, donde compuso un texto sobre el movimiento en el que criticaba las explicaciones aristotélicas sobre la caída de los cuerpos y el movimiento de los proyectiles. En 1592 fue

elegido profesor de matemáticas en la universidad de Padua, donde se ocupó de asuntos técnicos como la arquitectura militar y la topografía, desarrollando invenciones como una máquina para elevar agua, un termoscopio y un procedimiento mecánico de cálculo expuesto en *Le operazioni del compasso geometrico e militare* (1606). En 1609 transformó un anteojo fabricado en Holanda en un auténtico telescopio, con el que observó que la Luna no era una esfera perfecta, como se deduciría de las teorías de Aristóteles, sino un lugar con una geografía accidentada. Descubrió cuatro satélites que giraban alrededor de Júpiter, poniendo en duda la afirmación de que la Tierra era el centro de todos los movimientos celestes, y reforzando la teoría heliocéntrica de Copérnico. Expuso sus observaciones en el texto *Sidereus nuncius* (1610). En 1632 consiguió el imprimatur para su obra *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*, a pesar de lo cual fue sometido a proceso eclesiástico en 1633 por defender la teoría heliocéntrica y condenado a reclusión perpetua. Obligado a abjurar de sus creencias, se le atribuye la célebre frase «Eppur si muove» («sin embargo, se mueve»). Escribió asimismo *Discorsi e dimostrazione matematiche intorno a due nuove scienze* (1636). En 1992 la Iglesia rehabilitó públicamente a Galileo.

4.2.- La Era de las Revoluciones.

¿Cuáles han sido los acontecimientos que han impulsado los grandes avances científico-tecnológicos durante los últimos siglos?...

Los grandes acontecimientos que condujeron a la ciencia y a la tecnología hacia los caminos que en la actualidad recorren fueron los profundos cambios que tuvieron lugar durante el s. XVIII. Dos son los acontecimientos más significativos de esta época: la **Revolución francesa**, de hondas aplicaciones sociales, y la **Revolución Industrial**, de gran importancia para el desarrollo de la tecnología.

La Revolución francesa: trajo consigo una forma de pensar más racional y científica. Entre sus consecuencias figuran el fuerte impulso dado a las matemáticas. El matemático inglés Charles Babbage (1791-1871) construyó la primera **máquina de calcular**, base de los modernos computadores.

La Revolución Industrial: fue el fenómeno histórico que más ha repercutido en la vida del hombre desde la invención de la agricultura. Se inició a finales del s. XVIII en Gran Bretaña, extendiéndose posteriormente a otros países de Europa, como Francia y Alemania, y a los Estados Unidos.

Tres fueron las innovaciones que contribuyeron más decisivamente: el empleo de **carbón mineral** como **combustible**, la **producción de acero** mediante refinado del hierro y la invención de la **máquina de vapor** por Thomas Newcornen y James Watt, que proporcionó una fuente de energía poderosa y autónoma. De este modo se suministró a la industria la posibilidad de emplear una cantidad limitada de energía, lo que significó el gran salto hacia ,delante de la tecnología dado el gran crecimiento de la industria en el s. XIX, consecuencia del desarrollo de sistemas de producción y control de energía a gran escala. Dado que los sistemas empleados hasta entonces, como los molinos de viento o los de agua, no podían proporcionar la energía suficiente.

La industria textil fue la pionera. Se inventó la **máquina de hilar**, y en 1784 Cartwright perfeccionó el telar mecánico. Al año siguiente se aplicó la máquina de vapor a una industria textil algodonera, y pronto se extendió a todo tipo de industrias.

La Revolución Industrial creó una fuerte demanda de conocimiento sobre las propiedades de las sustancias y, consecuentemente, dio lugar a un renovado desarrollo de la **química**.

En el año 1746, el británico John Roebuck inventó el **método de las cámaras de plomo** para producir ácido sulfúrico a gran escala, marcando el comienzo de la industria química. En el s. XIX, el interés se desplazó en gran medida a la química orgánica: en 1856, el inglés W. H. Perkin obtuvo el primer **colorante artificial**, un derivado de anilina. Diez años más tarde Nobel inventó la **dinamita**, y en 1892 se comenzó a fabricar la primera **fibra artificial**, el rayón. En 1839, el americano Charles Goodyear inventó la **vulcanización de caucho**, surgiendo una poderosa industria.

La Revolución Industrial estimuló la búsqueda de los principios que relacionaban el movimiento con otros fenómenos, tales como la **electricidad** Michael Faraday (1791-1867) inventó la **dinamo** y sentó los fundamentos del **motor eléctrico** Thornas A. Edison inventó en 1879 la **lámpara de Filamento**. Con la aparición de las **centrales generadores**, a finales del s.XIX, la electricidad pudo ser producida y distribuida, prácticamente sin limitaciones, a fábricas e incluso a viviendas.

Otra importante fuente de energía, el **petróleo** empezó a tomarse en consideración durante la segunda mitad de ls.XIX. En 1859, el americano Edwin Drake perforó con éxito el primer **pozo petrolífero**.

Paralelamente se desarrolló el **motor de combustión interna**: el primer **automóvil** con este motor lo construyeron los alemanes Daimier y Benz en 1885.

El desarrollo de los transportes y las comunicaciones puede considerarse, por su rapidez, como una revolución dentro de la Revolución Industrial. Se realizaron grandes mejoras en la construcción de las vías de comunicación. McAdam inventó en 1815 un nuevo método de construcción de **carreteras**; y en 1869 se inauguró el **canal de Suez**. Pero los progresos más sensacionales se debieron al empleo del vapor para mover los vehículos: el transporte marino se revolucionó con los **barcos de vapor**, apareciendo los viajes transatlánticos regulares. Y en 1825, G. Stephenson inauguró la primera **línea de ferrocarril**, en Inglaterra. Gracias a ello se impulsaron las industrias minera y metalúrgicas, afianzándose definitivamente la industrialización.

Pero, ¿cuáles fueron las repercusiones sociales más importantes?, ¿cómo se modificaron los hábitos sociales?, ¿qué sucedió con la agricultura? ...

Las repercusiones sociales fueron muy profundas. La fábrica sustituyó al taller familiar como centro de trabajo. La agricultura comenzó a mecanizarse a principios del s. XIX., lo que produjo un excedente de mano de obra agrícola que pasó del campo a la ciudad, buscando trabajo en la industria. De este modo aparecieron los suburbios en las afueras de las grandes ciudades, donde los obreros vivían en deplorables condiciones higiénicas.

Pero, ¿terminan aquí todos los avances tecnológicos de la época?, ¿existe algún otro campo en el que aparezcan nuevos avances?, ¿cuál es este? ...

La aparición de la **fotografía** (la primera fue tomada por el francés J. Niepce en 1826), de] **telégrafo** (el americano S. Morse tendió la primera línea telegráfica e 1844) y del **teléfono** (inventado por el americano A. G. Bell en 1876) ensanchó extraordinariamente los horizontes de la comunicación.

4.3.- La tecnología del siglo XX.

¿Cuáles han sido los avances científico-tecnológicos durante este siglo?, ¿ha sido próspero este siglo con respecto a los anteriores? ...

Hacer un resumen histórico de la tecnología de nuestro siglo es extraordinariamente difícil, pues en él se han producido más avances que en el resto de la historia tecnológica. A ello han contribuido en gran medida las dos guerras mundiales. Como es el caso del enorme desarrollo de la aviación, desde que en 1903 los hermanos Wright volaran en el primer **aeroplano**.

la industria química crea en esa época infinidad de nuevos materiales. El éxito de la baquelita, inventada en 1906, marca el nacimiento de la industria de los **plásticos**. En 1939 se obtiene el nylon, al que seguirán muchas otras **fibras sintéticas**.

Los campos médico y farmacéutico experimentan un gran auge, apareciendo las **sulfamidas** y los **antibióticos**, mejores **técnicas quirúrgicas** y mayor uso de los **trasplantes** que podrán en un futuro próximo contribuir a alcanzar una considerable mayor longevidad.

La imperiosa necesidad de energía impulsará nuevas técnicas para obtenerla por medios distintos de la combustión de combustibles fósiles. Mediante energías renovables como la eólica, hidráulica, mareomotriz y geotérmica ... entre otras. La explosión de la primera **bomba atómica**, 1945, marca el inicio de la nueva era de la energía nuclear. En la década de 1950 se construyen las primeras **centrales nucleares**, que convierten la energía atómica en energía eléctrica. Pero la energía nuclear no es la única novedad extraordinaria de nuestro tiempo.

En el campo de las comunicaciones surgieron sorprendentes novedades de la mano de la electrónica. En 1901, el italiano Marconi transmitió el primer mensaje trasatlántico mediante un **telégrafo inalámbrico**. El invento del diodo hizo posible la **radiodifusión**: las primeras emisoras datan de la década de 1920. Las investigaciones en ingeniería electrónica que han permitido grandes progresos en el campo de los computadores que están creando un mundo automatizado.

El mundo de la imagen y el sonido ha pasado a convertirse en el centro de verdaderos fenómenos de masas, generadores de sectores industriales de primera magnitud por su importancia social y económica. La fotografía, el vídeo y la informática han alcanzado en la actualidad el último rincón de cualquier hogar de los países industrializados. La televisión se ha impuesto como medio de comunicación, y es en estos momentos un elemento indisoluble de la imagen, la actividad y el interés cotidiano de cualquier hogar. En la actualidad, la total intercomunicabilidad a nivel planetario tiene un horizonte que no hace mas que

ampliarse continuamente.

Las líneas ADSL, comúnmente conocidas como autopistas de la comunicación, ponen al servicio del ciudadano, complementando las actuales redes informáticas y el correo electrónico, el acceso a cualquier base de datos por alejada que esté y llevando la intercomunicación a todos los niveles a extremos difícilmente imaginables hace tan solo una década.

El campo de las telecomunicaciones se ha convertido en el último tercio del siglo en uno de los sectores de mayor importancia tecnológica, estratégica e incluso sociológica, gracias a la disponibilidad de multitud de avances técnicos que han permitido la práctica eliminación de barreras y distancias a nivel mundial e incluso espacial. Los satélites de comunicaciones actuales, son instrumentos de utilización cada vez más universalizada, tanto para transmisión de imágenes como de sonido y de cualquier tipo de información.

Otro signo de nuestro tiempo es la **exploración espacial**: desde el lanzamiento del primer satélite artificial, el Sputnik 1, en 1957, no cesa de sorprendernos con sus logros. El logro más espectacular en este campo ha sido la llegada del hombre a la Luna, en 1969.

Pero, ¿todos estos avances en nuestro siglo llevan unidos sólo beneficios para el ser humano?, ¿existen elementos que dañen su medio ambiente y entorno social?, ¿qué se está haciendo para paliarlos,? ...

Algunos de los adelantos de la tecnología moderna han dejado una estela de inconvenientes, entre ellos la alteración de la vida comunitaria, el ruido, la contaminación y el impacto medioambiental. Pero la ciencia y la tecnología pueden idear procedimientos para reducir, e incluso eliminarlos, este es nuevo campo que se estudia actualmente y se seguirá estudiando en el futuro.

5.- Conclusiones

Con este tema se ha tratado de dar una visión general del proceso de desarrollo científico y técnico a lo largo de la historia, su contexto social y logros característicos. Para finalizar el tema destacar estas tres últimas reflexiones:

1. Todos los materiales, máquinas, sistemas de comunicación y productos manufacturados que disfrutamos en la actualidad son el resultado de milenios de experimentos e invenciones. El catálogo de las conquistas de la ciencia y la tecnología es interminable cualquiera que sea el campo particular

que consideremos, y también puede ser de larguísima duración.

2. La ciencia y la tecnología son el fruto de la curiosidad, del deseo de comprender y de aumentar sus conocimientos, inherentes a la propia naturaleza humana y nacen para estar al servicio del hombre, dándole solución a sus problemas y deseos.

3. El ansia de saber más seguirá siendo más intensa, y las técnicas seguirán creciendo constantemente en extensión y complejidad.