

## Implicancias Sociales de las Revoluciones Técnicas:

### Trabajo y Organizaciones

De Luca Adriana\*

Si revisamos la historia de la humanidad podemos afirmar sin dudar, que la innovación tecnológica es una constante que ha generado transformaciones en múltiples dimensiones de la vida del hombre: trabajo, modos de producción, organización, estilo de disfrutar el tiempo libre, familia, educación, etc. Basta con observar nuestra propia realidad y reflexionar un poco para reconocer que, por ejemplo, la manera en que nos comunicamos hoy está signado por innovaciones asociadas a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC). ¿Nos hemos preguntado alguna vez cuánto ha cambiado nuestras costumbres la tecnología del teléfono celular, o cómo ha modificado nuestra manera de comunicarnos la Internet?

Los avances tecnológicos ampliaron las capacidades del hombre en tanto le permitieron por ejemplo “ver” más y mejor (microscopios, telescopios, anteojos...), también desplazarse más rápido y más lejos, reduciendo las distancias (de la bicicleta al auto, avión, barcos, cohetes, trasbordadores...) modificar los modos de producción incorporando maquinarias o tecnologías que reemplazan el trabajo humano, etc.

Es objetivo de este documento revisar algunos de los momentos históricos en que se produjeron cambios en la vida del hombre como producto de cambios técnicos. Nuestro punto de partida será el tiempo en que vivimos a partir de la Revolución Científico-Tecnológica que se produjo a mediados del siglo XX. A partir de allí, analizaremos otras dos Revoluciones que la precedieron y que marcaron la Historia del hombre en tanto las tecnologías que le dieron origen introdujeron cambios significativos en el Trabajo y en las Organizaciones.

El término Revolución está asociado en este caso al concepto de cambio drástico o radical y no al concepto de Revolución como levantamiento o rebelión voluntaria contra un determinado sistema, gobierno, autoridad, etc. Las “Revoluciones” técnicas han generado fuertes cambios en la cultura, economía, en fin en la vida de los pueblos. En esta unidad nos interesa centrarnos en esos cambios, y

en cómo ellos se produjeron, pero muy especialmente atenderemos al impacto de los cambios técnicos en dos dimensiones de la vida social: Trabajo y Organizaciones.

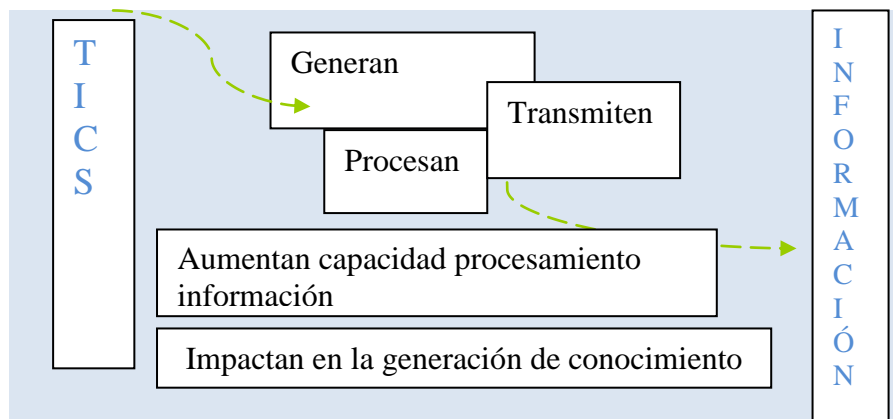
### **La Revolución Científico-Tecnológica**

La aceleración del cambio técnico es un rasgo de este periodo de la mano de la microelectrónica, la computación, las telecomunicaciones. Estas tecnologías han precipitado y acelerado el surgimiento de nuevos modos de hacer, de trabajar, de producir, de moverse, de comunicarse.

La microelectrónica, la robótica, la ingeniería genética, los nuevos materiales como el silicio, la fibra óptica, las nuevas formas de energía como la nuclear, entre otros avances marcan este periodo.

Castells (1999) afirma que:

lo distintivo de nuestra época histórica es un nuevo paradigma tecnológico marcado por la revolución en la tecnología de la información, y centrado en torno a un racimo de tecnologías informáticas. Lo nuevo es la tecnología del procesamiento de la información y el impacto de esta tecnología en la generación y aplicación del conocimiento. Por esta razón no me sirvo de las nociones de economía del conocimiento o sociedad de la información, y prefiero el concepto de **informacionalismo**: un paradigma tecnológico que se basa en el aumento de la capacidad humana de procesamiento de la información en torno a las revoluciones parejas en microelectrónica e ingeniería genética.



### ¿Cuáles son las nuevas tecnologías?

Manuel Castells (1999) analiza cómo fueron apareciendo las nuevas tecnologías que permitirán hablar de una era de la información:

Aunque los predecesores científicos e industriales de las tecnologías de información basadas en la electrónica pueden encontrarse décadas antes de los 40 (por ejemplo la invención del teléfono por Bell en 1876, la radio por Marconi en 1898, y la válvula de De Forest en 1906), fue durante la Segunda Guerra Mundial, y en los años posteriores, que tuvieron lugar las mayores innovaciones en tecnología electrónica: la primera computadora programable, y el transistor, fuente de la microelectrónica, el verdadero corazón de la Revolución de la Tecnología de la Información en el siglo veinte. Aun así sostengo que las nuevas tecnologías de información solo se difundieron ampliamente en los 70, acelerando su desarrollo sinérgico y convergiendo en un nuevo paradigma. Volvamos a trazar las etapas de innovación en tres campos tecnológicos principales que, aunque estrechamente interrelacionados, constituyeron la historia de las tecnologías basadas en la electrónica: la microelectrónica, las computadoras, y las telecomunicaciones.

El transistor, inventado en 1947 en los Laboratorios Bell en Murray Hill, Nueva Jersey, por tres físicos, Bardeen, Brattain y Shockley (que recibieron el Premio Nobel por este descubrimiento), hicieron posible el procesamiento de impulsos eléctricos a alta velocidad en el modo binario de interrupción y amplificación, permitiendo de esta forma la codificación de la lógica y de la comunicación con y entre máquinas; llamamos a estos dispositivos de procesamiento semiconductores, y la gente comúnmente los llama chips (actualmente conformados por millones de transistores). El primer paso en la difusión del transistor fue a través del invento

de Shockley del junction transistor en 1951. De todas formas su fabricación y difusión requirieron de nuevas tecnologías y el uso de material apropiado. **El salto a la silicona**, literalmente construyendo una nueva revolución sobre la arena, fue logrado primero por Texas Instruments (en Dallas) en 1954 (una movida facilitada por la contratación en 1953 de Gordon Teal, otro científico líder de los Bell Labs). **La invención del proceso planar en 1959 por Fairchild Semiconductors** (en Silicon Valley) **abrió la posibilidad de la integración de componentes miniaturizados con la manufactura de precisión.**

Sin embargo el paso decisivo en microelectrónica tuvo lugar en 1957: **el circuito integrado** fue inventado por **Jack Kilby**, un ingeniero de Texas Instruments (que lo patentó), y Bob Noyce, uno de los fundadores de Fairchild. Pero fue Noyce quien primero fabricó circuitos integrados **usando el proceso planar.** Desató una explosión tecnológica: en sólo tres años, entre 1959 y 1962, los precios de los semiconductores cayeron un 85%, y en los siguientes diez años la producción se incrementó unas 20 veces, 50% de la cual se destinó a usos militares. **El gigantesco salto adelante en la difusión de la microelectrónica en todas las máquinas fue en 1971 con la invención de un ingeniero de Intel, Ted Hoff (también en Silicon Valley), del microprocesador, eso es la computadora en un chip.** De esta forma, el **poder de procesamiento de la información podía ser instalado en cualquier parte.** La carrera para lograr una mayor integración de la capacidad de los circuitos de un solo chip comenzaba; la tecnología del diseño y la fabricación excedían constantemente los límites de integración que previamente se consideraba físicamente imposible superar sin abandonar el uso de silicio. A mediados de los 90, las evaluaciones técnicas todavía

dan entre 10 a 20 años de buena vida a los circuitos con base de silicio, aunque la investigación sobre materiales alternativos ha sido acelerada. El nivel de integración ha progresado de a saltos en las últimas dos décadas.

### **Chips e información**

El mismo autor reconoce que el “poder de los chips es resultante de la combinación de 3 aspectos:

- **capacidad de integración:** indicada por la línea de menor grosor en el chip,
- **su capacidad de memoria, y**
- **la velocidad del microprocesador**

La capacidad de memoria, indicada por DRAM (dynamic random access memory; memoria de acceso dinámico al azar)

La velocidad: los microprocesadores de 64 bits son 550 veces más rápidos que el primer chip de Intel de 1972.

Castells (1999) señala que:

la mayor miniaturización, la mayor especialización, y el precio decreciente de los cada vez más poderosos chips ha hecho posible ubicarlos en cada máquina de nuestra vida cotidiana, desde máquinas lavaplatos y hornos micro-ondas hasta automóviles, cuya electrónica, en los modelos standard de los 90, era más valiosa que su acero.

### **¿Qué es lo revolucionario?**

Según Castells lo distintivo y lo que ha generado la “Revolución” es:

- la capacidad de estas tecnologías para ampliar por sí mismas el procesamiento de información en cuanto a volumen, complejidad y velocidad,
- su capacidad recombinatoria,
- su flexibilidad distributiva.

De la revolución llevada a cabo en microelectrónica forman parte el microchip, los ordenadores, las telecomunicaciones y su interconexión en la red. El desarrollo del software es la tecnología decisiva para el

funcionamiento global del sistema, aunque son los circuitos integrados los que incluyen el poder de procesamiento en su diseño. Estas tecnologías permiten un extraordinario aumento de la capacidad de procesamiento de la información, no sólo en cuanto a volumen sino también en cuanto a la complejidad de las operaciones y su velocidad. De todas formas, ¿cuánto es mucho más? en comparación con las anteriores tecnologías de procesamiento de la información? ¿Cómo sabemos que se ha producido un revolucionario salto hacia delante sin precedentes en cuanto a capacidad de procesamiento? Un primer plano de la respuesta es puramente empírico. Tomemos cualquiera de las medidas disponibles de procesamiento de la información, como bits, bucles de realimentación y velocidad: en las tres últimas décadas se ha asistido a un sostenido incremento exponencial en la capacidad de procesamiento, parejo a un decrecimiento igualmente espectacular del coste por operación. Con todo, me atrevo a avanzar la hipótesis de que hay algo más, no sólo de orden cuantitativo sino también cualitativo: la capacidad de estas tecnologías de autoexpandir su poder de procesamiento debido a la realimentación sobre el desarrollo tecnológico del conocimiento basado en la tecnología. Se trata de una hipótesis arriesgada, porque el poder de procesamiento puede topar con límites físicos en alguna ulterior integración de circuitos en el microchip. Hasta el momento presente, sin embargo, toda predicción catastrofista en este ámbito. En suma, una versión más formal de esta hipótesis podría ser la siguiente: durante los primeros veinticinco años de revolución en cuanto a tecnología informática, hemos observado una capacidad autogenerada de expansión por parte de estas tecnologías; los límites actuales probablemente serán rebasados por nuevas oleadas de innovación ya en ciernes; y (esto es crítico) cuando los límites de la capacidad de procesamiento en base a estas tecnologías sean –si lo son-- alcanzados, surgirá un nuevo paradigma tecnológico, bajo unas formas y con unas tecnologías que no estamos en condiciones de imaginarnos hoy en día, salvo en las hipótesis de ciencia ficción desarrolladas por los sospechosos futurólogos habituales. Las tecnologías basadas en la microelectrónica se caracterizan también por su capacidad de recombinar información de

múltiples formas. Es lo que doy en llamar el hipertexto (siguiendo la tradición que va desde Nelson hasta Berners-Lee) y que suele denominarse World Wide Web, la red mundial de redes. El valor de Internet consiste en su capacidad para enlazar cualquier cosa desde cualquier sitio, y recombinarlo”<sup>1</sup>. Internet es la tecnología emblemática a través de la cual circula información en formato imagen, texto, video, audio, alojados en Buscadores, wikis, Blogs, Edublogs, Fotologs, etc. y donde el hipertexto aparece como el paradigma de construcción y de-construcción del discurso. Esta tecnología y sus implicancias serán motivo de análisis en el próximo tema de la Unidad.

Castells en Peka Himanen(2006):

El tercer rasgo de las nuevas tecnologías de la información consiste en su flexibilidad, al permitir la distribución del potencial de procesamiento en diversos contextos y aplicaciones. La explosión de las tecnologías de la red (como los lenguajes Java y Jini en la década de 1990), el crecimiento asombroso de la telefonía celular y el próximo desarrollo, con todas las prestaciones, de Internet portátil (es decir, el acceso a través de telefonía a Internet desde una amplia gama de aparatos portátiles) son avances clave que apuntan a la capacidad cada vez mayor de disponer de poder de procesamiento, incluyendo el poder de comunicación en la red, de un punto a otro cualquiera, con la infraestructura técnica y el conocimiento para usarla.

### **¿Cómo cambia el trabajo y la producción en este contexto?**

El modelo de producción taylorista-fordista de la Segunda Revolución comienza a debilitarse.

Arocena (1993) afirma:

El desarrollo del complejo electrónico – a través de la automatización flexible, de la manufactura asistida por computadora, etc.- ha resquebrajado los cimientos de la rentabilidad de la producción repetitiva en serie de índole

---

<sup>1</sup> Castells, Manuel, op.cit.

taylorista. Al reducirse los costos y los tiempos que la diversidad requiere, las ventajas de la uniformidad en gran escala se van esfumando y la innovación consigue un lugar en lo que hasta ayer era el santuario de la repetición. Pero éste abría ciertos espacios a bastante gente, que al perderlos difícilmente encuentre otros, salvo en condiciones deterioradas, mientras quienes los sustituyen son menos y se sienten menos seguros que los que allí estaban en tiempos lejanos. No parece fenómeno coyuntural sino tendencia profunda esa mayor dureza del mundo del trabajo, tanto por la dificultad de acceder a él como por la tensión que lo signa.

Las nuevas tecnologías cambian el escenario de la producción: automatización flexible, series de productos con alta rotación, comienzo de la robotización en la industria de gran escala.

La organización productiva abandona el modelo piramidal que caracteriza la producción hasta ese momento: las tecnologías permiten pasar de una organización vertical de control “de arriba hacia abajo”, centralizado hacia un nuevo modelo de gestión flexible, que trasciende las fronteras y soportado en redes planas, interactivas, con niveles de centralización-descentralización, y con cierto grado de autonomía. Las fábricas se distribuyen en todo el mundo de manera tal de asegurar 24 x 24 horas de producción; mientras en Argentina dormimos, en Japón, la misma empresa sigue produciendo. El mercado es mundial, la competencia es global, la producción trasciende fronteras. Corporaciones globales se transforman en grandes unidades de producción transnacionales

En esta nueva organización productiva, los recursos humanos, “la mano de obra” debe ser altamente capacitada, con capacidad de procesamiento de información y de gestión de información.

Se requiere del trabajador creatividad, potencialidad para genera nuevas ideas, reconocer los problemas y presentar e implementar planes de acción. Se espera que tome decisiones, con capacidad de



prospección y anticipación de problemas. Muy especialmente: condiciones para trabajar en equipo.

Las nuevas tecnologías favorecen un contexto de producción flexible con máxima eficiencia. El teletrabajo se presenta como una opción que paulatinamente gana terreno.

La Información se constituye en la nueva “energía” en tanto “mueve” prácticamente todas las actividades del hombre: transacciones económicas, bancarias, registros e identificación de personas, producción, trabajo, etc. Puede pensarse en una Economía global en virtud de las redes que se generan mediante la infraestructura tecnológica de este periodo.

Dimensiones de análisis	1° Revolución Técnica o Industrial	2° Revolución técnica o Revolución Tecnológica -Revolución de la energía y del transporte-
<b>Época</b>  <b>Avance técnico desencadenante</b>          <b>Rasgos generales</b>	<p>Fines del siglo XVIII en Inglaterra</p> <p>Máquina a vapor</p> <p>Máquina de hilar</p> <p>Telar mecánico</p>          <p>Nacimiento de la gran industria</p> <p>Mecanización de actividades de producción</p> <p>La fábrica como centro de producción</p> <p>Migración de las poblaciones del campo a la ciudad (fábricas) Se produce el crecimiento de la infraestructura de transporte: se aumentaron las vías de comunicación terrestre, se trazaron líneas de ferrocarril que permitieran llevar la producción a los puertos, la máquina a vapor y el carbón permitieron</p>	<p>Fines del siglo XIX, principios del siglo XX</p> <p>Electricidad, petróleo, motores de combustión interna.</p> <p>Nuevos materiales, nuevas formas de energía.</p> <p>1860: comienza a utilizarse el petróleo como combustible 1896: que se inventa el telégrafo sin hilos,</p> <p>1876: se inventa el teléfono,</p> <p>1879: aparece la iluminación eléctrica</p> <p>Arocena (1993) expresa:</p> <p>la electricidad acapara la actividad de transmisión de energía...</p> <p>El crecimiento simbólico de la energía y de los motores eléctricos es como el de las máquinas textiles y las de vapor en el siglo XVIII: se disponía de una nueva técnica y de un nuevo sistema de producción, con posibilidades ilimitadas.</p> <p>El mismo autor señala que se fue convirtiendo en una forma de energía de primera importancia para el desarrollo de las comunicaciones, la química ligera, la metalurgia, la iluminación, los transportes y el propio funcionamiento de la fábrica, a la que transformó por su flexibilidad. La electricidad como nueva fuente de energía transformó las técnicas de producción, la configuración de las fábricas, de las casas y de las ciudades (la iluminación). En este</p>

	<p>mejorar los transportes tanto terrestres como marítimos. Esas vías de comunicación transportaban la materia prima que venía de las colonias inglesas a la metrópoli y transportaban los productos manufacturados con un valor agregado.</p> <p>Economía de mercado</p>	<p>sentido se acentúa el proceso que habíamos señalado ya en la Primera Revolución Técnica: Materias primas y mano de obra barata provienen de las colonias, ahora con una mayor fluidez y facilidad por los nuevos y más rápidos transportes, las materias primas se procesan en las fábricas que funcionan a base de electricidad y por tanto la producción es mayor. El progreso y mejora del transporte, (autos, camiones, barcos, ferrocarriles, comienzo de la aviación), la construcción y habilitación de infraestructura para el transporte (puertos, caminos, líneas férreas, pistas de aterrizaje) favorecen el flujo de personas y bienes. Ello también genera mejores posibilidades de comunicación entre pueblos, que se ve favorecida también por el invento del telégrafo y el teléfono.</p>
<b>Cambios en la organización</b>	<p>La producción deja de ser artesanal y familiar, se transforma en industrial. El taller es desplazado por la fábrica. La unidad familiar se ve afectada: los horarios cambian, la mesa familiar se diluye, el rol de la madre comienza a variar.</p>	<p>Organización piramidal</p> <p>Jerarquía: obrero es controlado por el superior, éste a su vez es controlado por su superior, y así sucesivamente.</p> <p>Es la oficina de “Planificación y Gestión” la que determina el qué, el cómo y el cuánto del trabajo</p>
<b>Cambios en el trabajo</b>	<p>El artesano que trabajaba solo o con algún ayudante, que decidía por sí solo con cierto grado de independencia pasa a formar parte de una organización en</p>	<p>El trabajo industrial sufre profundas transformaciones a partir de lo que se conoce la “organización científica del trabajo”</p> <p>“Taylor fue el padre de la <b>organización científica del trabajo</b>:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• en 1880 busca determinar las velocidades más favorables para</li> </ul>

donde recibe órdenes y el tiempo en que debe producir es impuesto desde fuera.

El obrero no tiene acceso a seguir el proceso completo de transformación de la materia prima en un producto. Sólo puede percibir la “parte que le corresponde hacer”.

La producción industrial comienza con la fragmentación de las tareas: cada uno de los obreros realiza una operación, repetitiva y rutinaria.

Las fábricas demandan cada vez más mano de obra:

En general se busca mano de obra barata, por ello comienzan a trabajar en fábricas mujeres y niños.



trabajar el acero y la forma de mejorar las herramientas,

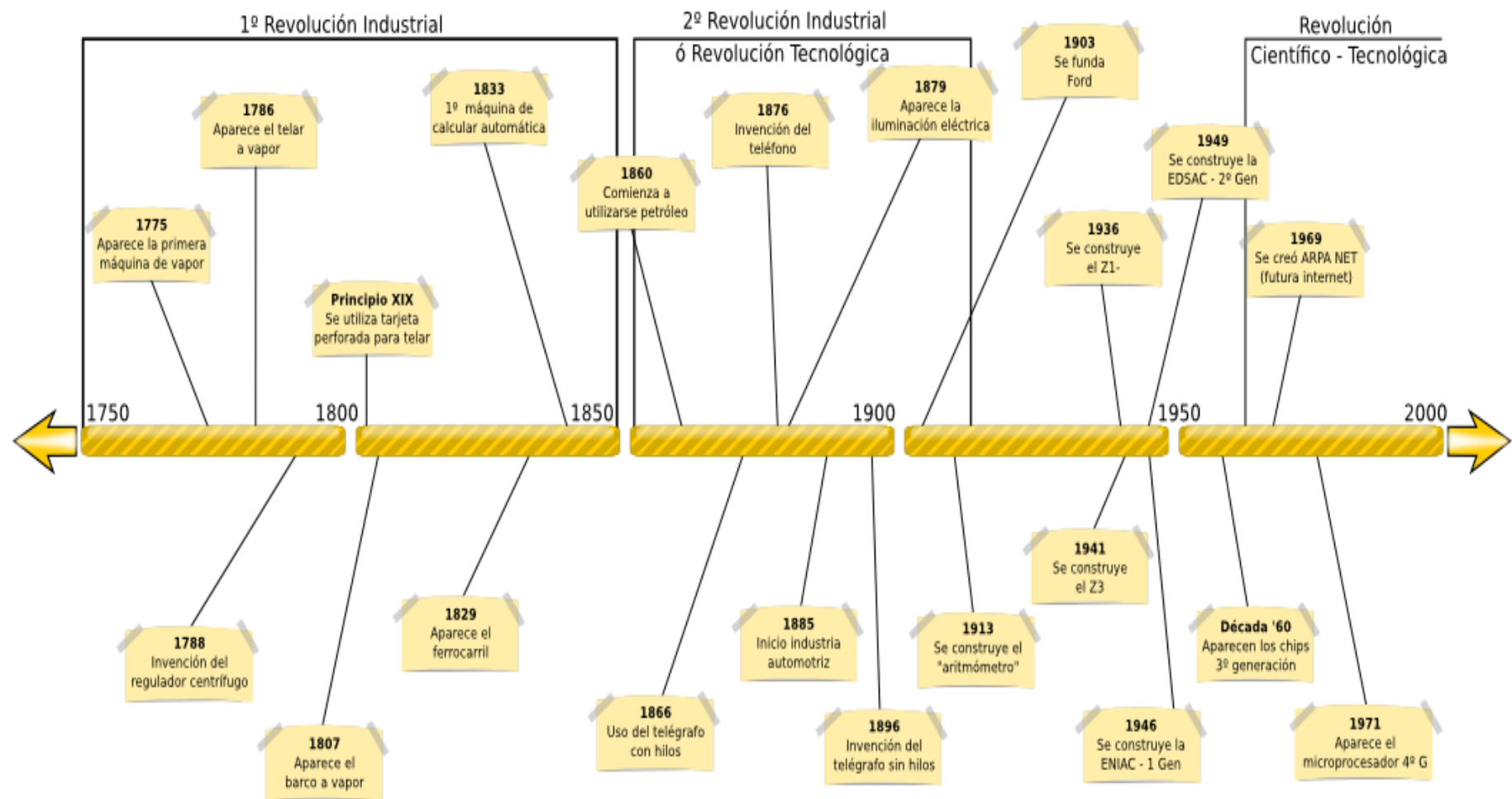
- trata de determinar la máxima cantidad de trabajo sostenido que se le puede exigir a un obrero, de forma tal que mantenga su ritmo durante varios años sin que sufra molestias.
- Busca el “control del gesto” en la actividad industrial
- Método: El trabajo se descompone en operaciones elementales que son medidas y seleccionadas, buscando eliminar las que a primera vista resultan inútiles para el mejor rendimiento de la máquina, pero omitiendo tener en cuenta los aspectos humanos (psicológicos y fisiológicos) del complejo obrero-máquina.
- Experiencia que realiza: 1ª etapa: desmenuza el aspecto intelectual del trabajo del obrero, la segunda etapa busca obtener del obrero (sin posibilidades de aplicar sus conocimientos técnicos para fijar sus propias condiciones de trabajo) el máximo de eficacia dictándole las normas de trabajo. No se le pide al obrero que piense o razone, sino que opere al ritmo y de la manera como decide la oficina de métodos y planificación.

La **organización científica** del trabajo es lo que se conoce con el nombre de “**taylorismo**”

Siguiente paso: incorporar esta organización científica del trabajo en un sistema de máquinas que progresara automáticamente y dictase

	<p>Máquina de hilar: 1764-1767</p>	<p>su ritmo al obrero. Fue Henry Ford quien lo hizo al introducir la línea de montaje (Gay, 1997).</p> <p>Cada vez más se acentúa lo que ya señaláramos en oportunidad de analizar el impacto de la Primera Revolución técnica: el trabajador está cada vez más alejado del producto final, la producción para él carece del sentido que tenía para el artesano: el trabajo se descompone en operaciones elementales, el obrero no “ve” la operación que se realiza antes o la que se realiza después de la que él cumple. El tiempo en que debe realizar la operación le viene impuesto desde fuera, (la línea de montaje) su capacidad de decisión está reducida a la ínfima potencia (sus movimientos, operaciones y acciones están pre-establecidas en un “manual de operaciones”).</p> <p>La organización científica del trabajo, la línea de montaje, el mejoramiento de las condiciones de producción y comercialización favorecieron la producción en alta escala. Esa producción masiva requería mercado, público que comprara. Comienza un periodo entonces, en donde se promueve el consumo, para lo cual los salarios se aumentan y los productos estandarizados se venden a precios realmente accesibles y la rentabilidad de la industria crece exponencialmente</p>
--	------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## Hitos\* de la Computación



\* ¿Qué es un Hito? Es un suceso, que según su importancia, se toma como punto de referencia. Por ejemplo, la invención de la imprenta se considera un hito en la Historia de la Humanidad en tanto dio lugar al nacimiento y difusión de la cultura escrita. En la Historia de la Computación se reconocen como hitos a aquellos descubrimientos/inventos que marcaron puntos de inflexión en el desarrollo de la Computación. El siguiente esquema recrea a modo de línea de tiempo los Hitos de la Computación. En la parte superior del esquema se registran los **Hitos de cada Revolución Técnica**; en la parte inferior se aparecen los Hitos de la Informática y la Computación.

### Referencias bibliográficas

---

- Arocena Rodrigo (1993) Ciencia, tecnología y Sociedad, Cambio tecnológico y desarrollo, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina.
- Castells, M. (1999) La Revolución de la Tecnología de Información.  
<http://www.hipersociologia.org.ar/catedra/material/Castellsca p1.html>
- Gay Aquiles-Ferreras M. (1997) La Educación Tecnológica. MEE.
- Peka Himanen (2006) La ética del Hacker y el espíritu de la era de la información. consultado en <http://www.tallerh.com.ar/sitio/textos/hack.pdf> 04/06/2007.