

# Hacia una Sociedad Equitativa: Influencia de la Ciencia y la Tecnología

Máximo E. Valentinuzzi

*Profesor Emérito UNT Argentina, Investigador Emérito CONICET, Miembro Fellow Vitalicio del IEEE  
maxvalentinuzzi@ieee.org*

**Resumen**— Este nuevo Siglo XXI, apenas en su segunda década, se presenta con cambios radicales frente a los acontecimientos y circunstancias de su antecesor. Avances científicos, comunicaciones e innovaciones tecnológicas antes impensables hacen vivir a casi la totalidad de la población mundial en simultaneidad y en el gozo de bienestar. Es necesario, sin embargo, subrayar el adverbio casi pues la realidad limita dramáticamente los alcances de dichas supuestas simultaneidad y bienestar. ¿Cuántos quedan afuera de esos beneficios? Quizás haya que recurrir a las estadísticas de especialistas y de organismos internacionales, no desprovistos de errores y de interpretaciones con frecuencia poco convincentes. Además, múltiples son los autores que se han ocupado de las estadísticas y sus “elegantes” disfraces. El libro de Darrell Huff, con más de 60 años, constituye un espectacular y exitoso ejemplo.

El objetivo de este artículo, utilizando antecedentes históricos y experiencias propias y ajenas, intenta subrayar el papel protagónico de la Ciencia y de la Tecnología (CyT), practicadas apenas por unos pocos en términos porcentuales, en la extensión de sus alcances benéficos a la población mundial. No ignoramos, sin embargo, los aspectos negativos y hasta nocivos que esa misma CyT puede también ocasionar según sean sus usos. Se subraya, además, el papel esencial que juegan las universidades, recintos naturales de tales actividades de elevado nivel intelectual, y donde el único requisito exigido al alumno potencial tiene que ser su capacidad. América Latina, –Argentina en particular–, debe claramente reconocer e incentivar adecuadamente el desarrollo científico, siempre que el entorno político sea sincero, realista y activo en sus enfoques.

**Palabras clave**— Ciencia, Tecnología, Alcances, Población, Universidad.

**Abstract**— This new XXI Century, just in its second decade, presents radical changes in face of the events and circumstances of its predecessor. Scientific advances, communications and technological innovations, previously unthinkable, make almost the entire world population live in simultaneity and in the enjoyment of well-being. It is necessary, however, to emphasize the adverb almost as the reality limits dramatically the scope of said supposed simultaneity and well-being. How many are left out of those benefits? It may be necessary to resort to the statistics of specialists and of international organizations, which are not devoid of errors and often unconvincing interpretations. In addition, multiple authors have dealt with statistics and their "elegant" costumes. Darrell Huff's book, over 60 years old, is a spectacular and successful example.

The objective of this article, using historical antecedents and own experiences and others, tries to underline the leading role of Science and Technology (S&T) practiced only by a few in-percentage terms, in the extension of its benefits to the population world. We do not ignore, however, the negative and even harmful aspects that the same S&T can also cause according to their uses. It also emphasizes the essential role played by universities, natural areas of such activities of high intellectual level, and where the only requirement required of the potential student must be their ability. Latin America, Argentina in particular, must clearly recognize and encourage scientific development adequately, provided the political environment is sincere, realistic and active in its approaches.

**Keywords**— Science, Technology, Scopes, Population, Universities.

*No podemos invocar ideales de justicia, libertad e igualdad sin emplear plenamente nuestras energías en combatir los males de la pobreza, la superstición y la injusticia social. Es una tarea demasiado grande para permitirnos dedicar tiempo a recriminaciones mutuas o plantearnos como objetivo la venganza. Los impulsos tendientes a crear o acentuar divisiones deberían ser atemperados y reemplazados por el espíritu de conciliación. La malicia y las políticas que fomentan y alientan el odio son autodestructivas. Indira Gandhi (1917 – 1984).*

## I. INTRODUCCIÓN: CIENCIA BÁSICA

Si el ser humano, llevado por necesidad y también por curiosidad, no hubiera investigado, seguiríamos como en los tiempos cavernícolas, apenas subsistiendo

animalescamente. Unos pocos sintieron un empuje interior para buscar protección, y para ello se requería conocimiento. Se llega así, lenta y laboriosamente a lo largo de los siglos, al concepto actual de Ciencia Básica, sin fines prácticos inmediatos, en ocasiones criticada por

algunos a causa de ignorancia o carencia de información adecuada. La curiosidad, impulso natural en el hombre, actúa como fuerza esencial, y el paso del tiempo ha demostrado una y mil veces sus consecuencias prácticas innegables. La investigación básica se lleva a cabo sobre todo en las universidades, que constituyen su entorno normal, sin desconocer las contribuciones de otras instituciones, incluyendo la asociación de universidades con industrias. Debe concluirse que solamente la universidad puede suministrar un ambiente libre de presiones económicas o temporales, de tendencias, de posiciones políticas o religiosas, o de cualquier otra perturbación, si bien no siempre se cumplen estas condiciones ideales. El científico utiliza su tiempo para pensar, buscar, estudiar, experimentar, construir, hacer, repetir, reiniciar, interactuar con sus discípulos o colegas, o aun descartar ideas fallidas. Se trata del ejercicio pleno de la libertad académica.

Es sumamente difícil estimar el número de científicos activos en relación a la población activa mundial. Hay algunos datos no demasiado confiables sobre 26 países a los cuales le hemos agregado datos sobre Argentina. Estos números indicarían un promedio incompleto (sólo 27 países sobre un total de 198, o apenas el 13.6%) [1] de unos 30 a 35 investigadores científicos cada 10.000 trabajadores donde, por supuesto, no se consideran niños, adolescentes y jubilados o pensionados (Tabla 1) [2]. Además, los datos anteriores no resultan totalmente confiables. Con respecto a la población mundial de aproximadamente 7.500 millones de habitantes, dicho número de investigadores es extremadamente pequeño. La situación se complica al constatar datos ofrecidos por universidades de diversos países en los que se observa una juventud escasamente atraída hacia las llamadas Ciencias Duras (Matemáticas, Física, Química, Ingenierías) por considerarlas demasiado difíciles, según declaraciones realizadas por alumnos ingresantes.

La búsqueda en otras fuentes nos lleva a un informe mucho mejor y de mayor detalle de la UNESCO (sigla oficial de *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* u Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura). Fue creada en 1945 con sede en París. Este informe indica que, en 2013, había aproximadamente en todo el mundo 7,8 millones de personas empleadas a tiempo-completo en actividades de investigación, lo que representa un crecimiento del 21% desde 2007. Los investigadores constituyen apenas un 0.1% del total de la población mundial.

Desde 2007, el porcentaje de personal investigador procedente de países con economías de ingresos bajos y medios aumentó un 5%, llegando a alcanzar un 35,6% en 2013; China, por sí sola, representa más de la mitad de este porcentaje, lo cual supone el 19,1% de la fuerza laboral mundial empleada en actividades de investigación y equivale prácticamente al porcentaje que representa China en la población mundial, o sea, un 19,3%. En este sentido, China ha sobrepasado a Estados Unidos (16,7% en 2012) y cuenta con el mayor porcentaje de investigadores del mundo. Sin embargo, la densidad de investigadores (1,071 por millón de habitantes en 2013) coincide con la media mundial de 1,083. Representan datos altamente reveladores. Redondeando: Tanto, sólo en China como en el mundo en

general, por cada millón de habitantes uno solo se dedica a la investigación científica.

En 2012 Israel tenía la mayor densidad de investigadores del mundo: 8,33 investigadores por millón de habitantes, lo que supone más del doble de la densidad de EEUU (con 3,98 en 2012) y del Reino Unido (con 4,11 en 2013). Esta densidad era también muy elevada en 2013 en la República de Corea (6,55) y en Japón (5,20). Los cinco grandes (China, Unión Europea, Japón, Federación Rusa y EEUU) todavía representan el 72% de la población investigadora del mundo, pero la parte de China ha progresado considerablemente desde 2009. La Unión Europea (7,1% de la población total) se ha mantenido en un 22,2% en 2011, siendo del 22,5% en 2009. Europa en su conjunto, región con el 11,4% de la población mundial, contiene al 31% del total de investigadores del mundo. La proporción de investigadores en las economías de ingresos medios-bajos, en las que se concentra el 35,7% de la población del planeta, disminuyó en el período 2007-2013, pasando del 6,9% al 6,4%. Por otra parte, en los países de ingresos bajos, en los que vive el 11,9% de la población mundial, el número de investigadores aumentó en un 39% en ese mismo período, llegando a representar en 2013 el 1,3% del total mundial del personal dedicado a la investigación científica. En América Latina y Asia Meridional, regiones que concentran el 8% y el 23,3% de la población mundial, respectivamente, el porcentaje de investigadores respecto del total mundial es comparable, 3,6%, en la primera, y 3,1% en la segunda.

Otro aspecto de interés: Bolivia es el país del mundo que, según los cálculos per cápita, cuenta con el mayor porcentaje de mujeres investigadoras: 63%. En 2013 había 23 países más donde el porcentaje de investigadoras era superior al 45%. El desglose por región es el siguiente: Europa meridional (49%), América Latina y el Caribe (44%), Asia central (44%), Europa del Este (40%), Estados Árabes (37%), África sub-sahariana (30%), Asia occidental (27%), Asia meridional (23%) y sur de Asia (17%). Si nos referimos a la movilidad de la educación superior (es decir, gente que completa su formación en otros países), entre 2005 y 2013, el número de estudiantes internacionales pasó de 2,8 millones a 4,1 millones. En 2012, los siguientes países contaban con más de 10.000 estudiantes de doctorado residentes en el extranjero: China (58.492), India (30.291), Alemania (13.606), Irán (12.180), República de Corea (11.925), Italia, Canadá, EEUU, Arabia Saudita, Indonesia, Francia, Vietnam, Turquía, Pakistán y Brasil tenían poco más de 4.000 estudiantes en el extranjero.

Estas cifras permiten prever un fuerte dinamismo de la cooperación científica internacional en el futuro. Diez países albergan al 89% de los estudiantes en ciencias e ingeniería que se desplazan al extranjero para cursar estudios de doctorado. Los Estados Unidos reciben a prácticamente la mitad de ellos (49,1% en 2012), seguidos por el Reino Unido (9,2%), Francia (7,4%), Australia (4,6%), Canadá (3,9%), Alemania (3,5%), Suiza (3,1), Japón (2,9%), Malasia (2,9%) y Suecia (2%). En 2012, el porcentaje de estudiantes en el campo de las ciencias naturales que cursaba estudios de doctorado en el extranjero se ubicó en un 29%, frente a un 13% que cursaba estudios de máster y licenciatura. En el caso de los estudiantes en disciplinas relacionadas con la ingeniería, la

industria y la construcción, esos mismos porcentajes alcanzaron un 24% y un 16%, respectivamente.

**TABLA 1**  
NÚMERO POSIBLE ESTIMADO DE CIENTÍFICOS CADA 10.000 TRABAJADORES  
SOBRE 27 PAÍSES ORDENADOS EN ORDEN CRECIENTE DE INVESTIGADORES, MUY INCOMPLETA Y POCO CONFIABLE.

1. Nigeria	<b>1</b>	8. Kenia	<b>6</b>	15. Japón	<b>18</b>	22-Australia	<b>69</b>
2. Indonesia	<b>1</b>	9. Chile	<b>7</b>	16. China	<b>18</b>	23-Alemania	<b>70</b>
3. Malasia	<b>2</b>	10. Argentina	<b>7</b>	17. Sudáfrica	<b>20</b>	24-Italia	<b>70</b>
4. Tailandia	<b>2</b>	11. Brasil	<b>14</b>	18. Nueva Zelanda	<b>35</b>	25-Canadá	<b>73</b>
5. Bangladesh	<b>2</b>	12. Egipto	<b>14</b>	19-España	<b>54</b>	26-Reino Unido	<b>79</b>
6. Pakistán	<b>2</b>	13. Emiratos Árabes	<b>15</b>	20-Rusia	<b>58</b>	27-EEUU	<b>79</b>
7. India	<b>4</b>	14. Arabia Saudita	<b>15</b>	21-Francia	<b>68</b>		

*Schlechte Lehre zerstört die Neugier der Forschung. Neben Reiz, diese zarte Pflanze braucht Freiheit, denn ohne es verblasst unvermeidlich. [Una mala enseñanza destruye la curiosidad de la investigación. Aparte de estímulo, esta delicada planta necesita libertad, pues sin ella se marchita indefectiblemente].* Albert Einstein (1879 – 1955).

## II. GASTO BRUTO EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

En 2013, este gasto, que debería llamarse inversión, se ubicó mundialmente en un total de 1,47 billones de dólares (1,47×10<sup>12</sup>), a Paridad de Poder Adquisitivo (PPA = PPP, *Purchasing Power Parity*), definida como la suma final de cantidades de bienes y servicios producidos en un país, al valor monetario de un país de referencia. Se relaciona este concepto económico con el denominado Producto Interno Bruto (PIB), el cual expresa el valor monetario de la producción de bienes y servicios de demanda final de un país durante un período determinado de tiempo. Estos conceptos pertenecen al Análisis Macroeconómico basado en formas métricas para evaluar niveles de vida y de productividad en distintos países. Se trata de temas poco manejados y comprendidos por los científicos en general. Por ejemplo, la Tasa de Cambio S de una moneda P1 con respecto a otra moneda P2 se define como

$$S = P1 / P2 \quad (1)$$

Cada tres años, el Banco Mundial elabora un informe comparando los países en términos de PPP y de dólares estadounidenses. Tales acciones poseen un impacto en los mercados con las consecuentes críticas y proyecciones políticas con frecuencia generando fricciones [3].

Entre 2007 y 2013, el Gasto Bruto en Investigación y desarrollo (GBID) mundial (30,5%) creció más rápido que la economía mundial (20,1%). Esto se debió principalmente a que el sector privado de las economías más ricas mantuvo o incrementó su nivel de gasto en I&D durante este período a pesar de la disminución de la inversión pública en este ámbito en el contexto de la austeridad. Los países con economías de ingresos altos son los que siguen generando la mayor parte del gasto mundial en I&D: Un 69,3% en 2013, aunque ello supone un porcentaje inferior al 79,7% registrado en 2007. El país que más invierte en I&D son los Estados Unidos (un 28,1% del GBID mundial). El gasto de China, pasó del 10,2% en 2007 al 19,6% en 2013. En 2013, el 84,6% del gasto en I&D de ese país se destinó a desarrollo experimental, mientras que en Estados Unidos el

porcentaje del gasto por este concepto fue del 64,3% en 2012.

El porcentaje representado por el conjunto de los 135 países con economías de ingresos bajos y medios analizados, a excepción de China, experimentó una variación poco importante, ya que pasó del 10,1% en 2007 al 11,1% en 2013. Los cinco países que más gastaron en I&D en el período de referencia fueron los siguientes: Estados Unidos (454.000 millones de dólares PPP), China (337.000 millones), Japón (160.000 millones), Alemania (101.000 millones) y la República de Corea (69.000 millones). Suiza está considerada como líder mundial en innovación y dedica un 30% de su GBID a la investigación básica asegurando así la continua generación de conocimiento y de una educación universitaria de calidad. Suiza alberga también los mayores contingentes de estudiantes de doctorado provenientes del extranjero: un 51% en 2012.

## III. PUBLICACIONES

Entre 2008 y 2014, el número de artículos científicos incluidos en el índice de citas científicas de la plataforma “*Web of Science*” de Thomson Reuters aumentó en un 23%, pasando de 1.029.471 a 1.270.425. El mayor incremento porcentual registrado (94%) fue el de los artículos científicos procedentes de economías de ingresos medios y se debió principalmente al fuerte incremento (151%) de las publicaciones procedentes de China. Estados Unidos fue el país de origen de la gran mayoría de artículos científicos publicados en 2014 en el mundo: 321.846. Esta cifra equivale al 25,3% del total de artículos editados a nivel mundial, pero es inferior a la registrada en 2008 en un 28,1% de ese total. En cambio, el porcentaje representado por las publicaciones científicas de China en el total mundial dio un gran salto, pasando del 9,9% al 20,2% en el mismo periodo (2008-2014).

Considerados en su conjunto, los 28 países de la Unión Europea son los más productivos del mundo. Los científicos provenientes de esta región publicaron un total de 432.195 artículos científicos, lo que representa algo más de un tercio (34%) del total mundial y un promedio de 847 publicaciones científicas por cada millón de habitantes. Los cuatro países vecinos de la Asociación Europea de Libre Comercio (AELC), compuesta por Liechtenstein, Islandia, Noruega y Suiza, tuvieron una densidad superior a la de la Unión Europea. En su conjunto, estos países produjeron 2.611 artículos por cada millón de habitantes.

Los países de la AELC acogen un 0,9% del total del personal investigador del mundo y publican el 2,8% de los artículos científicos editados a nivel mundial, un porcentaje superior al del conjunto de África (2,6%). Con 25.588 artículos publicados en 2014, Irán duplicó prácticamente su porcentaje en el total mundial de publicaciones científicas, un 2% en 2014. Este porcentaje es comparable a los registrados en el conjunto de los Estados Árabes (2,4%), en la Federación Rusa (2,3%) y Turquía (1,9%).

Las publicaciones de los científicos de Malasia aumentaron en un 25,1% entre 2008 y 2014, alcanzando la cifra de 9.998, es decir, 331 artículos por cada millón de habitantes, cifra tres veces superior al promedio de Asia en su conjunto. Japón siguió siendo una fuente importante de publicaciones científicas en 2014 con 73.128 artículos, ello representa el 5,8% del total mundial. Sin embargo, es también uno de los pocos países en los que su producción de publicaciones ha disminuido: un 4,1% desde 2008. Venezuela supone otro ejemplo de esta tendencia: Su producción de artículos científicos disminuyó un 28% entre 2005 y 2014. Este hecho no debe extrañar dada la política de paulatino aislamiento y permanente agresión verbal [4].

En otras palabras, lo cierto es que la actividad en Ciencia Básica de apenas unos muy pocos, porcentualmente insignificante, constituye un factor determinante en el desarrollo de las sociedades, en particular, y del mundo, en general. La gran mayoría de los habitantes de prácticamente todos los países no posee una clara noción del significado e influencia de la ciencia, a lo sumo comentarán en algún momento que la solución de tal o cual problema alguien ya la encontrará; vive más bien focalizada en satisfacer necesidades básicas urgentes (fracción muy grande) o, los más afluentes en términos económicos y en distintos grados, diluyen buena parte de sus ocupaciones cotidianas en trivialidades, frivolidades y/o en actividades de divertimento. Un sector no despreciable, carente de valores éticos, se decide sin dudar por la delincuencia en un desmedido e incontrolable afán materialista. Es un cáncer social que hace metástasis con extremada facilidad pues piensa encontrar de esa manera la solución de sus problemas económicos y existenciales.

La hegemonía de Estados Unidos según se desprende de la Tabla 1 en el ámbito de la innovación está en entredicho debido al ascenso de China. No obstante, este país aún enfrenta bastantes escollos para disponer de un sistema científico-tecnológico equilibrado y avanzado. Durante los últimos 50 años, Estados Unidos ha liderado el avance científico y tecnológico mundial gracias a una serie de factores, como la ingente inversión en investigación y desarrollo, la excelencia universitaria y un potente sector privado, posibilitando la aplicación de la investigación realizada en productos o servicios que rentabilizan el esfuerzo dedicado. Se trata, por tanto, del mejor innovador existente. Así, un número significativo de universidades sobresalientes del mundo se encuentran en EEUU, y tradicionalmente muchos investigadores de todo el mundo han escogido este país para llevar a cabo su labor, entre otros factores por la disponibilidad de recursos y la capacidad organizativa demostrada. Sin embargo, hay algunos aspectos que están cambiando en el panorama científico y tecnológico mundial, y quizá el más importante sea la irrupción de China como gran potencia en este ámbito, algo impensable hace tan solo unos 15 años atrás.

Se concluye que tanto en la intensidad del esfuerzo en I&D en relación al PIB (Producto Interno Bruto) como en el número de investigadores, solicitudes de patentes o grado de excelencia de los centros de investigación chinos, el avance es espectacular y, por ello, la hegemonía de EEUU y, en menor medida, de Europa y Japón en este campo, se presenta por lo menos como dudosos ante el ascenso de China, según un informe de Amadeo Jansana de 2014 [5].

#### IV. CIENCIA APLICADA

Quienes se ocupan de ella, por supuesto también científicos, orientan sus indagatorias a la resolución de problemas concretos, como puede ser el control y prevención de una determinada enfermedad humana, animal o vegetal, a mejorar el conocimiento de aquellos factores que hacen al mantenimiento de un adecuado ambiente ecológico, sea atmosférico, en los suelos (pedología y edafología), o en aguas dulces o saladas (hidrosfera). Muchas veces, la diferencia entre la Ciencia Básica y la Aplicada resulta poco clara pues es factible pasar de la una a la otra en forma casi imperceptible. Errores y fracasos de una aplicación en apariencia buena pueden forzar a la búsqueda en niveles más elementales de un tema.

Los ejemplos abundan; uno ilustrativo se refiere a la transfusión de sangre, comenzando por groseras transfusiones indiscriminadas de animales a seres humanos hasta llegar a la determinación de los grupos sanguíneos, del factor Rh (una proteína integral de la membrana de los glóbulos rojos), que fue descubierta por Karl Landsteiner (1868 – 1943), en 1940, en el primate denominado *Rhesus macaque*. Debe ser tenido en cuenta por posibles problemas inmunológicos si se realiza una transfusión incompatible, es decir, entre dos personas con distintos grupos o con distintos factores Rh [6, 7]. El intercambio es un casi constante ida-y-vuelta entre Ciencia Básica y Ciencia Aplicada, incluyendo tecnologías variadas para su implementación. Resulta pertinente subrayar que durante un largo período (que se prolongó hasta casi mediados del siglo 20), la flebotomía o venosección se utilizó en casos de hipertensión aguda o, peor aún ... ¡para “limpiar” periódicamente el organismo! En la actualidad, tal práctica médica ha sido abandonada por carecer absolutamente de argumentos científicos válidos.

Otro ejemplo es la aspirina, con más de 100 años de existencia en el mercado. En 1980 se conoció que pequeñas dosis de aspirina (ácido acetil salicílico) inhibían la agregación plaquetaria, de manera que su uso en pacientes coronarios rápidamente se popularizó. Este descubrimiento se debió a un llamado específico a los laboratorios de investigación ofreciendo subsidios para tal estudio. Fue, sin dudas, un proyecto orientado, pues ya se poseían indicios del efecto antitrombótico, de investigación aplicada que requirió múltiples incursiones en aspectos farmacológicos fundamentales. En la actualidad, la mayoría o todos los pacientes cardíacos toman una o dos aspirinetas diarias.

El estudio de la historia de la ciencia en sus distintas áreas proporciona más información, muy especialmente en las Ciencias Biomédicas, en Ciencias Físico-Matemáticas, en las Ciencias de la Tierra, y en la Astronomía. En esta última, resulta apasionante observar el paso del modelo Geocéntrico del Universo de Claudio Ptolomeo (100 a. C. – 170 a. C.) al modelo Heliocéntrico de Nicolás Copérnico

(1473 – 1543), sin olvidar a Galileo Galilei (1564 – 1642), relacionado estrechamente con la revolución científica, y su apoyo determinante a las ideas de Copérnico (con las consecuentes desgracias atravesadas ante la Iglesia) [8] hasta llegar a las actuales concepciones multigaláxicas de un universo en expansión (Teoría del *Big Bang*), que es la más aceptada por la comunidad científica actual. Según la misma, el universo comenzó hace unos 14.000 millones de años con una gran explosión, de la cual se crearon el espacio, el tiempo, la energía y la materia. Fue Edwin Hubble (1889 – 1953), quien en 1929 observó que el universo está expandiéndose continuamente y que todas las galaxias se alejan entre sí. La capacidad predictiva alcanzada por la astrofísica resulta deslumbrante, precisando con gran exactitud los fenómenos planetarios, estelares y galácticos. Además, posee un contenido humano abrumador llevando a preguntas filosóficas profundas y estremecedoras.

Podríamos continuar recorriendo campos como la Fisiología y la Anestesiología, la Bacteriología y la Virología, la Física Electrónica y la Física Nuclear, y otros también, plasmados de éxitos y de fracasos, de perseverancias obsesivas y generosas al entregarles a la humanidad los productos de sus esfuerzos, las más de las veces sin pedir retorno alguno.

#### V. DESARROLLO TECNOLÓGICO

La etapa lógica de la Ciencia Aplicada es el Desarrollo Tecnológico, o sea, cuando hay suficiente evidencia positiva de la aplicación encontrada, se requiere implementarla con la tecnología adecuada. Este esquema ideal resulta bastante ingenuo pues no necesariamente, ni siempre, el orden de hechos se da tan claramente. James Clerk Maxwell (1831 – 1879) predijo teóricamente las ondas electromagnéticas [11] en 1865, las cuales fueron demostradas posteriormente por Heinrich Rudolf Hertz (1857 – 1894), quien realizó una serie de experimentos entre 1886 y 1889 que probarían decididamente las ondas anticipadas por Maxwell.

Por su parte, Sir William Thomson (Lord Kelvin), reconocido como otro de los grandes científicos, con contribuciones en matemáticas, física, ingeniería, fue en gran medida principal responsable por el éxito del cable transatlántico en 1850 resolviendo muchos de los problemas encontrados. Escribió más de 600 trabajos científicos y registró 75 patentes, en Inglaterra, EEUU y en Suiza [12].

Los conocimientos anteriores básicos y aplicados le permitieron a Guillermo Marconi (1874 – 1937) establecer las comunicaciones por radio o telegrafía sin hilos en 1895. Descubrió que, colocando un generador de chispas de Hertz en lo alto de una varilla, el alcance de la recepción se podía aumentar a varios kilómetros. Construyó un pequeño aparato, cuyo alcance era de 2.5 km, que constaba de un emisor, un generador de chispas de Hertz y un receptor basado en el efecto descubierto por el ingeniero francés Édouard Branly (1844 – 1940) en 1890 y representado por su llamado cohesor. En julio de 1896, Marconi, tras una serie de mejoras, patentó el invento, que causó revuelo entre la comunidad científica de la época. Sin dudas, el período 1850 – 1900 resultó trascendental en comunicaciones, con contribuciones entrelazadas desde la ciencia pura a la aplicada hasta llegar a la tecnología.

#### VI. INVENCIÓN

Invencciones, inventores y patentes han formado y continúan constituyendo parte esencial en el desarrollo del conocimiento y, muy en particular, de la introducción de artefactos variados, desde muy simples a muy complejos, en el armamentario diario de la vida actual. La ciencia no está excluida de esta modalidad de generar conocimiento, aunque existen diferencias importantes y hasta opuestas en algunos aspectos de su filosofía de enfoque [13]. Thomas Alva Edison, Nikola Tesla y Guillermo Marconi se han transformado en íconos tradicionales, no exentos de controversias y de serias discrepancias también [14]. El invento, en general, es parte integral de la tecnología.

#### VII. APLICACIÓN INDUSTRIAL

La etapa siguiente del Desarrollo Tecnológico (DT) es su Aplicación Industrial. No son muchos los inventos o DTs que alcanzan el nivel de productos industriales, quizás son los menos pues influyen factores que poco o nada se relacionan con las ciencias o las tecnologías. Pueden originarse los obstáculos en componentes económicos (muy frecuentes), sociales o ambientales. Las naftas con plomo, por ejemplo, tuvieron que eliminarse del mercado por su influencia contaminante, el asbesto, pese a ser buen aislante del fuego en las construcciones, debió prohibirse pues se encontró que su polvo tiende a facilitar el cáncer de pulmón. Algo similar ocurrió con variados medicamentos al detectarse efectos secundarios indeseados, como sucedió en los primeros años de los anticonceptivos orales por las dosis excesivas empleadas. En suma, el camino hacia la producción industrial de un determinado producto está plagado de inconvenientes y en más de una oportunidad debe ser revertido. Podemos plantear como problema acuciante la descomunal cantidad de chatarra industrial de todo tipo (automóviles, camiones, computadoras, armas, plásticos, pilas eléctricas y baterías) que suelen inundar grandes superficies o suelen ser enterradas esperando que la Madre Tierra las “transforme” o las “metabolice”. ¿Tan inteligente e ingenuo puede ser el Ser Humano? [15].

#### VIII. DISCUSIÓN

- *Ganarás el pan con el sudor de tu frente. Génesis, 3:19.*
- *El objetivo de la ciencia especulativa es la verdad, y el de la ciencia práctica es la acción. Aristóteles (384 a. C. – 322 a. C.). Sócrates fue maestro de Platón, quien lo fue a su vez de Aristóteles.*
- *En ciencia, la autoridad de un millar no es superior al razonamiento de una sola persona. Galileo Galilei (1564 – 1642).*
- *La ciencia es el alma de la prosperidad de las naciones y la fuente de todo progreso. Louis Pasteur (1822 – 1895).*
- *La ciencia se compone de errores, que son los pasos hacia la verdad. Julio Verne (1828 – 1905).*
- *Ciencia es la progresiva aproximación del hombre al mundo real. Max Planck (1858 – 1947).*
- *La ciencia está hecha de datos, como una casa de piedras; pero un montón de datos no es ciencia, como un montón de piedras no es una casa. Henri Poincaré (1854 – 1912).*

- *Los científicos se esfuerzan por hacer posible lo imposible. Los políticos por hacer lo posible imposible. Bertrand Russell (1872 – 1970).*
- *En ciencia se trata de explicar lo que no se sabía antes de manera entendible. Paul Dirac (1902 – 1984).*
- *La ciencia de hoy es la tecnología del mañana. Edward Teller (1908 – 2003).*
- *Un aspecto triste: La ciencia reúne conocimiento más rápidamente que la sociedad reúne sabiduría. Isaac Asimov (1920 – 1992).*

El decálogo de pensamientos, dados como acápites de esta sección final del artículo, intenta resumir el concepto de ciencia brevemente expresado por autoridades históricas de alta relevancia, pero comenzando por la bíblica necesidad de trabajar, imprescindible y esencial, de todo ser humano. Sin insistir en las dificultades del extenso y penoso proceso que va desde la creación de conocimiento hasta su uso en la vida de las sociedades, el mismo genera trabajo en todas sus etapas e instancias, y eso es bueno, aun ignorando o pretendiendo ignorar las seculares palabras bíblicas. Y la generación de trabajo conlleva el desarrollo económico, pero aun de mayor importancia, es la generación y crecimiento de una sociedad sana, en la cual la diversión también existe y se goza. Los Consejos de Investigaciones Científicas y Técnicas, así como las fundaciones dedicadas a promover estudios de avanzada son instituciones de trascendental significado pues, insistimos, en última instancia generan trabajo. Una tal sociedad (y son muy, muy pocas las que se aproximan a este ideal en este mundo del Siglo XXI) tiene que apoyarse en tres columnas sólidas e incommovibles: Educación, Salud y Seguridad, para todos, sin excepciones ni privilegios.

La violación de estos derechos humanos, violentados y violados abierta o soslayadamente con frecuencia en los sistemas actuales imperantes, ha conducido a la situación corriente de enormes desigualdades y de desinterés predominante, incluyendo muerte salvaje y cruel a causa de fundamentalismos ciegos. Existe un exceso de palabras, verbosidad, verborragia vacía que apenas supera una expresión mentirosa de deseos. Un sistema educativo al alcance de todos, arrancando muy temprano en la vida de los seres humanos, que genere una pirámide para paulatinamente conducir a los habitantes que así lo deseen y sientan a las máximas expresiones de la ciencia es esencial. Y ello requiere de universidades con un tamiz de ingreso intelectual, es decir, se selecciona a los mejor armados en sus capacidades naturales y en sus conocimientos iniciales, de cualquier origen social, racial o religioso, contando con presupuestos para infraestructura, laboratorios, medios materiales en general y espacio suficiente y adecuado.

El esquema de gobierno de un país, y específicamente hacemos referencia a Argentina, si bien es factible extender estos conceptos a varios países de América Latina, exige la figura del ASESOR CIENTÍFICO o, mejor aún, de VARIOS ASESORES CIENTÍFICOS (cada uno dentro de un área específica de la ciencia en general, similar a lo que se da en países del Primer Mundo. Debe distinguirse el papel del asesor científico de la función que desarrolla un Ministro de Ciencia y Tecnología. El primero se ocupa solamente de temas científicos y no considera los aspectos

relativos al costo económico de la idea propuesta o apenas le otorga una importancia secundaria; el segundo, considera la cara presupuestaria y es un cargo exclusivamente político. La historia de la ciencia abunda en ejemplos en los cuales temas aparentemente inútiles o equivocados en su momento de concepción, a veces muy costosos, resultaron fundamentales décadas después. Un poco al azar, veamos algunos ejemplos:

Cristóbal Colón era un científico y su idea en 1492 de buscar las Indias Occidentales constituyó un proyecto alocado en su momento y de gran inversión monetaria, los satélites artificiales y el viaje a la Luna en 1969 también sonaban a imposibles con costos elevadísimos y hasta con sabor para muchos a despilfarro (*Vergeudung*, en alemán; *waste*, en inglés; *gaspillage*, en francés). Los beneficios recibidos por la humanidad de tales proyectos “insanos” no ofrecen lugar a duda alguna, ni de su nivel, ni de su número. Otras ideas teóricas, prácticamente sin costo alguno, pero que el ciudadano común en posición directiva suele considerar como pérdidas de tiempo nos conducen a recordar el álgebra de George Boole (1815 – 1864), esencial en el desarrollo computacional; las ecuaciones de Maxwell (1831 – 1879), prediciendo la existencia de ondas electromagnéticas y de su propagación, e identificando la luz como una onda electromagnética; el cálculo tensorial de Tullio Levi-Civita (1873 – 1941) con el cual Einstein basaría su teoría de relatividad general. Es posible continuar con la enumeración de contribuciones científicas fundamentales, en el estudio de bacterias y de virus, de distintas especies animales, de comportamiento humano al enfrentar situaciones problemáticas, también en un principio parecerían mostrar esfuerzos sin sentido o inconducentes. Economizar reduciendo el presupuesto de investigación científica es equivalente a que una familia decida retirar de la escuela a sus hijos aduciendo imposibilidad económica, pues aun la escuela pública genera costos. Significa indefectiblemente marginación y caer en nivel social. Es fundamental la existencia de organismos de apoyo y aliento constante a las mismas (un sistema organizado y fuerte de becas de estudio), para inyectar en la juventud aquel concepto de José Ingenieros en su famoso *Hombre Mediocre* (1913) [16]:

*Cuando pones la proa visionaria hacia una estrella y tiendes el ala hacia tal excelcitud insalvable, afanoso de perfección y rebelde a la mediocridad, llevas en ti el resorte misterioso de un Ideal.*

## IX. CONCLUSIÓN

Quizás se necesita una cuota de sentido de copropiedad (la Argentina es nuestra casa y todos somos copropietarios y corresponsables), un sentimiento que suele llamarse patriotismo, pero que con frecuencia lo resolvemos falsamente con una escarapela en la solapa, o una bandera en la ventana de nuestras casas. Tal vez convenga recordar a hombres como José de San Martín, Manuel Belgrano, Bernardino Rivadavia, Juan Bautista Alberdi, Domingo F. Sarmiento, Bartolomé Mitre, Leandro N. Alem, Alfredo Palacios, Lisandro de la Torre, Hipólito Irigoyen, Humberto Illia, o Raúl Alfonsín, quienes, también con sus defectos humanos, entregaron todo por el país y terminaron sus vidas humildemente, pero que tuvieron profunda y

avanzada visión de futuro. Con certeza, hay también otros menos conocidos de la misma estirpe de honradez y dedicación. Para finalizar, vale reiterar enfáticamente las palabras de Indira Ghandi citadas al comienzo de este artículo. Son muy ciertas y llevan a la reflexión. O quizás conviene citar un viejo y tradicional dicho alemán:

*“Ist dieses Haus nicht sehr schön?  
Es ist mein Haus, und ich liebe es sehr!”*  
[“¿No es hermosa esta casa?  
¡Es mi casa y la amo mucho!”]

¿REALMENTE LA AMAMOS?

Suelen darse con demasiada frecuencia decisiones políticas decepcionantes que ponen en tela de juicio la respuesta cierta a esta pregunta, así como el eventual conocimiento integral del tema.

X. MESSAGE FROM IEEE PRESIDENT  
KAREN BARTLESON / FEB 10, 2017

*IEEE President Karen Bartleson today released the following statement in response to concerns expressed by IEEE members around the world:*

*“IEEE, The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Incorporated, believes that governments of all countries must recognize that, in a world of increasing global connectivity, science and engineering are fundamental enterprises, for which openness, international collaboration, and the free flow of ideas and talented individuals are essential to advancement.*

*Every country benefits from attracting, and competing for, the best and brightest scientists and engineers from around the world to study, teach, conduct and collaborate on research, innovate new technologies, and start commercial endeavors. Science and engineering lead to enhancements in quality of life and ultimately build economic prosperity and security. All countries should develop and maintain immigration and visa policies that encourage, facilitate, and protect the ability of people, from around the world, to engage in these types of science and engineering activities.*

*Diversity is an important and valued strength; IEEE is committed to the realization and maintenance of an environment in which scientists and engineers, regardless of ethnicity, religion, gender, or nationality, have the right to pursue their careers without discrimination. Science, engineering - and humanity - prosper where there is freedom of movement, association, and communication.”*

#### REFERENCIAS

- [1] <http://www.buenastareas.com/ensayos/Numero-De-Paises-En-El-Mundo/23334.html>
- [2] <https://en.wikipedia.org/wiki/Scientist>
- [3] <http://www.investopedia.com/updates/purchasing-power-parity-ppp/>.
- [4] Informe UNESCO sobre Ciencia: Hechos, Cifras y Recursos humanos. Desde 2015 y proyectado a 2030. Contacto: Agnès Bardón, UNESCO Press Office; [a.bardon@unesco.org](mailto:a.bardon@unesco.org); [http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/USR2015\\_Facts\\_and\\_figures\\_ES.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/pdf/USR2015_Facts_and_figures_ES.pdf).
- [5] Jansana A, Desarrollo científico y tecnológico en China: Comparación con EEUU, Estudios de Política Exterior y Economía Exterior, Nro. 69, 2014; <http://www.politicaexterior.com/economia-exterior/?numeroRevista=69>.
- [6] Valentinuzzi ME. Anticoagulants: An Essential Transfusion Component-How They Came About. IEEE Pulse Magazine, 2011, 2(2):45-50; ver <http://www.magazine.embe.org>.
- [7] Valentinuzzi ME. The Development of Transfusion: Techniques and Technology. IEEE Pulse Magazine, 2011, 2(3):71-75; ver <http://www.magazine.embe.org>.
- [8] Sobel D. Galileo's Daughter, Peguin Books, Walker Publishing Co., USA, 2000, 420 pp; ISBN 0 14 02.8055 3.
- [9] Gribbin J, The Birth of Time, Yale University Press, New Haven and London, 2001, 237 páginas.
- [10] <http://www.elorigendelhombr.com/big%20bang.html>.
- [11] Valentinuzzi ME y Kohen AJ. Valentinuzzi ME, Kohen AJ. James Clerk Maxwell, Kirchoff's Laws, and their implications on modeling physiology, IEEE Pulse Magazine, 2013, 4(2):40-46; ver <http://www.magazine.embe.org>.
- [12] David y Julia Bart. Sir William Thomson, on the 150th Anniversary of the Atlantic Cable. This article was first published in the Antique Wireless Association Review, volume 21, 2008; <http://atlantic-cable.com/CablePioneers/Kelvin/>.
- [13] Valentinuzzi ME. Patents and Scientific Papers: Quite Different Concepts, IEEE Pulse Magazine, en prensa.
- [14] Valentinuzzi ME, Hill Ortiz M, Cervantes D, and Leder RS (2016) Nikola Tesla: Why was he so much resisted and forgotten? IEEE Pulse Magazine, 7(6):61-68.
- [15] [https://es.wikipedia.org/wiki/Residuo\\_peligroso](https://es.wikipedia.org/wiki/Residuo_peligroso)
- [16] Ingenieros J, El Hombre Mediocre, edición original en 1913, reeditado como libro electrónico en 2000 por [www.elaleph.com](http://www.elaleph.com), y gratuitamente disponible.