Implicaciones culturales de la Revolución biológica en proceso*

*Celso Vargas Elizondo. Instituto Tecnológico de Costa Rica

Algunos de los cambios esperados asociados con la puesta en ejecución de la llamada Cuarta Revolución Industrial son de una naturaleza tan radical y profunda que resulta difícil lograr una representación clara de su impacto; otros cambios son claramente predecibles. Abordaremos en esta perspectiva uno de estos cambios que será realmente radical: **La posibilidad de vivir eternamente**.

El deseo de vivir indefinidamente constituye una de las aspiraciones más básicas del ser humano, es decir, no solo de las generaciones actuales sino también de las generaciones que nos han precedido. Esta aspiración contiene al menos dos solicitudes importantes: una vida eternamente rejuvenecida y con una buena calidad de vida. Y cuando hablamos de calidad de vida tenemos presente, al menos, dos grandes temas que deberían ser satisfechos (bajo ciertos parámetros desde luego): gozar de buena salud y no tener necesidad. Esta aspiración es tan fuerte en la vida del ser humano que se ha plasmado de diferentes formas en un buen número de religiones, no solamente las religiones del pasado sino que, con bastante fuerza también, en muchas de las religiones actuales. Una de las cuatro preguntas fundamentales enlistadas por Kant, ¿Qué me cabe esperar?, está directamente relacionada con esta aspiración y con su expresión más frecuente en su forma religiosa. Pero la manera en la que la ciencia y tecnología están abordando esta posibilidad, sin ninguna duda

transformará radicalmente la forma tradicional como se ha expresado esta aspiración en muchas culturas y religiones. Y es que la vida eterna está fuertemente relacionada con la recompensa y el castigo, usualmente, más allá de la muerte. En un buen número de religiones después de esta vida terrenal se recibe recompensa o castigo según las actuaciones del individuo en esta vida, y esto lo marca por toda la eternidad. En algunas religiones de la India, al igual que en la Divina Comedia de Dante, hay diferentes tipos de "infierno" según la naturaleza del pecador, pero también distintos tipos de recompensas según la calidad de la buena actuación. ¿Pero si no hay muerte?

Ya desde el siglo XX comenzamos a asistir a una serie de desarrollos científicos y tecnológicos que han tenido un impacto realmente significativo en nuestra vida. El mejoramiento de la salud pública o en general el acceso a la salud, a los cuadros de vacunación y un incremento en la producción de alimentos y la capacidad de adquirirlos han mejorado la calidad de vida de muchas personas en este planeta. Aunque claramente este acceso no ha sido igual para todos y todas a nivel global, el progreso es innegable. Es también una aspiración que todas las personas que habitamos este planeta satisfagamos estas necesidades. Sin embargo, lo que estaremos viendo en los años venideros constituirá una transformación muy radical de lo que hemos tenido hasta el momento en estos temas. Los gurús del campo de la ingeniería genética, la robótica y la inteligencia artificial, entre otros, nos hablan de que podemos vivir indefinidamente a partir del 2050. Esta es la fecha en la que se puede afirmar que la ciencia y la tecnología habrán vencido la muerte. Solo tenemos que esmerarnos por llegar a ese año. Hay varias formas mediante las cuales esto será posible.

Primero, los científicos, ingenieros genéticos y científicos computacionales han logrado comprender y modificar los mecanismos moleculares asociados con el envejecimiento. No se

ha hecho en humanos todavía, pero experimentos en laboratorio han mostrado que modificaciones de estos mecanismos en ratones y otros organismos han tenido un éxito extraordinario. En algunos casos se ha logrado triplicar la vida de estos organismos, los cual traducido en años humanos, equivale a vivir entre 200 y 300 años, si no más. En los años venideros el dominio de estos mecanismos y también su aplicación segura, permitirá que puedan ser utilizadas por el ser humano. A pesar de gran complejidad de estos mecanismos, poco a poco se avanza en su comprensión. El papel de los modelos computacionales ha sido muy importante para avanzar en el desciframiento de estos. Por ejemplo, Auley y otros (2017) "Modelling the molecular mechanisms of aging", nos muestran lo promisorio de este enfoque. Pero el segundo hecho importante es que no solamente será posible el control de estos mecanismos para seguir viviendo, sino que permitirá la regeneración o rejuvenecimiento celular permitiendo que los seres humanos puedan tener una vida muy prolongada y saludable. Esta prolongación de la vida puede ser indefinida.

Pero una segunda forma de avanzar en el logro del objetivo de vivir eternamente es el desarrollo de nuevos injertos de piel y prótesis desarrollados utilizando nuevos materiales (biomateriales) que presenten una gran similitud con nuestra piel y órganos y reduzcan la reacción inmunológica del organismo. En principio no hay límites en la cantidad de prótesis que podríamos tener, y con una ventaja adicional: no envejecen y pueden mejorar la movilidad y resistencia de las personas que los poseen. ¿Será en un futuro próximo posible que todo nuestro organismo sea reemplazado por un cuerpo funcional obtenido de manera artificial? Claramente sí. Los increíbles avances en robots de compañía, con apariencia y piel similar a la humana, abren esta posibilidad. De esta manera sí poseo un cerebro funcional y en "buena condición", pero un cuerpo con problemas serios, podría utilizar como soporte un cuerpo artificial que me permita extender mi vida durante mucho tiempo, quizá indefinidamente, y con buena

calidad de vida. Los ciber-humanos ya están entre nosotros, como se ha popularizado desde el 2015.

Una tercera forma de vivir de manera indefinida es precisamente la creación de cerebros artificiales a los que se pueda transferir mi "contenido neuronal", es decir, que pueda replicar el funcionamiento de mi cerebro de manera que pueda reconocer fácilmente distintos tipos de patrones. Ya están disponibles el reconocimiento de patrones en formas extraordinarias, como imágenes, voz, estrategias de búsqueda, los cuales representan un gran progreso en esta meta de alcanzar la simulación de nuestro cerebro y su replicación artificial. Pero también en la comprensión de los gustos y sensaciones placenteras. Esta tercera vía abre la posibilidad, muy especulativa actualmente, de un reemplazo total del cuerpo y el cerebro humanos mediante réplicas artificiales. Podríamos, entonces, vivir de manera indefinida bajo esta nueva forma.

Dr Ian Pearson, uno de estos futuristas, habla de una cuarta forma en la que podemos extender de manera significativamente nuestra vida y consiste en "vivir en un mundo virtual". Podríamos estar conectados de manera permanente a un computador que simularía el mundo real, mediante realidad virtual y aumentada, que nos proporcionaría experiencias de un mundo construido computacionalmente, pero que experimentamos como real. Esta cuarta forma no es incompatible con las anteriores y propiciaría no solo el aprendizaje, la evocación y realización de experiencias placenteras nuevas. Pero es muy adecuada para la segunda forma de vivir indefinidamente que presentamos anteriormente.

¿Cómo cambiaría a la experiencia religiosa estos desarrollos tan probables? Quizá no sería necesario pensar en un más allá, pues tendríamos un espacio ilimitado de vida en este planeta (si no fuera aniquilado por guerras y por otras acciones humanas). Quizá no serían necesarias las recompensas y castigos que han establecido las religiones en el más allá,

pues éstas serían realizables en nuestro mundo actual. Quizá, finalmente, el tipo de religión que se requeriría para acompañar a personas que vivan de manera indefinida, esté centrada en otros valores más humanos, o que sea subsumida bajo una ética pública y privada muy inmanente. De todas maneras, habrá cambios fundamentales en nuestra forma de comprendernos a nosotros mismos y a nuestro entorno, y desde luego, elementos fundamentales de la epistemología tendrían que ser reformulados, como los referentes a la diferencia entre conocimiento e información, así como el papel que le hemos asignados al soporte empírico, el cual ha sido básico para diferenciar entre un "discurso verdadero" y una pieza literaria. En la próxima perspectiva exploraremos algunas de las consecuencias epistemológicas de alcanzarse estos niveles de desarrollo.

Mendeleiev. Ley Periódica y Tabla de los Elementos Quīmicos

Dedicatoria:



A la Asociación Estudiantes de Química de la Universidad de Costa Rica.

Descargar (PDF, 616KB)

Josephine Cochrane (1839-1913) (Inventores V)



Son muchos los inventos que se usan a diario y que fueron los antecedentes de máquinas automatizadas que actualmente usamos para satisfacer necesidades comunes. A pesar de que los usamos con frecuencia por lo general no nos preguntamos sobre el origen de los mismos. Se pueden citar entre muchos otros, el

radio, el automóvil, el televisor, el teléfono, la computadora, la carreta, las tijeras, la licuadora, etcétera. Se recurre a ellos sin que nos interese su historia , por ejemplo, quién fue el inventor o la inventora, el contexto social, el proceso evolutivo porque estos inventos (o familia de objetos como los llama Mario Bunge)[1] han evolucionado hasta llegar a nuestras vidas para que recurramos a ellos y así satisfacer nuestras necesidades básicas de una forma más cómoda y eficaz.

No obstante lo anterior, su historia e impactos no ha desaparecido, y ello, gracias a que hay extraordinarias investigaciones sobre el tema en todo lado, especialmente filósofos e historiadores de la ciencia, de la técnica y la tecnología que son algo así como una "conciencia lúcida" en relación con la importancia de tales inventos, de su origen, usos, evolución, impacto positivo y negativo. En nuestro medio tenemos ejemplos de académicos e investigadores que se ocupan de estos asuntos tales como: Guillermo Coronado C, E. R. Ramírez B, Luis Camacho N, Álvaro Zamora C, Orlando Morales M[2], Edgardo Moreno, entre otros, sus aportes se encuentran en diversas publicaciones en libros, revistas, periódicos tanto nacionales como allende.

Ahora bien, no es común que se haga historia particular de un invento, se entiende la dificultad, sobre todo cuando se parte de un enfoque continuista en historia de la técnica, de la ciencia y la tecnología. En cuanto a la técnica y la tecnología se suele argumentar que un pequeño invento lleva a otro y otro y así sucesivamente, no es de esa manera en relación con grandes descubrimientos científicos donde la novedad de un hallazgo bien puede romper el continuismo, tal es el caso de las vacunas en 1796 por Edgard Jenner, científico inglés. Los contra-fácticos son una "piedra en el

zapato” para el continuismo y un buen argumento para la novedad.

Como el tema de estas columnas se refiere a inventores e inventoras y a sus aportes, en este caso se hace referencia a una inventora, a Josephine Cochrane. Esta ilustre mujer nació en el año de 1839 en Ohio y murió en 1913 en Chicago. Hija de ingeniero civil, creció en Indiana donde asistió a un colegio privado el que se incendió y tuvo que asistir a uno público. En 1858 se traslada a Illinois donde contrae matrimonio con un político y comerciante llamado William Cochrane que muere a la edad de 45 años, deja a Josephine en la ruina, con deudas y con dos hijas que debe atender, esa situación la impulsa a buscar un medio para satisfacer sus necesidades y las de sus dos hijas. En este sentido conviene recordar aquella idea orteguiana, “La necesidad es el motor de toda invención”, apuntaba Ortega y Gasset en su obra “Meditaciones sobre la técnica” (1939), y, como el ser humano tiene múltiples necesidades, también tiene la obligación de crear sobre todo por “saber hacer”, este saber hacer se expresa en el arte de inventar para satisfacer las necesidades, así como en el arte de saber usarlas[3]. Pues así, Josephine busca como enfrentar la situación difícil en que se encuentra y procede de la siguiente manera: se interesa por buscar los medios que existían en ese momento y que le pudieran ayudar a solventar sus problemas. Ya en la primera mitad del siglo XIX hubo varios intentos por construir un lavavajillas, incluso patentarlos, pero fracasaron, se tiene información de la lavavajilla de Joel Houghton en 1850 y la de L. A. Alexander en 1860, en ambos casos era una cubeta con agua caliente donde se depositaban los platos y con un dispositivo externo se hacían girar hacia derecha e izquierda. Los platos no quedaban bien lavados y se consumía mucha agua que había que calentar. Toda esta información sirvió para que Josephine se interesara y como gran emprendedora y, como se dice, “manos a la obra”. Vale decir que no empezó de inmediato a construir el lavavajillas, procedió de la siguiente manera:

“Josephine diseñó el primer modelo de su lavavajillas en la cabaña detrás de su casa. George Butters que era mecánico, ayudó en la construcción del primer lavavajillas. Para construir la máquina Josephine primero midió los platos y diseñó compartimentos de cable para que cupieran platos, tazas, o salseras. Dichos compartimentos los introdujo dentro de una rueda que reposaba horizontal dentro de una caldera de cobre, un motor hacía girar la rueda, al mismo tiempo que el agua caliente jabonosa, proveniente de la caldera rociaba los platos. Su lavavajillas fue el primero en utilizar agua a presión en vez de un estropajo para limpiar los platos dentro de la máquina” [4]



[5], Este es el modelo que Josephine presentó a comerciantes y con el que tuvo grandes beneficios económicos, y como lo normal, posteriormente tuvo muchas innovaciones tanto en aspecto técnico y hasta estético para hacerlo más atractivo. La siguiente imagen muestra los cambios respecto del anterior.

Esta imagen es un ejemplo de los muchos de las que ahora se comercializan, al compararlo con la anterior, podemos

determinar claramente todo el proceso evolutivo de éste y que es claramente un arte-facto tencnológico.



La nueva máquina funcionó bien, lo que hizo que Josephine, con capital limitado instalara una fábrica, (Garis- Cochrane) para producir el invento en cantidades comercializables y ponerlo al servicio de los hogares, en cuanto a la comercialización tuvo relativo éxito en los primeros ocho años. En este caso el contexto jugó un papel importante, en 1893 se llevó a cabo La Exposición Mundial Colombina en Chicago en la que se presentaron gran cantidad de diseños y construcciones mecánicas. Josephine presentó la suya ganando el primer premio como “La mejor construcción mecánica, duradera y adaptada al ritmo del trabajo”, la noticia se publicó en diversos medios y muy rápido le empezaron pedidos, de hogares, hoteles, restaurantes y otras empresas, casi de inmediato patentó su modelo. El lavavajillas era una realidad, pasa de invento a mercancía y se consume como tal, para 1949 no se consume solo en Estados Unidos, su difusión es amplia. En cuanto al impacto, fue de gran ayuda para mitigar el aburrido e interminable trabajo de tener que lavar los platos, tasas y demás, especialmente luego de reuniones sociales, los invitados se van, los platos y otros enseres se depositan en la máquina, se secan y se guardan, el sacrifico implica un costo no tan importante en el recibo que nos llega cada fin de

mes. En nuestro país el uso del lavavajillas no es generalizado, los objetos de cartón y plástico lo explican. En lo personal prefiero ser positivo, con la esperanza de que con las tendencias ambientalistas los platos de larga duración se impongan y volvamos la vista a la gran Josephine Cochrane.

Nuestra inventora murió en 1913, víctima de un derrame cerebral.

Bibliografía consultada.

1. Bernal, J.D, (1972), La ciencia en la historia, Editorial Nueva Imagen, Universidad Nacional Autónoma de México, D.F. Traducción de Eli de Gortari.
2. Bunge, M (1985), Seudociencia e ideología, Alianza Editorial, S.A, Madrid, España.
3. Confederación Francesa de Trabajadores (1977), H. Blume Editores, Madrid, España. Obra encargada por la Confederación de Trabajadores Franceses, por lo que no aparece el nombre de los autores de ningún apartado.
4. Ortega y Gasset, (1939), Meditaciones sobre la técnica, Colección Espasa Calpe, Madrid, España.
5. http://www.lg.com/lavaplatos.
6. https://www.elespanol.com › Ciencia › Investiga
7. https://www.bbc.com › mundo › noticias › 2015/10 › 151016_fin_de_sem…

---

[1] En el libro “Seudociencia e ideología” Mario Bunge analiza como los inventos y su evolución hoy tienen impacto en la economía, la política, en las relaciones interpersonales y hasta en la religión. Se puede consultar específicamente los apéndices 1 y 2 en páginas 215 a 253.

[2] Orlando Morales M, ministro de Ciencia y Tecnología (1994-1998), profesor catedrático de la UCR, hizo una

interesante investigación sobre la importancia del trapiche en Costa Rica, describe los trapiches primarios, es decir, los hechos de madera e impulsados con fuera humana hasta los de hierro e impulsados con bueyes, es un trabajo que se ha conocida gracias a conferencias que ha impartido, sería de gran importancia que hiciera una amplia publicación, este trabajo merece conocerse más.

[3] Es interesante mencionar que Ortega y Gasset, en su obra arriba mencionada, plantea la importancia que tiene la universidad en la formación y preparación técnica para enfrentar y satisfacer necesidades de primer orden. Sobre todo que ahora se discute por estos lares lo concerniente a la "educación dual".

[4] www.lg.com/lavaplatos.

[5] https://www.elespanol.com › Ciencia › Investigación

Significado y vivencias de la substancia (II parte)*

*Álvaro Zamora

De la analogía hecha a partir de aquella *sustancia* deliciosa[1] (que L´Agüela incluso consideraba curativa) pasamos a condensar la noción filosófica.

El vocablo español proviene del latin *Substantia*, utilizado por los medievales para la evocar la griega *ousía* (Οὐσία). Ferrater informa que hay diferentes criterios sobre la primogenitura del término. Por ejemplo, R.

Eucken (*Geschichte der philosophischen Terminologie*) la atribuye a Quintiliano; pero C. Arpe (*Philologus*) se la concede a Séneca. Según varios especialistas, en la antigua Grecia tien varias connotaciones; *vgr*.: lo que *de suyo es* una persona; aunque también denota –con aparente sutileza *vocativa*, aunque honda resemantización filosófica– algo *propio en* las cosas; que *es por y para sí mismo* esto o aquello.

Idea semejante sirve en la antigüedad para denotar el *ser corporal real*; es decir, el *ente* en tanto presencia contrapuesta a su representación cual imagen o *ausencia*.

Platón ofrece una concepción parecida, aunque con ambiguos matices: en *Fedón* indica el *qué* de cada idea y luego –con leve aunque significativo cambio de timón– en la *República* denota la *cualidad esencial de algo*. Esto último pareciera una simple redundancia, pues parece aludir *al verde del verde*. Pero, en realidad, el asunto alberga complicaciones muy interesantes desde el punto de vista ontológico, con notables consecuencias gnoseológicas. Sirva para ejemplificar tales dificultades un ejemplo: sería erróneo afirmar –al menos desde la *República*– que el *bien* sea la *ousía* de *lo bueno*, pues según Platón el *Bien* la trasciende.

Si, como ha sucedido en repetidas ocasiones, la idea de substancia se toma en el sentido de *esencia*, hay que darle seguimiento a extenuantes jornadas filosóficas que van desde la antigua Atenas de Platón hasta las universidades de Gotinga o de Friburgo, donde Husserl ejerció la docencia.

Tras un examen del concepto, Ferrater (1999, 2673) juzga que, entre los clásicos griegos, “solo Aristóteles dio al término *ousía* una importancia filosófica central”. Baste aquí recordar el concepto tal como aparece en un famoso inventario

de textos aristotélicos, ofrecido por Andrónico de Rodas en el siglo I a.C. con el ambiguo pero enjundioso título Τα Μετα Τα φυσικά (*más allá de la Física*).

Esa obra se conoce, desde entonces, como *Metafísica*, y ha influido hondamente sobre la posteridad filosófica. Para el hispanoparlante resulta apreciable una edición trilingüe, debida a Valentín García Yebra (1970, 247). Ahí –Libro V, § 10– se encuentra esta definición: *substancia se llaman los cuerpos simples, por ejemplo la Tierra, el Fuego, el Agua y todas las cosas semejantes, y, en general los cuerpos y los componentes de estos, tanto animales como demonios, y las partes de estos.*

Lejos de la exactitud que parece alentar dicha explicación, Aristóteles abre ahí rutas al desconcierto. M. V. Wedin (2000, 167) advierte cuatro términos que en la obra aristotélica pueden reclamar el título de *substancia*: "la esencia (τὸ τί ἠῦ εἰῦαι), lo universal (τὸ καθόλου), el género (τὸ γένος) y el sujeto (τὸ ὑποκείμενον)".

Además, en el referido Libro V (247), Aristóteles toma por substancias a "en general", a "los cuerpos y los componentes de éstos, tanto animales como demonios [*seres intermedios entre dioses y hombres*], y las partes de éstos". Él explica que todos ellos reciben la denominación de marras porque "las demás cosas se predican de estas" sustancias, no a la inversa. Pero, seguidamente apunta que, "en otro sentido, se llama substancia lo que sea causa inmanente del ser en todas aquellas cosas que no se predican del sujeto (*cfr*. 247). Es decir, la *ousía* también puede ser entendida cual *esencia*.

Para birlar ambigüedades, el oriundo de la antigua Estagira (Macedonia) propone una distinción entre la *ousía* primera (a la que entenderíamos propiamente como sustancia) y la *ousía* segunda (con la denotación de esencia).

La primera ha de ser entendida, formalmente, *cual entidad*,

pues remite al ente concreto (Danilo o María, el caballo, la mesa); entiéndase un *existente real*, del cual se puede predicar esto o aquello. Tal idea fue teorizada luego por los metafísicos medievales como *subiectum*. No se confunda tal uso del vocablo con la psicológica idea moderna de sujeto.

La segunda denotación apunta a algo secundario y, por eso resulta problemática, como se explica más adelante.

Ferrater (3397) resume la pluralidad significativa de *sustancia* en el aristotelismo, con sus ambigüedades y confusiones: "durante un tiempo se usó la palabra *sustantia* para οὐσία" y para ὑπόστασις (*hipóstasis*: ser de un modo verdadero). Aunque podrían usar "*substantia*", los pensadores medievales han preferido traducir la noción aristotélica de ὑποκείμενον (sustrato material) en un sentido análogo al "vocablo sujeto" y referirlo al hombre individual, o al caballo, a la mesa y a cualquier individuo. Se trata de sustancias primeras en el sentido de que existen realmente[2]. En cambio, los *nombres* hombre, caballo o mesa no son realidades sustanciales, aunque pueden ser atendidos cual esencias: caballo es *x*, hombre es *z*, y así sucesivamente. El Libro V, § 8 de la *Metafísica* lo explica así: "la sustancia se dice en dos sentidos: el sujeto último, que ya no se predica de otro, y lo que, siendo algo determinado, es también separable. Y es tal la forma y la especie de cada cosa".

Autores como Cramer y Ross, señalan que la sustancia aristotélica es algo individual. Como es irreductible ontológicamente, debe ser considerada cual concepto único de lo que no se halla en otra cosa.

Ross (1957) insiste dicha sustancia es anterior a cualquier categoría del ser, al menos en tres sentidos: 1. *existencial*, por ser independiente e incluir al objeto o ente total, sus relaciones y cualidades, las cuales, Inversamente, solo existen en una sustancia; 2. *lógico*, pues la sustancia no necesita de la cualidad para ser definida pero, inversamente,

toda predicación categorial requiere de la sustancia. 3. *epistemológico*, pues gracias a ella se sabe *qué es algo* y ella se conoce antes sus cualidades y su cantidad.

García Yebra refiere a la substancia como *existente real* o como *entelequia*, pero hay traductores que también la vierten al español como *acto*. No se profundiza aquí en ello, para evitar desviaciones por caminos de la teoría de la traducción, de la hermenéutica o incluso de la reformulación medieval de la obra aristotélica.

La sustancia primera es, formalmente (es decir, en cuanto *forma*), *la entidad*; remite al ente concreto (Danilo o María, el caballo, la mesa) como existente real y del cual se puede predicar esto o aquello.

Según Aristóteles, nada existiría sin las sustancias primeras. Sobre las secundarias, advierte que son impropias; por eso podría objetársele el uso del mismo término para denotarlas. Es más, pareciera que las sustancias secundarias no encajan en la definición de sustancia como "causa inmanente del ser" (247) usada por el macedonio[3].

Esa *sustancia secundaria* obedece a cierto apuro para explicar raras determinaciones de lo que (ya) son las sustancias primarias. Si se buscara un ejemplo contemporáneo de eso, resultaría sugestiva la imagen de una feminista aristotélica. Ella explicaría que decir *Agüela es mujer* no significa que ser mujer deba entenderse cual si *ser mujer* fuera un *componente accidental* de L´Agüela. Accidentales serían hechos como que esa señora *sea morena* o que *cocine bien*.

Es decir, la feminista aristotélica afirmaría que *el ser mujer de* Agüela no es *un accidente*, sino una condición substancial secundaria, la cual carece de la primacía de aquella otra, denotada en la expresión *ella es un ser humano*.

Lamentablemente, en eso –como en otros temas metafísicos– los

problemas desbordan a las soluciones. Por ejemplo, no debe confundirse la sustancia con la *identidad*, de la que Aristóteles también acuña dos acepciones. De un lado, pone la *identidad accidental*. Por ejemplo, en la expresión *ese hombre es músico*, el segundo término denota algo accidental *del hombre*. Pero ambos términos denotan de forma intrínseca, en *ese caso*, *a dicho hombre músico*. Es decir, se refieren concreta y específicamente *a ese hombre* –Danilo– que *accidentalmente* es mi amigo desde hace muchos años.

Con otras palabras: ser músico es *algo que caracteriza cual accidente* de *ese* hombre, a Danilo (que *no es* Álvaro, ni Mario, ni Guillermo). Pero *hombre* y *músico* se unen para predicar unívocamente *hombre músico* cual caracterización suya.

No obstante, el mismo Aristóteles precisa que *su* identidad carece del carácter ontológico que correspondería al sentido universal de *identidad*. Es que *no todo hombre es músico*. He ahí una *verdad de Perogrullo*, se dirá y así lo parece, pero en términos aristotélicos no lo es realmente. Por el contrario, la idea ha suscitado hondas polémicas a lo largo de la historia. Incluso Sartre –un pensador tan alejado de Aristóteles por siglos y por principios– opone al marxismo ortodoxo una idea parecida a esa[4].

Es tópico muy comentado que, para Aristóteles, *lo universal* existe de suyo *en y por sí*, mientras que lo *accidental* solo existe cual atributo de cada ente particular. No ha de extrañar, por tanto, que su *Metafísica*investigue las últimas causas del *ser*; al que considera trascendente y real. Lo accidental "se da en algo y se le puede atribuir verdad" (299). De hecho, un accidente puede caracterizar a *ese* individuo, aunque no esté presente en otro. Danilo *es músico*; también *es* amigo de alguien, *es* inteligente, *es* gordo. Tales *accidentes* lo caracterizan; pero ninguno de ellos *es* la *ousía* de *ser hombre*. Con otras palabras: *hay* individuos que, sin saber música,

son *tan hombres* como Danilo. Pueden ser más delgados, más altos, más temerarios que él, pero igual *son hombres*.

También es accidental que Danilo *haya llegado a ser músico*; como es accidental que en su país haya un conservatorio o que por razones diversas (puramente contingentes) él haya sido motivado para estudiar música. O sea, "el accidente [ser músico] se ha producido o existe". Pero –dicho con lenguaje del Libro V § 25 (300)– ser músico no es *ser hombre* en cuanto *tal* [*ousía*] sino en cuanto otro, pues las causas de que Danilo sea músico han sido azarosas. Es más, algo accidental puede ser "fortuito y ocasional", algo que –como *esa embriaguez de Juan*– es verdadero en este "instante, pero dejará de serlo" dentro de unos minutos. (De Crescenzo, 1997, 120)

He ahí un sentido aristotélico del término accidente. En otro sentido –también contrapuesto al de substancia– se entiende "todo aquello que es inherente a algo en cuanto a tal sin pertenecer a la substancia" (301). No seguimos aquí otras particularidades de dicho término; nos basta evocar un aserto heredado por Aristóteles a la epistemología realista: *no hay ciencia de lo accidental*. (*cfr*. Libro XI, 530-597)

Resulta evidente que la referida noción de substancia es *positiva*. Con ella se alimenta gran parte del pensamiento medieval. En la denominada *Modernidad*, sufre transformaciones; y luego, entre los contemporáneos, decae por razones diversas. Sobre tales rumbos de dicho arcaísmo filosófico serán escritas otras *Perspectivas*. Mientras tanto, conviene visitar la cocina L´Agüela, para disfrutar de una suculenta pausa.

Bibliografía

Aristóteles (1998) *Metafísica* (ed. V. García). Madrid: Gredos.

_____ (s.f) *Segundos analíticos* (trad. P. de Azcárate). En:

onemorelibrary.com/index.php/es/libros/filosofia-y-psicologia/book/epistemologia-237/segundos-analiticos-792

Arpe, C. Substantia.En: es.scribd.com/document/319753512/C

De Crescenzo (1997) *Historia de la filosofía griega. Segunda parte: de Sócrates en adelante* (trad. J. Binaghi). Barcelona: Seix Barral.

Eucken, E. (1879) *Geschichte der philosophischen Terminologie*. En: es.scribd.com/document/167760258/Eucken-Rudolf-1846-1926

Ferrater, J. (1999) *Diccionario de Filosofía* (4 tomos). Barcelona: Ariel.

Parain, B. (ed.) (1984) *Historia de la filosofía. La filosofía griega* (trad. S. Juliá y M. Bilbatúa). México: Siglo XXI.

Platón (1949) *La república* (3 tomos) (trad. J. M. Pabón y M. Fernández). Madrid: IEP.

Ross, D. (1957) *Aristóteles* (trad. D. Pró). Buenos Aires: Sudamericana.

Sartre, J-P- (1979) *Crítica de la razón dialéctica. Precedida de Cuestiones de método* (trad. M. Lamana). Buenos Aires: Losada.

Weding, M. (2000) *Aristotle´s Theory of Substance*. NY: Oxford.

---

[1] Por un accidente del gusto, se hará referencia a esa —cocinada por L´Agüela— como *sustancia*; la otra será apuntada como *substancia*.

[2] Consecuentemente, se dirá, con Wedin (2000, 6) que, desde el punto de vista lógico, la denominación de substancia resulta adecuada para: “la esencia, lo universal, el género y

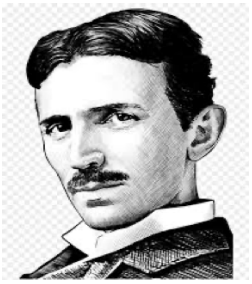
el sujeto o aquello que subyace". Wedin advierte, además, que el concepto de forma, en la *Metafísica* puede servir como el componente estructural que ha de tomarse como "sustancia de una sustancia

[3] Wedin (2000, 92-96) ofrece un extenso análisis sobre el estatuto de las pretendidas susbstancias secundarias, *cfr*. 6. The Status of Secondary Substances.

[4] *Cfr.* Cuestiones de método, II. El problema de las mediaciones y de las disciplinas auxiliares (Sartre, 1979, I, 53).

Nikola Tesla (Inventores IV)

*Mario Alfaro



Nikola Tesla (1856-1943)

"El desarrollo progresivo del hombre depende

Fundamentalmente de sus inventos"

(Nikola Tesla)

A Mario Isaac, quien se dedica al

Estudio de la ingeniería.

Nikola Tesla nació en 1856 en la ciudad de Smiljan, Croacia. Murió en 1943 en New York de un infarto cardiaco.

Es conocido que Nikola Tesla fue un extraordinario inventor, algunos historiadores de la ciencia y la tecnología[1] cuentan que su producción pasa de los setecientos inventos, casi tantos como los que hizo Thomas Alva Edison, solo que no contó con la misma suerte y patrocinio que Edison, es más, en su momento fue marginado y hasta explotado. En esta columna trataré de exponer el porqué de este asunto y mencionaré algunos de sus inventos que tuvieron mayor impacto. Vale decir que no entraré en detalle alguno sobre el funcionamiento de sus inventos por ser un tema que más bien corresponde a ingenieros y científicos, y que además ya han hecho esta tarea y publicado numerosos artículos en revistas, manuales para la enseñanza y libros.

Tesla fue inventor, científico y tecnólogo y le hizo honor a cada una de esas actividades. Como inventor se sabe que hizo alrededor de setecientos inventos, se patentaron seiscientos de ellos, aunque esas patentes no tuvieron mucha divulgación, esa fue una razón por la que por algún tiempo pasó un tanto desapercibido a pesar de su genio creativo. En 1919 se publicó un libro autobiográfico titulado “Mis inventos” y que fue una compilación hecha por Ben Johnston y basada en seis artículos publicados por el mismo Tesla en la revista “Electrical Experimenter” no obstante en ese libro no aparece más que parte de la producción, técnica, científica y tecnológica de Tesla, la obra se publica cuando Tesla tiene 63 años y despertó un relativo interés que aumentó después de su muerte en 1943.

Como inventor fue un apasionado, trabajador insigne y sobre todo altruista, poco interés por el dinero. Para Tesla el trabajo de inventor debería ser siempre un acto de placer, por

ello debería hacerse de manera libre, es decir, sin estar sometido a normas rígidas y con asignación de tiempos para lograr resultados, eso lo defendía poniendo de ejemplo a su madre que también fue inventora importante y fue exitosa en el diseño de ropa y que, lo logró sin que nadie se lo solicitara ni le impusiera nada.[2] Nos parece que esto es una clara reacción y crítica a las normas laborales establecidas ya desde antes de la consolidación de la segunda etapa de la Revolución Industrial, etapa a la que también Tesla ayuda con su fundamental aporte de la corriente alterna, a pesar de que Edison era partidario de la corriente directa.

Otro aspecto por destacar tiene que ver con la finalidad que han de tener los inventos, los descubrimientos científicos y los productos tecnológicos, todo eso tiene sentido si están dirigidos a ayudar a las personas menos privilegiadas, así la electricidad tendrá mayor sentido cuando sirva para "alumbrar a las comunidades que viven a oscuras". Por ello dedica tanto tiempo a la invención de un sistema que sea capaz de transmitir electricidad sin cables y que pueda llegar al mayor número.[3] El genio creador será siempre más importante que los reconocimientos formales y materiales (incluso los económicos), si soluciona problemas humanos. [4]

En cuanto a la obra material de Tesla, la lista es extensa. A continuación cito sólo cinco de esas 10 publicada de setiembre del 2018 y preparada con la participación de industriales y usuarios.

1. Motor eléctrico. Su uso más importante es en automóviles, aunque no exclusivamente.
    - La corriente alterna, como se mencionó antes, fue el invento que provocó la gran discusión con Edison y sus seguidores. Como es de suponer, los empresarios dueños de las minas de cobre tanta en Estados Unidos como en otros lugares estuvieron al lado de Edison.

- Sistema la generación, acumulación y transmisión de energía a grandes distancias, gratuita y dirigida toda la mayor cantidad posible de ciudadanos.

- La radio. Por mucho tiempo se tuvo por cierto que Guillermo Marconi había sido el inventor de la radio, sin embargo, poco tiempo después de la muerte de Tesla se descubrió en el archivo del cuarto del hotel en Nueva York donde vivía Tesla, que había sido él el inventor mucho antes que Marconi, eso generó una gran polémica lo que trajo como consecuencia que finalmente la Corte Suprema revocó la patente asignada al italiano.[5]

- Teslascopio. Esta invención es una de las curiosidades de Tesla, fue un intento del inventor por entrar en el ámbito de la ciencia ficción por la que mostró mucho interés, según él, el Teslascopio era un medio para entrar en comunicación con seres extraterrestres e inteligentes, para lograrlo, el medio sería la utilización del principio de propagación de ondas eléctricas.

En esta breve columna, un par de textos escritor por el propio Tesla, y agregados por el editor en una edición posterior al libro "Mis inventos", aunque no aparece el nombre de dicho editor. En ambos Tesla reflexiona sobre el significado e impacto que tiene el trabajo del inventor. No se pudo encontrar la fecha de publicación de esta edición, es de sospechar que la publicación es posterior a la muerte de Tesla.

*Nota 1. "E*l desarrollo progresivo del hombre depende vitalmente de la invención; es el producto más importante de su cerebro creativo. Su propósito último es el dominio completo de la mente sobre el mundo material, el aprovechamiento de las fuerzas de la naturaleza para las necesidades humanas. Esta es la difícil tarea del inventor, a quien a menudo no se le comprende ni se recompensa. Pero él

encuentra amplia compensación en el agradable ejercicio de sus poderes y en la conciencia de pertenecer a esa clase excepcionalmente privilegiada, sin la cual la raza habría perecido hace tiempo en la amarga lucha contra los elementos inclementes de la naturaleza” (1)

Nota 2. Por lo que se refiere a mí, yo ya he tenido toda mi ración de este placer exquisito, en tal medida que durante muchos años mi vida prácticamente fue un éxtasis constante. Se me considera uno de los trabajadores más dedicados y si el pensamiento es un equivalente de la tarea quizá lo soy, pues a él he consagrado casi todas mis horas de vigilia. Pero si el trabajo se interpreta como un rendimiento determinado durante un tiempo específico de acuerdo con una regla rígida, entonces puede que yo haya sido el peor de los haraganes. Cada esfuerzo coaccionado exige un sacrificio de energía vital (2) [6]

Bibliografía consultada

1. Diamond, J (1998), Armas, Gérmenes y Acero, Editorial Debate, S. A., Madrid España. Traducción al castellano de Fabián Chueca. Se utiliza capítulo 13, de página 273 a 302. (La madre de la necesidad).

- Sánchez, R. J M, (2007), El poder de la ciencia. Historia social, política, y económica de la ciencia (siglos XIX y XX), Barcelona, España, Editorial Crítica, S.A.

- Waston, P (2015) Ideas, Historia Intelectual de la Humanidad, Editorial Barcelona, España. Se utiliza primera parte “La evolución de la imaginación”, páginas 34 a 61.

4. Williams, T. (1992), Historia de la tecnología, desde 1900 hasta 1950, V4, Tomo 1, México, Siglo XXI, editores.

[1] William, T (1982) Historia de la tecnología, desde 1900 hasta 1950, Volumen 4, tomo I, México, Siglo XXI, Editores. En las páginas 117,118, 119 y siguientes el autor relata uno de los aportes más significativos, sin ser los únicos, a saber los motores eléctricos, tanto el de corriente continua como el de corriente directa.

[2] Ante esta situación, sin duda nuestro autor no podría realizar investigaciones ni invenciones en nuestro medio, ya que, al igual que lo percibía Tesla en su tiempo, la burocratización, los cronogramas, avances y sobre todo definir con anticipación de lo que se requiere es condición necesaria para la financiación de proyectos. Tesla lo vivió, especialmente cuando trabajó al servicio de Edison.

[3] Notamos en Nikola Tesla tiene una visón ética del trabajo, sin duda el utilitarismo, bajo la máxima de que el trabajo tiene sentido moral si la consecuencia del mismo implica el mayor beneficio (felicidad) para el mayor número. Estamos en la segunda mitad del siglo XIX.

[4] En diferentes publicaciones de INTERNET se afirma con mucha frecuencia, que esa manera de hacer e interpretar el trabajo de Tesla fue lo que generó las serias diferencias que tuvo con Edison, llegando a tanto que rompió con él que lo había contratado en 1884 para que le ayudara a corregir errores y mejorar la eficiencia de sus objetos tecnológicos. Tesla fue explotado sin misericordia por Edison quien le pagaba una miseria y lo obligaba a trabajar hasta 12 horas diarias. Tanto Edison como Tesla tuvieron relaciones comerciales y empresariales, con mayor éxito Edison.

[5] http://www.unsurcoenlasombra.com/los-10-inventos-de-nikola-tesla-que-cambiaron-el-mundo/

[6] Los textos 1 y 2 arriba indicados han sido tomados del libro "Mis inventos" Página 151 y 152 respectivamente.

Las paradojas (II parte) [Apuntes de clase] *

*__Álvaro Carvajal Villaplana__

3. Las paradojas en Bertrand Russell

Russell descubre la paradoja de las clases entre 1901 y 1905, la fecha exacta es difícil de precisar. La Paradoja de Russell puede analizarse o dividirse en tres (Ferrater Mora, 1983, 661-662):

- *La paradoja de las clases:* esta paradoja consiste en que hay clases que no pertenecen a sí mismas, como la clase de todos los perros. Hay clases que pertenecen a sí mismas, como la clase de todas las clases, que es una clase.
- *La paradoja de las relaciones:* dadas tres relaciones, P, Q, R, hay que admitir que P relaciona R con Q si y solo si no es cierto que P relaciona R con Q. Pero Habida cuenta de que si algo es cierto del todo, es cierto de un elemento del todo, resulta que R relaciona R con Q si y solo si no es cierto que R relaciona R con Q.
- *Paradoja de las propiedades:* Hay propiedades que no se aplican a sí mismas, como la propiedad de ser una silla, que no es una silla. Estas son llamadas "propiedades

impredicables". Hay propiedades que se aplican a sí mismas, como la propiedad de ser concebible, la cual es concebible. Estas son llamadas "propiedades predicables". Considerase la propiedad de ser impredicable. Si esta propiedad es predicable, no se aplica a sí misma y es, por tanto, impredicable, se aplica a sí misma y, por tanto, es predicable.

En resumen: se trata de una paradoja de autoinclusión de una clase. Especialmente de aquellas clases que no tienen la propiedad de autoinclusión. Si R es la clase de todas las clases que no se autoincluyen, la paradoja nace al preguntar si R se pertenece o no a sí misma, si no se pertenece, entonces satisface su propiedad definitoria y, por ello, se pertenece a sí misma. Pero si se pertenece no satisface su propiedad definitoria y, por ende, no se pertenece a sí misma (Kilmister, 1992; Russell, 1982, p. 76-77).

4. Solución a las paradojas

En términos generales la solución a las paradojas se encuentra en que en el lenguaje común, las antinomias se producen porque la verdad o la falsedad, así como la pertenencia o no al conjunto, se incluyen en un mismo nivel de lenguaje. Lo cual no es posible, ya que Un mismo nivel de lenguaje no puede referirse a sí mismo; por lo que se ha utilizar otro nivel de lenguaje para referirse al anterior. Se presentan tres tipo de solución.

(a) Para su solución, Russell, por ejemplo, establece *la teoría de los tipos* (la teoría simple) para resolver su paradoja de los conjuntos, así cada tipo de lenguaje se refiere al tipo anterior. La teoría de los tipos divide el universo del discurso en una jerarquía (Haack, 1982, 164; Rodríguez, 1996, 116), de la siguiente manera:

- individuos

(tipo 0) x_0

- conjunto de individuos (tipo 1) x_1
- conjunto de conjuntos de individuos (tipo 2) x_2
- conjunto de conjuntos de ….. (tipo n) x_n

Tenemos así que:

- Las clases son de diferente tipo lógico.
- Una clase no puede incluirse a sí misma como clase, sino que debe estar en otro nivel.
- No puede darse el caso que se reemplace en una sentencia inteligible un nombre individual de clase o uno de clases por el nombre de clases de clases.

Por ejemplo:

- “Russell ha muerto” (tiene sentido)
- “La clase de los hombres ha muerto” (No tiene sentido)
- “La clase de los hombres tiene tres miembros”(tiene sentido, pero es falsa)
- “Russell tiene tres miembros” (No tiene sentido)

En donde una oración no tiene sentido, su negación tampoco lo tiene.

(b) La *teoría ramifica de los tipos* (la teoría compleja) de Russell, en cambio, establece un jerarquía de órdenes de “proposiciones” (oraciones cerradas) y “funciones proporcionales” (oraciones abiertas), así como una restricción de que ninguna proposición (función preposicional) puede ser “acerca de”, i.e., que contenga un cuantificador que abarque a proposiciones (funciones proposicionales) del mismo orden o superior que el suyo propio. Se utiliza para resolver las teorías sobre la verdad y la falsedad autorreferentes como las del mentiroso.

La solución entonces tiene que ver con la distinción de

niveles de lenguajes, en donde la verdad o falsedad de un enunciado es expresado por un predicado del siguiente nivel. Russell toma de Guiseppe Peano la reducción de todas las demás nociones aritméticas a tres ideas no definibles aritméticamente: “cero”, “número” y “sucesor”; de tal manera, las dirimió en términos de la teoría de las relaciones lógicas entre clases o conjuntos.

Russell definió un número como una clase de clases con el mismo número de miembros, el número dos, por ejemplo, como la clase de los pares, y así sucesivamente.

Existen otras soluciones aportados por Tarsky y Kripke, las cuales no se expondrán (véase Haack, 1982).

(c) La paradoja del barbero, dice que en la ciudad de Sevilla, existe un hombre que es barbero que afeita a los hombres, si y sólo sí no se afeitan a sí mismos. El problema reside al responder a la pregunta ¿Se afeita el barbero a sí mismo?, si el barbero es vecino del lugar, se concluye que si se afeita a sí mismo, entonces no se afeita a sí mismo, pero, sino se afeita a sí mismo, entonces se afeita así mismo. Es obvio que se parte de unas premisas que son imposibles que se den. La definición del Barbero nos lleva a deducir que no existe tal barbero.

Bibliografía

Alston, W.P.; et. al; (1967/1976) *Los orígenes de la filosofía analítica. Moore, Russell y Wittgenstein.* Madrid: Tecnos.

Ferrater Mora, José; 1999. *Diccionario de filosofía de bolsillo*. Tomo 2. Madrid: Alianza.

Haack, Susan; (1978/1982) *Filosofía de las lógicas.* Madrid: Cátedra.

Kilmister, C. W., (1984/1992) Russell. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Russell, Bertrand; (1959/1982) *La evolución de mi pensamiento filosófico.* 2° ed. Madrid: Alianza Editorial.

Rodríguez, Rodolfo; (1996). *El mundo de la lógica: de la paradoja de la verdad.* San José: Imprenta de la Cuidad Hogar Calasanz.

Smullyan, Raymond; (1978/1984) *¿Cómo se llama este libro?* Madrid: Cátedra.

Las paradojas (I parte) [Apuntes de clase]*

***Álvaro Carvajal Villaplana**

1. La noción de *paradoja*

El significado etimológico del término *paradoja* es **mara** (*para*): contra y **doxa** (*doxa*): opinión, es decir, contra opinión, "más allá de la creencia" o antinomias lógicas. Entre sus características están las siguientes:

- Las paradojas muestran que no todas las argumentaciones racionales nos dan una proposición conclusiva única, tal que pueda determinarse que sean válidas o inválidas.
- Son proposiciones "conclusivas" son tales, que si afirmamos su verdad, la argumentación misma llevará a que se afirme su falsedad, cuando se llega a esta última, la argumentación misma conduce de nuevo a su

verdad.

- Es una argumentación circular que conduce a dos proposiciones que se contradicen, pero que a la vez se presentan como plausibles. Se caracterizan por dos métodos de razonar, los cuales son posibles, pero que conducen a conclusiones contradictorias.
- Se llega a contradicción por razonamientos aparentemente válidos.
- Las paradojas conducen a un circulo vicioso.
- Las paradojas, especialmente las semánticas, llevan implícito el criterio de verdad y falsedad.

2. Clasificación de las paradojas

Las paradojas se pueden clasificar en dos grandes grupos: las semánticas y las de conjuntos.

(a) Paradojas de la verdad: las pueden ser de distinto tipo, las cuales versan sobre la verdad. En general, éstas paradojas son proposiciones autorreferenciales y el tema por excelencia es un juego entre la verdad y la falsedad. El paradigma de paradoja es la del mentiroso, de la cual existen muchas variantes. Algunas de ellas son:

- "Esta oración es falsa": si es verdadera, entonces lo que se dice es el caso; por tanto, es falsa. Si es falsa, entonces lo que dice no es el caso; por tanto, es verdadera.
- "La oración siguiente es falsa. La oración anterior es verdadera".
- La Paradoja de la tarjeta postal: (a) "La oración que hay en la otra cara de esta tarjeta es falsa". (b) "La oración que hay en la otra cara de esta tarjeta es verdadera"

- La paradoja de “Epiménides”: “Un cretense llamado Epiménides al que se le atribuye haber dicho que todos los cretenses son siempre mentirosos. Si un mentiroso es alguien que siempre dice lo falso, entonces, si lo que dice Epiménides es verdadero, es falso”

- Otra paradoja es la Grelling, que tiene un juego de palabras, por ejemplo “heterológico” y “autólogico” **(involucra verdadero y falso de…).** Es una paradoja que versa sobre la detonación. Si dividimos todas las palabras y los enunciados en dos conjuntos, los que se denotan a así mismos **(no verdaderos de sí mismas)** y los que no se denotan así mismos **(verdaderos de sí mismas)**. Los primeros serán autológicos (lo que la palabra significa en sí misma, por ej. “corto” es corto y “castellano” es castellano) y los segundos serán heterológicos (las que no son en sí mismas lo que ellas significan, por ejemplo, “invisible” no es invisible, “alemán” no es alemán y “neurótico” no es neurótico).

La paradoja consistiría en lo siguiente: el adjetivo “heterológico” ¿es heterológico o autológico”?, si se dice que es heterológico; entonces, se denotará a sí mismo **(no es verdadero de sí mismo)**. En consecuencia, será autológico. Si se dice que es autológico, no se denota a sí mismo **(verdadero de sí mismo)**; por tanto, será heterológico (Haack, 1982, p. 159).

- La paradoja de Berry, que involucra términos como “definible” o “espeficable”.

(b) Paradojas de conjuntos: estas paradojas tienen que ver con la pertenencia o no a un conjunto. En general, se expresa como que algunos conjuntos son miembros de sí, mientras que otros no, por ejemplo:

- El conjunto de los objetos abstractos, al ser él mismo un objeto abstracto, es miembro de sí mismo.

- El conjunto de las vacas, al no ser el mismo una vaca, no es miembro de sí mismo.

Una versión, un tanto más compleja de la anterior paradoja, se presenta cuando se dice:

- El conjunto de los conjuntos que no son miembros de sí mismos ¿Es miembro de sí mismo o no?: (a) Si es miembro de sí mismo, entonces posee la propiedad que poseen todos los miembros del conjunto, es decir, no es miembro de sí mismo. (c) Si no es miembro de sí mismo; entonces, posee la propiedad que califica a un conjunto de pertenecer a sí mismo, por tanto, es miembro de sí mismo.

Una variedad de paradojas fueron descubiertas por varios pensadores, entre ellos se pueden citar las paradojas de Russell, Cantor, Burali-Forti, Ramsey y Gödel (Prueba de completitud). Todas ellas han sido paradojas halladas en el campo de las matemáticas. Las paradojas han derribado teorías lógicas y matemáticas, y obligado a sus defensores a replantear o abandonar las teorías que defendían.

Bibliografía

Alston, W.P.; et. al; (1967/1976) *Los orígenes de la filosofía analítica. Moore, Russell y Wittgenstein.* Madrid: Tecnos.

Ferrater Mora, José; 1999. *Diccionario de filosofía de bolsillo*. Tomo 2. Madrid: Alianza.

Haack, Susan; (1978/1982) *Filosofía de las lógicas.* Madrid: Cátedra.

Kilmister, C. W., (1984/1992) Russell. México, D.F.: Fondo de Cultura Económica.

Russell, Bertrand; (1959/1982) *La evolución de mi pensamiento*

filosófico. 2° ed. Madrid: Alianza Editorial.

Rodríguez, Rodolfo; (1996). *El mundo de la lógica: de la paradoja de la verdad.* San José: Imprenta de la Cuidad Hogar Calasanz.

Smullyan, Raymond; (1978/1984) *¿Cómo se llama este libro?* Madrid: Cátedra.

La tecnología como sistema (VI)

La aplicación del marco general de la ética como articulador de la tecnología en la Cuarta Revolución Industrial

*Celso Vargas Elizondo

Tal y como hemos indicado en las perspectivas anteriores, el desarrollo humano sostenible se adopta como marco ético general. Esta adopción está a la base de los acuerdos de organizaciones internacionales, estados, organizaciones sociales y ciudadanos. Este marco ético se divide en dos grandes áreas: el desarrollo de capacidades humanas y la seguridad humana. Como indicamos en la perspectiva anterior, la seguridad humana está conformada por siete dimensiones: Seguridad económica, seguridad alimentaria, seguridad sanitaria, seguridad ambiental, seguridad personal, seguridad comunitaria y seguridad política. Ambos lados del desarrollo humano sostenible son relevantes en el desarrollo tecnológico. Pero nuestro énfasis ha estado en el tema de la seguridad humana. Este enfoque ético de la seguridad se convierte en transversal en todos los incontables desarrollos tecnológicos relacionados, en este caso, con la cuarta

revolución industrial. Por ello lo más apropiado sea considerar ejemplos específicos de clases de tecnología. Nos limitaremos, por razones de espacio, en dos de estas aplicaciones, esperando que ilustren la forma en la que se puede utilizar el marco ético general establecido en la perspectiva anterior.

Comencemos por uno de esos casos concretos: la tecnología de drones para usos civiles. En este momento y en el futuro muy cercano hay y habrá un importante número de aplicaciones de esta tecnología, incluyendo las siguientes: distintos usos para personas aficionadas a los drones, fotografía aérea, búsqueda y rescate, agricultura de precisión, la investigación con propósitos judiciales y policiales, envíos a domicilio y a otros destinos, monitoreo de zonas de interés comercial como las tuberías que conducen el combustible, mapeo en tres dimensiones, vigilancia, como medio de acceso a internet inalámbrico, y para investigación científicas en áreas como el clima, incluyendo la investigación de huracanes, tornados, sequías y otros fenómenos de interés científico y ambiental. Su uso en el futuro cercano se verá fuertemente incrementado.

En este caso, hay una serie de riesgos asociados con el uso de los drones. Entre ellos, información obtenida sin el consentimiento de las personas, la afectación a la propiedad de terceros, accidentes asociados con drones que pueden afectar a personas y animales; esto último debido principalmente a errores en la manipulación de estos. Bandas y delincuentes pueden utilizarlos para hacer más selectiva y efectiva la actividad delictiva, pero también pueden ser utilizados por otros individuos para la obtención de secretos industriales, para el espionaje y para obtener otros tipos de información valiosa de las personas. Finalmente, el uso intensivo de estos dispositivos puede afectar aeronaves que vuelan a poca altura o pueden interferir en el aterrizaje de

aeronaves en los aeropuertos.

Cuando analizamos este tema desde el punto de vista de la seguridad humana, observamos que varias dimensiones de la seguridad están involucradas. La seguridad personal es la más importante e incluye los siguientes "factores de seguridad": invasión a la privacidad, abuso de poder sobre las personas, extorsiones, afectación a bienes personales y daños físicos a las personas. Pero también está relacionada con la seguridad comunitaria en aspectos como discriminación por preferencias o consideraciones étnicas y culturales, así como otras formas de inequidad. Finalmente, involucra también la seguridad política en el tanto el uso inadecuado de los drones cerca de aeropuertos e instituciones públicas puede comprometer la seguridad aeroportuaria y de las instituciones. Es interesante observar que muchos de los riesgos de seguridad indicados pueden ser reducidos de manera importante mediante normativa legal apropiada. Los países han estado avanzando en este de tipo de regulación por distintos medios como los reglamentos o leyes.

El segundo caso es mucho más general y se relaciona con el uso de inteligencia artificial (IA) en el contexto de la cuarta revolución industrial. IA es un elemento transversal de las nuevas tecnologías y de su carácter disruptivo. Está a la base de Internet de las Cosas, de la conducción autónoma, de los desarrollos en robótica, del nuevo paradigma en medicina y en los nuevos modelos de inteligencia de mercados, especialmente en las nuevas formas de hacer comercio electrónico, solo para mencionar algunas de sus aplicaciones. Desde luego las aplicaciones militares están a la orden del día, sin embargo, nuestro énfasis es en los usos civiles de estos desarrollos. La tecnología basada en IA tiene un gran beneficio potencial, por ejemplo, para hacer más precisa la cirugía mediante una mejor visualización de los órganos y tejidos (mediante realidad aumentada), así como la utilización de robots en distintos momentos del proceso quirúrgico. Pero

también puede ser utilizada para producir daño, no solo en la medicina sino también en todas sus aplicaciones.

Tal y como indica la Unión Europea (ETHICS GUIDELINES FOR TRUSTWORTHY AI, 2019), se debe "poner especial atención a las situaciones que involucran a grupos vulnerables tales como niños, personas con discapacidad y otros que históricamente han estado en desventaja o que están en riesgo de exclusión, y a las situaciones caracterizadas por la asimetría de poder o de información, tales como la que se da entre empleadores y trabajadores o entre empresarios y consumidores". Aun cuando no resulta fácil anticipar los posibles riesgos, es importante que se esté atento y evaluando de tiempo en tiempo los avances a fin de tomar las medidas que sean más adecuadas para evitar estos daños posibles. La forma de abordaje de esta propuesta de la Unión Europea es términos de principios u orientaciones generales. Considera no solo los riesgos, sino también aquellos aspectos que son potenciadores de las capacidades humanas. De acuerdo con este documento, "el desarrollo, implantación y uso de los sistemas de IA (debe hacerse) de manera tal que adhiera los principios éticos de: respeto por autonomía humana, la prevención del daño, la imparcialidad y comprensibilidad ("explicability"). (Debe) reconocer y abordar las tensiones potenciales entre estos principios".

Como se puede concluir de lo dicho hasta el momento, la aplicación de la IA a diferentes tecnologías en los ámbitos de los usos civiles, hay una serie de riesgos asociados con ellos y que vistos desde la seguridad humana, se concentran en las siguientes dimensiones: seguridad económica en el tanto que su utilización en la robótica industrial, en el campo financiero y comercial puede producir desempleo y bajas remuneraciones de manera alarmante a nivel global. Pero también en el ámbito de la seguridad personal. Tal es el caso de los robots de compañía que pueden ser utilizados para extorsionar y robar a personas adultas mayores y a personas con otro tipo de limitaciones por parte de parientes y otras personas cercanas.

Será un riesgos el posible acceso a cuentas bancarias o las cuentas bancarias digitales o al uso de tarjetas de créditos de estas personas con el fin de robarles. Pero también, la aplicación de la IA en internet de las cosas puede producir una clara invasión a la privacidad, pues se estaría en capacidad de identificar mejor las preferencias individuales, incluyendo las políticas y religiosas con lo cual se podría atender contra el derecho humano a la intimidad. No solo esto, sino que puede ser utilizado para direccionar actividades comerciales con una mayor especificidad, y creando una potente herramienta para posibilitar el uso de poder contra las personas. También uno de los factores de riesgo muy relevante, indicado anteriormente, es el posible incremento de inequidad y limitación en el acceso a los beneficios derivados del desarrollo social y de estas tecnologías. En el ámbito de la seguridad comunitaria y política, los llamados sectores socialmente vulnerables (niños(as), mujeres, personas adultas mayores, migrantes, personas aborígenes, personas con discapacidad, diversidad sexual, personas con VIH/SIDA y personas adolescentes, para mencionar los principales) son los grupos que podrían ser blancos de actividades delictivas y de distintas y nuevas formas de discriminación.

El enfoque de la seguridad humana, y su naturaleza multidimensional, es un buen instrumento ético que se puede utilizar con mucho éxito para anticipar y prevenir los posibles riesgos asociados con la cuarta revolución industrial. La ética, introducida a nivel de diseño, constituye una valiosa herramienta para articular de manera sistémica esta nueva demanda del desarrollo tecnológico. Debe ser utilizado en el mismo nivel y con el mismo rigor que los estándares y otros procedimientos que se están desarrollando para darle consistencia e integración a los muy distintos y casi ilimitados campos de la innovación tecnológica de esta revolución que están viviendo.

La tecnología como sistema (V)

Marco general de la ética como articulador de la tecnología en la *Cuarta Revolución Industrial*

*Celso Vargas Elizondo

Señalamos en la perspectiva anterior la adaptación por parte de las principales organizaciones internacionales y los estados de los objetivos del desarrollo sostenible con horizonte 2030. Debemos recordar que los cinco elementos articuladores de estos objetivos son: las personas, el planeta, la prosperidad, la paz y las alianzas. Esbozamos en esta perspectiva una forma de relacionar estos objetivos con el proceso de desarrollo de tecnologías. Hay consenso de que en el desarrollo de tecnología debe considerar, con igual relevancia, la seguridad, la salud y el ambiente. Es decir, que dicho desarrollo tome en consideración las distintas aplicaciones ingenieriles y tecnológicas las posibles consecuencias que éstas pueden tener en los tres ámbitos mencionados.

Se trata entonces de adoptar lo que algunos autores, como Roy Ramírez, denominan la responsabilidad prospectiva. Es decir, desarrollar en la ingeniera y en el tecnólogo esta especial capacidad de estar atenta a las posibles consecuencias de su acción y tomar las medidas que son necesarias para minimizarlas o eliminarlas. La responsabilidad prospectiva es fundamental en el presente contexto. Se trata entonces de determinar y valorar estas posibles consecuencias. El modelo

por excelencia para hacerlo es el probabilístico. Interesa la determinación de los posibles eventos, su frecuencia y, lo que es más importante, su impacto probable. Así pues, expresamos estas posibles consecuencias en términos de la probabilidad de su ocurrencia y del impacto que tendría el que ocurra. Para realizar el análisis se tiene a disposición una serie de recursos importantes: situaciones similares que ocurrieron en el pasado, derivaciones teóricas relevantes, propuestas normativas y el análisis de las formas de inserción de la tecnología en el ámbito para el que fue construido, y en nuestro nuevo contexto, la consistencia con otros desarrollos tecnológicos. Este análisis se hace determinando lo que es relevante para la salud, la seguridad y el ambiente. Pero debe tenerse siempre presente la seguridad, tal y como la analizaremos más adelante es uno de los aspectos fundamentales del desarrollo humano. El potenciamiento de las capacidades humanas y las condiciones para el bienestar de las personas, constituye el otro elemento clave del desarrollo. Seguridad y desarrollo están fuertemente relacionados. Pero dediquémonos al tema de la seguridad.

Supongamos que se ha realizado este análisis prospectivo y se han determinado las posibles consecuencias negativas y procedemos a abordarlas desde el punto de vista tecnológico. Podemos ilustrar el tipo de consideraciones éticas relevantes en lo referente a la seguridad. Tal y como señala Hansson (2018) (*Risk*, Stanford Encyclopedia of Philosophy) en una primera aproximación podemos segregar el concepto de *seguridad*en tres tipos diferentes de aproximación: seguridad inherente, barreras múltiples y factores de seguridad. La seguridad inherente se da en aquellos casos en los que podemos concluir que una determinada tecnología no tendrá impactos previsibles en determinados ámbitos. Por ejemplo, los vehículos eléctricos son inherentemente seguros en relación con las emisiones de CO_2, ya que este tipo de vehículos no produce ese tipo de emisiones. Desde luego que puede no ser inherentemente seguro, bajo este ámbito, si los

sistemas energéticos utilizados por producir electricidad son emisores de CO_2. Pero esto no depende del vehículo en sí mismo. Pero también la seguridad inherente está presente en las aspiraciones actuales, tanto nacionales como internacionales de lograr un mundo libre de armas nucleares, así como de otras armas de destrucción masiva. Así pues, la seguridad inherente tiene un amplio rango de aplicaciones, tanto tecnológicas como aquellas relativas a la existencia misma del ser humano en el planeta, pero relacionadas con el desarrollo tecnológico.

Las barreras múltiples constituyen otra importante medida de seguridad. Para evitar un daño se puede confinar una determinada tecnología, imponiendo barreras de seguridad de manera que se eviten los eventos que pueden producir este daño. Por ejemplo, en las sub-estaciones de transformación eléctrica se establecen vallas de determinada altura para evitar que personas y otros animales puedan ingresar de manera libre. Dentro de las sub-estaciones también podrían establecerse otras barreras si hubiera riesgos asociados. El uso de barreras múltiples es ampliamente utilizado en laboratorios, en invernaderos, en plantas nucleares y en muchas instalaciones más. Pero se utilizan en los hogares para impedir que niños(as) pequeños(as) puedan ingresar a lugares en los que podrían exponerse a algún tipo de daños o los lugares donde colocar, fuera del alcance de los y las niñas, medicamentos y otros productos que pueden causar daño.

Los factores de seguridad constituyen aquellas medidas (en la mayoría de los casos expresadas de forma cuantitativa e introducidas a nivel de diseño) que permiten asegurar que una determinada tecnología o sistema tecnológico evite los riesgos e impactos identificados en el análisis de riesgos. Por ejemplo, en construcción el número de columnas, vigas, relación cemento-agregados y cantidad de varillas, son algunos de los factores de seguridad que permiten asegurar que en zonas de alta sismicidad; las construcciones soportarán movimientos sísmicos de determinada magnitud. Es decir, los

factores de seguridad dan respuesta a la probabilidad de ocurrencia de los diversos tipos de eventos y el daño que pudieran producir. Desde el punto de vista de la *normalización*en teoría de la probabilidad, este tipo de eventos forma un conjunto cerrado, es decir, la suma de la probabilidad de ocurrencia de estos eventos es igual a 1. Como dijimos, los factores de seguridad son la respuesta a los riesgos y daños identificados, por ello, también los factores de seguridad están acotados por estos riesgos y daños.

Pero, ¿en qué sentido la seguridad puede ser considerada como un elemento de la tecnología como sistema? Es decir, como un criterio general que debe aplicarse al desarrollo de los distintos tipos de tecnología. Actualmente, se piensa y elabora el concepto de seguridad tomando como referencia seminal del PNUD, publicado en el *Informe del Desarrollo Humano de 1994*. Tal y como lo refieren aquí, el nuevo concepto de seguridad amplía el anterior (centrado en los estados) por uno más adaptado a los nuevos tiempos. Lo que indica este *Informe*es que la seguridad es multidimensional, como indicaremos más adelantes, pero además presenta cuatro características principales: a) es universal, es una preocupación para todos los seres humanos independientemente del país en que vivan, aunque las preocupaciones concretas puedan diferir, b) sus componentes son interdependientes, c) "es más fácil de garantizar a través de la prevención temprana" que esperar que los eventos ocurran, y d) está centrada en el ser humano y sus necesidades más fundamentales (liberación del temor y de la necesidad). Con este enfoque, el ambiente es abordado desde el punto de vista de la seguridad; es una de las dimensiones de la seguridad como indicamos más adelante. El ambiente, en este enfoque, es reducible a los aspectos relativos al desarrollo humano sostenible.

Las dimensiones de la seguridad enumeradas en ese informe del

PNUD son siete: seguridad económica, seguridad alimentaria, seguridad sanitaria, seguridad ambiental, seguridad personal, seguridad comunitaria y seguridad política. Como se indicó, estas siete dimensiones de la seguridad están íntimamente relacionadas, de manera que, como veremos en la próxima perspectiva, en muchas situaciones factores de diferentes dimensiones convergen en una tendencia tecnológica. Lo importante de este enfoque del PNUD es que estas dimensiones de la seguridad son aplicables tanto a los desarrollos tecnológicos como a otros ámbitos del quehace humano, como el político y el económico. Y, como ya indicamos, este enfoque es correcto en relación con la cuarta revolución industrial. Se requiere que tanto los estados, como la ciencia y la ingeniería, desarrollen sus actividades considerando al ser humano como centro, y orientándolas a fin de que aquellos temas sociales y culturales que permitan construir una sociedad más inclusiva y diversa sean considerados y potenciados. La segregación de los factores de seguridad en relación con algunos de los ámbitos de la tecnología será abordada en la siguiente y última perspectiva de esta serie.

La tecnología como sistema (IV)

Alineamiento internacional para prevenir las consecuencias sociales adversas asociadas con la Cuarta Revolución Industrial

*Celso Vargas Elizondo

En la perspectiva anterior analizados, de manera breve, algunas de las consecuencias sociales que podrían derivar de

la Cuarta Revolución Industrial. Las agrupamos en dos ámbitos: impactos en los sistemas de seguridad social y en el empleo. Estudios económicos preliminares sugieren que un incremento en la robotización del empleo mayor al 1,9 % de los FTP (factor total de producción) comienza a afectar de manera significativa los salarios y, por consiguiente, incrementa el desempleo.

Sin embargo, contrario a lo sucedido con las revoluciones industriales previas en las que la actuación de los gobiernos fue posterior al desarrollo tecnológico y al impulso de la industria, para enfrentar esta Cuarta Revolución Industrial se está considerando como fundamental el que esta revolución esté al servicio de las personas y de la conservación de aquellos ámbitos sociales y culturales que han tenido una contribución positiva en el desarrollo de las personas. En la celebración de los 100 años de la OIT (Organización Internacional del Trabajo) se ha llamado a la comunidad internacional, a los gobiernos, a los ciudadanos y a los y las trabajadoras a profundizar las garantías sociales y la seguridad social. Como reporta el Semanario Universidad en las noticias del día 21 de junio, “(l)as cifras son claras, sólo el 29% de la población mundial está protegida por un sistema de seguridad social integral, el cual abarca desde prestaciones infantiles y familiares, beneficios de maternidad, desempleo, accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, así como pensiones de invalidez, vejez y sobrevivientes, hasta la protección social de la salud”. Una serie de medidas son relevantes, según esta organización, entre ellas “se requiere poner en práctica políticas de creación de empleos decentes, aunado a iniciativas de protección social para ayudar a los trabajadores, sobre todo a los más vulnerables, a gestionar las transiciones laborales que experimentan a lo largo de su vida” (reporte del Semanario Universidad).

De hecho en Septiembre del 2015 fue adoptada por Naciones Unidas la Agenda para el 2030 en la que se establecen 17 objetivos del desarrollo sostenible a alcanzar al término del tercer lustro. Se trata del primero acuerdo que se adopta de manera unánime por los 193 países que integran la Asamblea de las Naciones Unidas. Ni siquiera la Declaración de los Derechos Humanos ha tenido tal acogida. Esta agenda está centrada en cinco elementos principales: las personas, el planeta, la prosperidad, la paz y las alianzas. La ciencia y la tecnología pueden jugar un papel clave en el logro de esta agenda. Consideremos la impresión 3D, un producto de la revolución a la que estamos asistiendo. Es clara la reducción de los impactos ambientales. La impresión 3D jugará un papel importante en prácticamente todos los ámbitos: la construcción, la infraestructura, menaje y piezas de recambio para automóviles, para mencionar cuatro de muchos ejemplos. Contrario a la aproximación tradicional a estos ámbitos, donde la pieza resultante demanda grandes cantidades de materiales que deben ser desechados, con la impresión 3D se puede lograr imprimir la pieza sin ningún desecho: es una impresión desde lo interno. Todo el material que se desechada, ahora se evita. Por otro lado, la obtención de nuevos materiales utilizables en estas impresoras, reducirá la presión sobre los bosques, en particular, aquella relacionada con la industria maderera.

Y es que los objetivos del desarrollo sostenible plantean la urgencia de resolver una serie de ámbitos que resultan vitales en el contexto de la cuarta revolución industrial. El primer objetivo es lograr en el 2030 la eliminación de la pobreza en todo el mundo. Un objetivo bastante ambicioso más si tenemos en cuenta que (según el Banco Mundial), casi el 50 % de la población del globo vive en condición de pobreza (con 5 dólares diarios) y un 26 % de la población mundial vive aún en pobreza extrema (con menos de 2 dólares diarios). En los últimos 19 años se han hecho enormes esfuerzos a nivel mundial para reducir la pobreza la cual ha caído en algo más del 10

%. Sin embargo, la reducción de la pobreza está directamente relacionada con la generación de empleo y empleo decente (expresado en el objetivo 8: trabajo decente y desarrollo económico). La capacidad tecnológica instalada a nivel mundial, y aquella en proceso de instalación, hacen que cada vez el desarrollo económico a nivel global dependa menos del capital y más de la innovación. Pero corresponde a todos los países crear las condiciones requeridas para la innovación. Esta tiene que ser posible en todos los niveles, pero fundamentales a nivel local, provincial y nacional.

El acelerado proceso de penetración del internet hará pronto posible su acceso en cualquier lugar el mundo. Ligado a estos, la utilización de plataformas open source como Arduinos permitirá el uso generalizado de aplicaciones en diversos campos en los que se requieren controladores de procesos y sensores, por ejemplo, para un uso más eficiente del agua y la electricidad en la producción de verduras, hortalizas, en la producción pecuaria, en la piscicultura y en el cultivo de otras especies marinas. Pero también para optimizar el consumo eléctrico en nuestras casas y poder incorporar energía producida en nuestros hogares a la red eléctrica (lo que se denomina micro-redes o redes distribuidas). Hay aquí una fuente de innovación para países como el nuestro en el que se pueden utilizar los espacios disponibles en nuestros hogares o en extensiones mayores para producir alimentos y mejorar los ingresos de las personas.

Los beneficios de la Cuarta Revolución Industrial son inmensos pero requiere, como señala la OIT, que los países cuenten con condiciones adecuadas que permiten formar a los y las trabajadoras, crear nuevos empleos, promover la innovación en el uso de las capacidades tecnológicas disponibles, y acompañar con normativa relevantes la adaptación de los sistemas de seguridad social y las garantías sociales de manera que estos sean enriquecidos, ampliados y beneficien a toda la población.

Además de los objetivos mencionados, tenemos los siguientes: hambre cero, salud y bienestar, educación de calidad, igualdad de género, agua limpia y saneamiento, energía asequible y no contaminante, industria innovación e infraestructura, reducción de las desigualdades, ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsables, acción por el clima, vida submarina, vida de ecosistemas terrestres, paz justicia e instituciones sólidas y alianzas para lograr los objetivos. En todos estos objetivos, la cuarta revolución industrial puede tener un impacto positivo, pero puede serlo también negativo. De ahí lo importante de la cooperación internacional, de la transferencia tecnológica y conocimientos, de la permanente armonización de las políticas nacionales para potenciar su uso positivo y las medidas para evitar las consecuencias negativas de esta revolución.

Es la primera vez en la historia que vemos que las organizaciones internacionales están arribando a objetivos comunes en temas de desarrollo humano y ambiente. Entre éstas, las Naciones Unidas, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, el Foro Económico Mundial, la UNESCO, la FAO y la OIT. Todas éstas han incorporado los objetivos del Desarrollo Sostenible en sus programas y en sus actividades. Desde luego hay otras organizaciones cuya razón de ser está relacionada con estos temas como las que tienen que ver con el control de armas convencionales, químicas, biológicas y nucleares. Resulta llamativo el que organismos como el Foro Económico Mundial que en un tiempo estuvo fuertemente comprometido con el libre mercado y la libre competencia, haya variado tan significativamente su posición hacia una que ve la sociedad inclusiva como uno de sus principales objetivos. Finalmente, otro de los aspectos llamativos de esta nueva forma de trabajo de las organizaciones internacionales es la estrecha vinculación y colaboración con las universidades para entender mejor las implicaciones de esta revolución, asesorar a los estados miembros y proponer formas de abordaje de los posibles

impactos sociales.