

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 CO₂, 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 para producir electricidad son emisores de CO₂. 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

podrían 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 adelante, 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 quehacer 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.