

LA ORGANIZACIÓN DEL TRATADO COMPREHENSIVO DE PROHIBICIÓN TOTAL DE PRUEBAS NUCLEARES COMO EJEMPLO PARA LA FORMACIÓN ÉTICA EN LA INGENIERÍA

Revista Trama
Volumen 5, número 1,
2016
Páginas 43-54
ISSN-1659-343-X
[http://revistas.tec.ac.cr/
trama](http://revistas.tec.ac.cr/trama)

The Comprehensive Test-Ban Treaty Organization as an example for ethics training in Engineering

Celso Vargas
Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.
Escuela de Ciencias Sociales
C. e.: celvargas@itcr.ac.cr

Resumen

La CTBTO (Comprehensive Test-Ban Treaty Organization, por sus siglas en inglés) fue creada mediante resolución de las Naciones Unidas en 1996. Dentro del grupo de organizaciones de las Naciones Unidas es única. Fue equipada con la mayor capacidad científica y tecnológica que incluye: a) 33 y estaciones para monitorear el globo, organizadas en 4 diferentes tecnologías (estaciones sismológicas: 170; estaciones hidroacústicas 11; estaciones de infrasonido 60 y estaciones de radionúclidos 80 y 16 laboratorios certificados para el análisis de radionúclidos); b) la capacidad de realizar inspecciones in situ en caso de sospechas justificadas de violación del Tratado, c) infraestructura de telecomunicaciones para la recolección de los datos, su procesamiento y distribución a los estados miembros y d) un equipo de expertos científicos que mejoran y actualizan la capacidad científica y tecnológica de la organización. Esta capacidad está orientada a lograr el objetivo de promover la paz y la seguridad mediante la detección de cualquier prueba nuclear y persuadir a cualquier potencial violador. Esto hace que esta organización sea un buen ejemplo para la formación ética en ingeniería. Aquí tanto aspectos técnicos como éticos están involucrados. En este proceso de ejemplificación pueden seguirse varias estrategias; la estrategia conocida como "top-down" que estudia la manera en la que un objetivo ético es especificado y alcanzado, así como los problemas técnicos involucrados en el proceso de toma de decisiones. Pero también se puede seguir la estrategia conocida como "bottom-up" en la que se analiza cada estación y cada tecnología específica para conocer la manera en la que contribuye al logro del objetivo global de garantizar la paz y la seguridad. Pero también el proceso de integración tecnológica, es decir, la manera en la que la información es procesada, depurada, organizada y distribuida, y la manera en que se logra el objetivo de la organización. Este artículo se divide en tres secciones. En la primera se introduce una breve caracterización del enfoque ético utilizado. En la segunda, se presenta un también breve contexto de los enfoques éticos en ingeniería, y en la tercera, se introduce la CTBTO y algunos de sus rasgos importantes que la hace un ejemplo para estudiar ética en ingeniería.

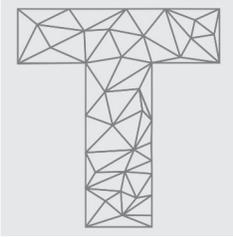
Palabras claves: CTBTO, ética, enseñanza de la ética, enseñanza de la ingeniería

Abstract

CTBTO (Comprehensive Test-Ban Treaty Organization) was created under resolution of United Nations in 1996. It is a unique organization. It was outfitted with a larger technological and scientific capacity that includes: a) 337 stations for monitoring the earth, composed of 4 different technologies (seismic station: 170; hydroacoustic stations 11; infrasound stations 60; radionuclide stations, 80 and 16 certified laboratories); b) the power for conducting on-site inspection in case of grounding reasons of violation of the Treaty, c) telecommunication infrastructure for data collection, processing and distributing to the states parties and d) a Group of Scientific Experts to improve and update the scientific and technological capacity. All this capacity is oriented to achieve the goal of increase peace and security by detecting any nuclear test and deterring any potential violator. This fact makes this organization a good example for teaching ethics in engineering. Both technical and ethical issues are involved. In this exemplification process, you can follow a top-down strategy studying the way in which the ethical objective was specified and achieved, but also, technical problems involved in decision-making process. But you also may follow a bottom-up strategy, studying how each station, or specific technology contribute to the ethical objective of deepening peace and security. Finally, the technological integration process, that is, how the information is processed, organized and distributed, and the way in which this contributes to achieve the goal. The paper divides into three sections. The first one introduces a brief account of our viewpoint on ethics. The second concerns in an approach on the way in which ethics is usually introduced in teaching ethics, and the third one, introduces CTBTO and some of the features that make this organization an example for teaching engineering.

Keywords: CTBTO, ethics, teaching ethics, teaching engineering

:



La Organización del Tratado Comprensivo de Prohibición Total de Pruebas Nucleares, (CTBTO por sus siglas en inglés, es decir, Comprehensive Test-Ban Treaty Organization) constituye una Organización ejemplar por la manera en la que ha integrado una compleja capacidad tecnológica, una estructura y forma de funcionamiento a partir de varios objetivos éticos de enorme trascendencia para nuestro mundo actual. En este sentido, constituye un buen ejemplo para estudiar la manera en la que se combina adecuadamente la investigación científica, el desarrollo de tecnología, la integración tecnológica y la solución de problemas con base en conocimiento técnico; todo esto a partir los objetivos éticos de crear un mundo más seguro, sostenible y pacífico. Sin embargo, antes presentar esta organización es importante introducir una perspectiva generalísima de lo que entendemos por “ética” en este trabajo, de los problemas principales que aborda; pero también, hacer una presentación general de una manera en la que pueden incorporarse los temas éticos en el ejercicio profesional del ingeniero. Una vez, concluido esto, pasamos a exponer la relevancia de la CTBTO en la formación ingenieril como un adecuado estudio de caso.

1. La manera cómo entendemos la ética en este artículo

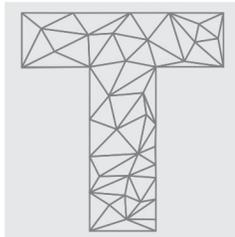
Entendemos por ética aquella formulación articulada de principios, valores y métodos de valoración y de comparación cuya finalidad es el potenciar las capacidades humanas, mejorar la toma de decisiones, mejorar las condiciones de vida humana y de otras formas de vida en el planeta. Como tal, la ética es el eje articulador del desarrollo humano, y por tanto, apunta hacia el futuro, hacia lo que debe ser, hacia la garantía de todas aquellas condiciones que permitan niveles cada vez mayores de mejoramiento de las condiciones y capacidades. Captamos bajo este concepto de ética tres características principales: la determinación de lo que es bueno, de lo que es correcto y de lo que es deseable. El primer elemento, “lo bueno” constituye lo que tradicionalmente se ha denominado “el objeto material de la ética”, es decir, apunta en dos direcciones: lo que es objeto de valoración y la definición de lo que debemos entender como “bueno”. El segundo elemento tiene también dos dimensiones. La primera la exigencia a nivel individual, organizacional, institucional, etc., entre lo que se dice, se planifica, se propone y lo que se ejecuta, se dice, se realiza. La segunda, atiende los aspectos de consistencia relativa del marco de articulación de los principios, los valores y los métodos. Finalmente, lo “deseable” apunta hacia el futuro, hacia aquello que, bajo determinadas perspectivas, se considera que debe ser alcanzado porque permite construir un mundo con característi-

cas mejores a las que actualmente tenemos.

La adopción de una ética del desarrollo, como el que hacemos, responde a varios criterios. En primer lugar, es el marco general que ha permitido unificar áreas de preocupación del desarrollo. En segundo lugar, ha permitido definir establecer, de manera segregativa, diversos objetivos, tanto los del milenio (PNUD, 2015) como los del desarrollo sostenible (Consejo de Liderazgo de la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible, 2013), bajo esta visión unificadora. Tercero, resulta adecuado para integrar desde una perspectiva flexible temas de paz, seguridad a distintos niveles de generalidad. Cuarto, aspectos de dos de las teorías éticas tradicionales más importantes más importantes, la de la autonomía y la teoría de la felicidad son consistentes con este marco general. Podemos definir la autonomía (Gadamer, 1993, 38), como autodeterminación, lo que conlleva la capacidad de ir más allá de las determinaciones concretas de las distintas situaciones hacia la universalización, es decir, la capacidad de abstraer, comparar, diferenciar, entre las diversas situaciones y visualizar lo que es más conveniente para el ser humano y el planeta. La autonomía se expresa como un articulado de cinco valores fundamentales: la libertad, la responsabilidad, la formación, la información y la no coerción. No vamos a entrar en detalles sobre cada uno de estos valores, solo indicar que cada uno de ellos se segrega otros niveles con valores igualmente fundamentales como protección de la privacidad, la promoción de la educación, la disponibilidad de información, solo para mencionar algunos. Los retos para lograr mayores niveles de autonomía son enormes para la sociedad actual, sobre todo en temas de inclusión e inclusión social de sectores vulnerables.

Por otro lado, de la teoría de la felicidad se rescatan varios factores de gran relevancia para nuestro mundo actual, y los cuales se enmarcan en el siguiente espacio de restricción: evitar el dolor y optimizar el placer (capacidad de disfrute) (véase Vargas, 2013). Derivan diversas exigencias éticas, entre ellos: que las personas estén libres de la necesidad y que estén libres del temor. Las exigencias éticas del mejoramiento de la salud, de la prevención, de la seguridad personal, alimentaria, comunitaria, vivienda, servicios básicos, etc. articulan el nuevo concepto de seguridad humana (PNUD, 1994). El marco ético de la felicidad constituye un amplio espectro de programas gubernamentales y de políticas públicas y ciudadanas necesarios para alcanzar niveles mayores de desarrollo, en el sentido que le hemos dado a este concepto aquí.

Así pues, desde este punto de vista ético, el desarrollo lo entendemos como aquel proceso que salvaguarda y profundiza las capacidades autonómicas de todas y todos los que integramos un espacio



territorial, la región y el globo, así como la garantía de aquellas condiciones que permitan obtener una mayor felicidad de toda la población. Fundamentales en este proceso, y para el objetivo de este artículo, es el promover y sostener las condiciones que permitan el diálogo, la paz, la seguridad, la convivencia, el respeto y la confianza verificable. La aspiración a un mundo más pacífico, más seguro y más inclusivo es una exigencia en nuestro mundo actual caracterizado, entre otros factores, por la multietnicidad y la pluriculturalidad.

Como puede observarse a partir de este breve esbozo, la ética del desarrollo actúa en diferentes dimensiones: en la individual promoviendo un mayor conocimiento, responsabilidad, compromiso y autonomía, al tiempo que el individuo es el destinatario último del bienestar económico, social y ambiental. Actúa también en el ámbito local y nacional donde la responsabilidad mayor consiste en garantizar las condiciones permanentes de un mayor bienestar de las poblaciones, lo cual exige planificar de manera apropiada y optimizar los recursos disponibles. Pero también la actuación a nivel mundial donde los temas de transparencia, paz, seguridad y convivencia son de enorme relevancia en este momento.

Las prioridades éticas dependerán del contexto, del país o de la localidad. Sin embargo, hay una serie de tareas compartidas a nivel global: la inclusión social de sectores vulnerables (migrantes, indígenas, personas con VIH/SIDA, mujeres, niños(as), adolescentes, personas con discapacidad, personas adultas mayores y diversidad sexual), la reducción de la pobreza, el fortalecimiento del tejido institucional, el buen gobierno y la reducción de los impactos ambientales, para mencionar algunos. En algunos países más que en otros, el mejoramiento de la educación, la disponibilidad de información, la tutela de las libertades individuales, el mejoramiento productivo y la distribución de la riqueza. En general, entonces, la agenda del desarrollo es muy amplia y consistente con el marco ético que hemos presentado (véase los objetivos del Milenio de las Naciones Unidas 2015).

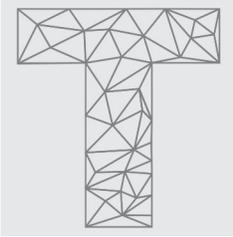
2. Formas en la que la ética puede incorporarse en la formación en ingeniería

Uno de los grandes temas actuales y que plantean retos a la ingeniería, es la necesidad de que estos profesionales comprendan el contexto social y profesional en el que ejercerán su futura labor. Este requerimiento no es exclusivo de las ingenierías, sino también de todas las otras profesiones. Sin embargo, adquiere una relevancia particular en las ingenierías, debido al papel que se asigna al ingeniero en nuestra sociedad caracterizada por el multilateralismo y el pluralismo.

El contexto social y profesional al que hemos aludido, debe ir más allá de lo nacional e incluir también tendencias globales en el ámbito social y profesional. En países como el nuestro (Costa Rica) es fundamental que desde la formación universitaria los profesionales en ingeniería tomen clara conciencia de aquellos temas nacionales relevantes, de manera que hagan más efectiva su participación en su solución, pero enmarcadas en estas temáticas o que contribuyan en su profundización. En el caso de este país, desde hace ya más de 60 años nos decantamos hacia una sociedad sin ejército, que ha promovido el desarme en otras latitudes y en foros mundiales; ha tenido una posición de apoyo a la prohibición de pruebas nucleares y a la creación de zonas libres de armamento nuclear; ha ratificado importantes tratados que promueven los derechos humanos, y adoptado una hoja de ruta para avanzar como país verde. Desde luego que el país enfrenta una enorme cantidad de problemas muchos de los cuales derivan de políticas de desarrollo limitadas y de la carencia de una adecuada planificación que incorpore una visión de largo plazo. Aun así durante la década de los 50 del siglo XX se adoptó un modelo de desarrollo cuyos beneficios colectivos estamos recibiendo todavía a pesar de los cambios sufridos a partir de la década de los 80 en la que el modelo neoliberal fue adoptado, con las consecuencias de un acelerado deterioro de la seguridad social y de las instituciones del Estado.

Podemos interpretar a partir de los nuevos eventos y reflexiones sobre multilateralismo en América Latina (véase Altmann y otros 2011), que se tiene cada vez una mayor conciencia de la importancia de los siguientes temas lograr un balance entre: a) el importante papel de la producción y el mercado en el mejoramiento de las condiciones de vida de la población, b) la urgencia de incorporar políticas ambientales y de protección de los recursos naturales en las políticas y propuestas programáticas de desarrollo de los países, c) el pensar en las futuras generaciones de manera que no les imponamos cargas que les dificulten profundizar su bienestar, d) la urgencia de fortalecer los estados, los gobiernos y promover la transparencia, priorizando el fortalecimiento de los gobiernos locales, e) la urgencia de profundizar la inclusión social y la reducción de las inequidades y f) la importancia de planificar el desarrollo en un horizonte de largo plazo.

Estos aspectos son de particular relevancia para la formación de los ingenieros ya que proporcionan un marco ético general dentro del cual desempeñarse como profesional y entender su función en la sociedad. Entre los temas relevantes están el enmarcar su trabajo profesional de manera consciente en la consecución de objetivos pacíficos y que contribuyan a la paz social, al mejoramiento de la calidad de vida de la población, la protección del ambiente y la inclusión social, como hemos señalado.



Hay dos aspectos importantes de los procesos ingenieriles que nos interesa señalar para nuestro objetivo: a) La posición de partida que adopta el ingeniero ante los problemas, y b) la manera en la que se analizan los problemas a resolver. El primer aspecto es actitudinal, mientras que el segundo, es un proceso regulado, como veremos, brevemente.

Los problemas tienen que ser o son vistos como retos, como oportunidades de intervenir en una situación determinada. No se prejuzga o se descalifica sobre el problema, sino que se buscan formas de resolverlo. Hay dos principios generales involucrados aquí. El primero de ellos, podemos expresarlo de la siguiente manera: “conocer el ámbito de acción profesional y sus límites”. Este principio es quizá el más importante en toda nuestra carrera profesional y académica. En el contexto ingenieril en la solución de uno o varios problemas, este principio lo que indica es que se debe diferenciar entre las soluciones técnicas que están dentro de mi competencia y aquellas que escapan a su ámbito técnico. En muchos casos, la solución de un problema requiere no solamente soluciones técnicas (que se ubican dentro del ámbito profesional del ingeniero), sino también otras van más allá y deben ser resueltas por la institución, la organización, la comunidad u otras entidades involucradas. Conocer los límites del ámbito profesional facilita mucho el abordaje de una solución completa a los problemas. Diferenciar claramente estos aspectos constituye una indicación de la calidad del profesional. El segundo principio importante lo expresamos como “en toda intervención ingenieril está en juego mi prestigio profesional y el de otros ingenieros”. Estos dos principios son muy importantes para normar la manera en la que los ingenieros deben abordar los problemas y sus soluciones.

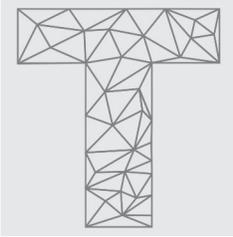
Es precisamente en las soluciones en las que encontramos el proceso ingenieril que nos interesa señalar. Este inicia con la identificación de uno o varios problemas presentes en una situación. Una de las formas típicas de abordaje de estos problemas podemos esquematizarlo de la siguiente manera: Problemas - Abstracción - Principios técnicos - Aplicación - Solución. El análisis del problema puede presentar diversos grados de complejidad. Pero en general, analizar un problema es encontrar una “analogía” o modelo a partir del cual poder conceptualizar técnicamente (científica, matemática, procedimentalmente) una posible solución al problema. Encontrar un modelo es el primer paso para visualizar qué tipo de conocimiento es relevante para esbozar una solución no ad hoc al problema. Pero también para diferenciar, qué aspectos del problema pueden ser resueltos por el ingeniero y cuáles escapan su ámbito de acción. Pero en ambos casos, el ingeniero debe entender cómo ambos aspectos (soluciones técnicas, parte solución

por terceros) son una o la mejor forma de resolver el problema enfrentado. Este proceso de abstracción y de aplicación es recursivo en el sentido de que la solución permite, en muchas ocasiones, reformular el problema y visualizar otras formas más adecuadas de resolverlo. Claramente, la solución del problema puede esconder enormes dificultades, pero en principio, la conceptualización del problema y el expresarlo en términos técnicos y no técnicos (garantizando la mayor completitud posible), constituyen las etapas más importantes del proceso ingenieril.

Ahora bien, la aplicación de este proceso toma diversas formas. Una de ellas es cuando el ingeniero o ingenieros proponen el desarrollo de un nuevo objeto tecnológico. En este caso, el proceso sigue una serie de etapas con diferentes ciclos entre sus etapas: problema, el diseño, la implementación, las pruebas y el producto desarrollado. Otra de ellas es cuando se desarrollan sistemas tecnológicos en los que diferentes soluciones tecnológicas y técnicas son necesarias para resolver uno o diversos problemas. Los sistemas tecnológicos adquieren diferentes formas, pero todos ellos tienen la característica de que integran diferentes productos tecnológicos y procesos para lograr un objetivo. Una tercera alternativa es cuando lo que se busca es adaptar o actualizar un proceso o conjunto de procesos reemplazando tecnologías u optimizando dicho proceso o mejorar las características del producto a desarrollar. O finalmente, este proceso se aplica cuando se trata de establecer barreras físicas u otras formas de protección para evitar lesividades a terceros.

De lo dicho hasta aquí podemos visualizar cuatro formas principales en las que la ética, tal y como la definimos anteriormente, puede relacionarse con la ingeniería, las cuales corresponden con la práctica usual en ingeniería (Hansson, 2011):

a) La propuesta de soluciones a problemas a partir de un objetivo ético específico. En este caso lo que se persigue es que la solución responda a ese objetivo ético. Interesa evaluar la consistencia entre el objetivo propuesto y la solución realizada. Si se establece en términos de inclusión, podemos hablar de tres grandes clases generales correspondencia: inclusión total, cuando del análisis de los distintos niveles en los que se segrega el objetivo, se observa consistencia entre estos y los de la solución propuesta. Inclusión parcial, cuando hay algunos componentes o elementos de la solución que escapan al objetivo propuesto, y el caso extremo, cuando no hay consistencia entre el objetivo y la solución propuesta. Lo que hemos expresado en términos de tres clases puede expresarse en una escala con mayores niveles de consistencia-inconsistencia. Sin embargo, con el objetivo de ilustrar, creemos que permite expresar la idea inicial de la manera en la que se puede hacer corresponder



un objetivo ético y una solución ingenieril

b) Cuando se llevan a cabo reemplazos de tecnologías y de procesos para hacerlos más compatibles con objetivo(s) ético(s). En estos casos se trata de sustituir, por ejemplo, tecnologías contaminantes por otras que contaminen menos, o mejorar determinados procesos que tengan consecuencias éticas positivas, por ejemplo, incorporar personas adultas mayores en los procesos productivos con el fin de aprovechar la experiencia acumulada por años y promover el intercambio generacional, o la adaptación de un programa computacional para proporcionar acceso a personas con discapacidades disminuidas o aquellas con capacidades diferentes. En estos casos, se trata de modificar una determinada condición ya existente para hacerla más adecuada a cierto objetivo

c) Cuando no se conocen con claridad las posibles consecuencias negativas de una determinada intervención ingenieril y se tienen que adoptar las medidas más estrictas que sea razonable alcanzar (principio ALARA) a fin de prevenir este tipo de consecuencias, tomando en consideración los aspectos económicos, sociales y ambientales. Se trata de analizar los riesgos y su impacto involucrados con esta intervención. De hecho el análisis de riesgo es una de las metodologías más ampliamente utilizadas con miras a prevenir la ocurrencia de eventos no deseados, en este caso, impactos sobre ámbitos éticos. Dos aspectos siempre se tienen que tener presentes: i) no se puede garantizar completitud, es decir, que todas las variables o riesgos relevantes hayan sido tomados en consideración, ii) que no siempre es posible determinar con precisión la frecuencia y la dimensión del impacto. En algunos casos, este proceso de precisión ha tomado décadas, como en el caso de la determinación de los efectos biológicos de la radiaciones ionizantes (IAEA, 1996). Por ello es importante utilizar el mejor conocimiento disponible para hacer esta estimación y estarla revisando frecuentemente

d) En ocasiones no queda más que introducir determinadas barreras físicas para evitar que la solución propuesta impacte en ámbitos de interés ético y social. Este tipo de soluciones son muy frecuentes en los laboratorios de microbiología, hospitales, el acceso y manejo de determinados equipos. Usualmente, las barreras físicas se introducen cuando no se tiene una estimación clara de las consecuencias negativas de una determinada intervención o cuando no se cuenta con tecnologías apropiadas que permitan reemplazar las existentes, o el costo es muy alto y no justifica su reemplazo, o bien finalmente, cuando se considera que las medidas adoptadas resuelven de manera adecuada las distintas situaciones previstas

Las cuatro formas presentadas anteriormente son las más frecuentemente utilizadas para introducción

de consideraciones éticas en los procesos ingenieriles. En los cuatro casos claramente el análisis de riesgos juega un papel muy importante. Lo hemos separado debido a que por sí mismo constituye una forma de introducir la ética en la ingeniería.

3. La CTBTO como ejemplo

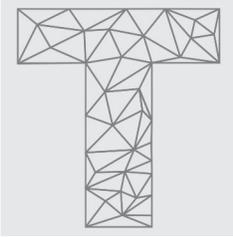
Quizá no resulte claro para los lectores cómo es que una Organización de las Naciones Unidas puede presentarse como un ejemplo para formación ética en ingeniería. Con el objetivo de ver la relevancia de la CTBTO, procederemos en esta sección del siguiente modo. Presentaremos primero la organización de manera general, después su capacidad científico-tecnológica, la forma en la que se integran temas éticos y sociales en la visión científico-tecnológica y finalmente, su ubicación dentro de las categorías generales de ética en ingeniería que hemos discutido en la sección anterior.

3.1. Origen y naturaleza de la CTBTO

El Tratado Comprehensivo de Prohibición de Pruebas Nucleares (CTBT) fue aprobado mediante resolución de las Naciones Unidas del 19 de Noviembre de 1996 (1996b). Previamente ese mismo año, el 10 de Setiembre, la Asamblea General de las Naciones Unidas (1996a) aprobó “proveer de los servicios requeridos para iniciar el trabajo de la Comisión Preparatoria de la Organización del Tratado Comprehensivo de Prohibición Total de Pruebas Nucleares, incluyendo la reunión de los Estados firmantes y la primera sesión de la Comisión Preparatoria” (resolución 50/245 de las Naciones Unidas). La Comisión Preparatoria es la encargada de realizar todas las actividades necesarias para la entrada en vigencia de la organización (CTBTO). De esta manera, la Comisión preparatoria inició sus funciones en 1997 y se ha mantenido hasta el día, pues, como veremos faltan todavía algunos países que el Tratado establece como obligatoria la ratificación para su entrada en vigencia.

Un aspecto llamativo de estas resoluciones es su cercanía en el tiempo, lo cual pone de manifiesto el interés de la comunidad diplomática y científica internacional por avanzar en este importante tema. Lo anterior es concordante con otros eventos anteriores relacionados con esta organización:

1. De 1994 hasta la presentación de la solicitud de resolución a la Asamblea de las Naciones Unidas de 1996, la Conferencia sobre Desarme establecida en 1977, trabajó arduamente en la búsqueda de un consenso para avanzar en el tema de la prohibición de pruebas nucleares. Durante estos tres años el texto del tratado adquirió la forma que actualmente tiene.



Se quería aprovechar la circunstancia de que había finalizado la guerra fría, la disolución de uno de los bloques geopolíticos (la URSS) y la apertura de nuevos espacios de negociación multilateral

1. La Conferencia de desarme había sido muy exitosa en la elaboración del texto Convención sobre Armas Químicas concluida en 1992 y adoptada también por las Naciones Unidas (CTBTO [inter1])

2. Se quería aprovechar lo alcanzado entre las potencias durante la guerra fría para establecer un tratado que incorporara esos logros y que estableciera un marco general para promover la paz. Tal y como lo señalan Dahlman, Ola y otros (2011) durante el periodo comprendido entre 1963 y 1990, se llevaron a cabo importantes acuerdos entre los Estados Unidos, Reino Unido y la Unión Soviética para limitar la carrera armamentista nuclear iniciada a partir de 1945. Dentro de los acuerdos más importantes cabe mencionar, el de 1963, conocido como Partial Test Ban Treaty (PTBT) que prohibía la realización de pruebas nucleares en la atmósfera, en los océanos y en el espacio exterior. En correspondencia con estos esfuerzos, surgen iniciativas entre los países por promover zonas libres de armamento nuclear, así como tratados para limitar la proliferación de armamento nuclear. Producto de estos esfuerzos está el Tratado de Tlatelolco que se pone a firma en 1969 y que crea en América Latina la primera zona libre de armamento nuclear. Este valioso esfuerzo ha sido emulado en otras regiones para crear otras zonas libres de armamento nuclear en diferentes partes del globo. Actualmente, se contabiliza un total de 5 de estas zonas y algunos territorios, como Mongolia que logra su declaratoria como Estado libre de armas nucleares en el año 2000 (véase el portal de la OPANAL para obtener más información). Este mismo año, 1969, se aprueba el Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares con una vigencia de 25 años, la cual concluyó en 1994. Siguiendo estos esfuerzos está el tratado alcanzado entre los Estados Unidos y la Unión Soviética denominado "Threshold Test Ban Treaty" que prohíbe la realización de pruebas nucleares que excedan los 150 kilotones (150 000 toneladas de TNT)

3. La cercanía del vencimiento de la vigencia del Tratado de No Proliferación de Armas Nucleares, el fin de la guerra fría y las voluntades de la Comunidad Internacional fueron elementos fundamentales que animaron la propuesta del Tratado Comprehensivo de Prohibición de Pruebas Nucleares y la de la Organización que debe velar por su cumplimiento

4. Finalmente, es de gran importancia la contribución del Group of Scientific Experts (GSE) creado por el Instituto de Investigación en Defensa Suizo para incluir en el tratado la dimensión científica y tecnológica que

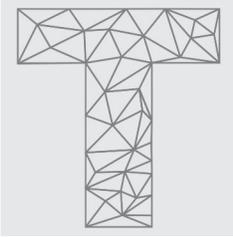
actualmente tiene. Este grupo fue conformado en la década de los 70 con el objetivo de "estudiar los aspectos técnicos del monitoreo de explosiones nucleares" (CTBTO [inter1]), por lo cual la enorme experiencia generada durante estos casi 20 años fue vital para que este tratado adquiriera las especificidades únicas que lo hacen muy diferente a muchos de los tratados de las Naciones Unidas

Es necesario mencionar, antes de continuar, que este tipo de organizaciones mundiales están jugando un papel fundamental en este contexto global; es de esperar que su participación en temas globales sea cada vez más relevante y decisiva. Por tal razón es igualmente importante que los ciudadanos nos preocupemos por conocer y participar en todos aquellos espacios que este tipo de organizaciones permite a fin que la visión y los intereses ciudadanos puedan reflejarse en estos órganos de toma de decisiones, al mismo tiempo aprender y hacer uso de la valiosa información que ponen a disposición de todos y todas, así como de las capacidades que estas organizaciones han desarrollado y las oportunidades para influir en temas globales. En la página web de esta organización se ha puesto a disposición de los y las ciudadanas numerosos recursos que nos ayudarán a mejorar nuestro criterio sobre temas especializados (consultar www.ctbto.org),

En el caso de la CTBTO es una organización muy particular debido a las potestades únicas que establece el tratado, entre ellas, contar con un régimen global de verificación único, que contiene, entre otros aspectos, la potestad de llevar a cabo inspecciones in situ para verificar el cumplimiento de las obligaciones contraídas por los países miembros, así como obligación de colaborar con los países miembros en el mejoramiento de su capacidad en la identificación y disuasión de situaciones que puedan conllevar pruebas nucleares (medidas de construcción de confianza). Pero de enorme importancia son los potenciales usos civiles, tanto con objetivos científicos como sociales, de la infraestructura existente en la CTBTO. Sobre estos aspectos volveremos en la siguiente sección.

Así pues, los elementos mencionados nos permiten visualizar la importancia estratégica mundial que se le dio a este tratado y a su organización. En el preámbulo al tratado se establece el propósito principal por el cual se crea esta organización:

"Afirmando el propósito de lograr la adhesión de todos los Estados al presente Tratado y su objetivo de contribuir eficazmente a la prevención de la proliferación de las armas nucleares en todos sus aspectos y al proceso del desarme nuclear y, por lo tanto, al acrecentamiento de la paz y la seguridad internacionales..." (CTBTO, texto del Tratado).



Las obligaciones de los países con este tratado se establecen en el artículo 1 y son dos: "1. Cada Estado Parte se compromete a no realizar ninguna explosión de ensayo de armas nucleares o cualquier otra explosión nuclear y a prohibir y prevenir cualquier explosión nuclear de esta índole en cualquier lugar sometido a su jurisdicción o control.

2. Cada Estado Parte se compromete asimismo a no causar ni alentar la realización de cualquier explosión de ensayo de armas nucleares o de cualquier otra explosión nuclear, ni a participar de cualquier modo en ella."

Durante años los países con capacidad armamentista nuclear recurrieron a este tipo de energía para los llamados "fines pacíficos" como remover masas de material rocoso o la creación de canales. Este tipo de pruebas han sido llamadas "pruebas nucleares con interés económico. Pues bien, este tipo de pruebas quedan completamente prohibidas bajo este tratado, como se desprende de las obligaciones mencionadas. Desde luego, habría que ver en un caso excepcional como el impacto de meteorito a la tierra si puede utilizarse, pero si lo fuera, posiblemente debería tomarse en un marco de excepcionalidad y por consenso entre las organizaciones mundiales involucradas: Naciones Unidas (UNO), la CTBTO y Organismo Internacional de la Energía Atómica (IAEA). La colaboración entre la CTBTO, la IAEA, La Convención de Armas Químicas y Biológicas y otras organizaciones es permanente en diferentes materias.

Otro aspecto importante de este tratado y por tanto de la organización es el mandato de establecer diferentes mecanismos de cooperación entre los países y entre estos y la organización con el fin de hacer más efectivo el cumplimiento de las obligaciones de los países firmantes, así como promover el buen entendimiento entre los países miembros. En el artículo 29 del Tratado leemos: "Sin perjuicio del derecho de cualquier Estado Parte a solicitar una inspección in situ, los Estados Partes deberán en primer lugar, siempre que sea posible, hacer todos los esfuerzos posibles por aclarar y resolver, entre ellos o con la Organización o por conducto de ésta, cualquier cuestión que pueda suscitar preocupación acerca del posible incumplimiento".

Para lograr este nivel de entendimiento es muy importante generar capacidades locales para entender con claridad la información contenida en los boletines que diariamente envía la Organización a los países miembros, así de las tecnologías disponibles en la CTBTO y aquellas que posean los países, de manera que se multiplique esta capacidad de vigilancia a nivel mundial. Los artículos 12 y 13 de Tratado establecen sobre este aspecto lo siguiente:

"12. Los Estados Partes se comprometen a promover la cooperación entre ellos para facilitar en el intercambio más completo posible de las tecnologías utilizadas en la verificación del presente Tratado y participar en tal intercambio, a fin de que todos los Estados Partes fortalezcan sus medidas nacionales de aplicación de la verificación y se beneficien de la aplicación de esas técnicas con fines pacíficos.

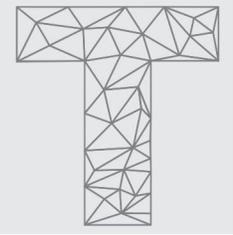
13. Las disposiciones del presente Tratado se aplicarán de manera que no se obstaculice el desarrollo económico y técnico de los Estados Partes encaminado al ulterior desarrollo de la aplicación de la energía atómica con fines pacíficos."

Es importante, para concluir esta sub-sección, indicar brevemente cuál es la estructura organizativa prevista en el Tratado para la Organización responsable de llevar a cabo el cumplimiento de las obligaciones del Tratado. La máxima autoridad es la Conferencia de los Estados conformada por todos los países miembros. Esta tiene la potestad de decidir sobre los distintos temas generales de importancia para la buena marcha de la Organización y el cumplimiento del Tratado. Esta Conferencia es presidida por el Secretario General o Presidente. También cuenta con un Consejo Ejecutivo conformado por 51 países miembros obtenidos por región y de manera proporcional al número de países de la región. Son rotativos en sus cargos. Este Consejo Ejecutivo es presidido también por el Secretario General, conoce y resuelve sobre los temas que se le plantean en relación con el cumplimiento del Tratado, dentro de ellos, decidir sobre la realización de inspecciones in situ cuando algún país miembro de la Organización así lo solicite. Cuenta con una Secretaría Técnica conformada por dos equipos uno científico y el otro técnico-administrativo. El primero tiene, en otras responsabilidades atender todo lo referente al Sistema Internacional de Vigilancia y su mejoramiento, mientras que el técnico-administrativo la preparación de los manuales, presupuestos y otras materias relacionadas.

3.2. Capacidad científico-tecnológica

Varios elementos conforman lo que hemos llamado la capacidad científico-tecnológica de la CTBTO, entre ellos los siguientes: a) el Régimen global de verificación, b) el centro internacional de datos, c) un equipo de científicos de primera línea como asesor en temas científicos y de mejoramiento de la infraestructura tecnológica, y d) la Inspección in situ. Refirámonos a cada uno de ellos.

Uno de los aspectos más llamativos de esta Organización es su Régimen Global de Verificación que consta de cuatro grandes dimensiones: el sistema internacional de vigilancia, el Centro Internacional de Datos, el recurso y los medios para llevar a cabo



inspecciones in situ, el sistema de consulta y clarificación, y el mencionado anteriormente medidas de construcción de confianza.

El sistema internacional de vigilancia está constituido por 337 estaciones y laboratorios localizados en lugares estratégicos en todo el globo para hacer más efectiva la vigilancia y cumplimiento de lo acordado en el Tratado. Las estaciones se dividen en dos grados categorías: aquellas que tienen que ver con la detección, análisis y localización de eventos en los que están involucrados directamente ondas, y aquellas estaciones que permiten evaluar radionúclidos. De igual manera, los laboratorios son exclusivamente para el análisis de aquellos radionúclidos emitidos durante los procesos de fisión.

Las tecnologías de ondas son tres tipos:

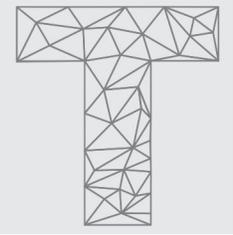
a) Estaciones sismológicas. Un total de 170 estaciones sismológicas monitorean el globo diariamente y proporcionan datos valiosos para construir una historia sísmica que es de mucha utilidad en diferentes ámbitos. Estas estaciones se dividen en dos tipos: las estaciones primarias que son aquellas que transmiten permanentemente información sobre la condición sísmica del planeta, y 120 estaciones secundarias, las cuales envían información cuando se requiera con el fin aclarar o ampliar la información sobre un evento o un conjunto de eventos. De igual manera, dentro del marco de cooperación con los distintos países se puede recurrir a las redes sismológicas de los países para complementar la información proporcionada por esta red global. La información sismológica es utilizada como base para la elaboración de los boletines y reportes que realiza la CTBTO, los cuales son enviados a todos los países miembros de la Organización. Dada la diversidad de geológica de los estratos terrestres (véase Kennett, Brian 2005, especialmente capítulo 9), es frecuente que un evento de la misma magnitud sea registrado con magnitudes diferentes dependiendo del tipo de estrato de que se trate. Este factor es conocido como "acoplamiento" o "desacoplamiento". Uno de los grandes logros científicos ha consistido en llevar a cabo los ajustes necesarios para hacer comparable las señales. Esto se ha realizado para una buena parte del globo, muy pronto, entonces, es de esperar que todas las señales que son captadas por esta red global, sean comparables

b) La estaciones de infrasonido. Un total de 60 estaciones de infrasonido contempladas en el Tratado, la mayoría de las cuales han sido ya instaladas en lugares estratégicos del globo para monitorear el comportamiento de la atmósfera en temas relacionados con pruebas nucleares y con otros eventos que son de interés social. La región del infrasonido está constituida por ondas de muy baja frecuencia, usualmente, entre los 0,001 Hz y los 20 Hz. La capacidad de detección de ondas de infrasonido en las estaciones de la CTBTO

es de 0,2 Hz ya que la frecuencia de ondas de fondo (background) se encuentra en ese valor. Muchos de los sonidos por debajo del 0,2 Hz corresponden al sonido producido por el viento. La mayoría de los eventos, como meteoritos, explosiones nucleares, erupciones volcánicas u ondas oceánicas producen los llamados microbaromes que se ubican dentro o sobre los 0,2 Hz. Estos microbaromes se producen cuando las ondas de sonido chocan contra el suelo. Por tal razón, no es necesario que estas estaciones tengan capacidades de detección por debajo de ese valor. Estas estaciones registran los microbaromes y, por el tipo de arreglo geométrico que presentan, tienen la capacidad de determinar con claridad la dirección de los eventos y pueden facilitar su localización. Antes de que se estableciera la necesidad de que la CTBTO tuviera este tipo de tecnología, muy pocos desarrollos científicos y tecnológicos se habían alcanzado. Como señalan Dahlman, Ola y otros (2011) el renacer de la investigación en este campo se da gracias a este Tratado. Ha sido fundamental esta tecnología para avanzar en la identificación, caracterización y comprensión de la dinámica de la atmósfera y de los distintos eventos que interactúan con ella. Se tienen registros claros sobre meteoritos, sobre cambios climáticos y otros que serán vitales para ampliar nuestra comprensión de procesos como el del calentamiento global

c) Las estaciones de hidroacústica. Un total de 11 estaciones monitorean los mares para registrar y comunicar cualquier cambio que ocurra en los océanos. Estas 11 estaciones se dividen en dos tipos: los hidrófonos, 6 en total y las de Fase-T, las 5 estaciones restantes. Estas últimas son en realidad estaciones sismológicas pero con capacidad de detectar las ondas que se producen cuando las olas golpean las paredes de acantilados y playas. Por ello, se ubican en acantilados de islas en posiciones estratégicas para hacer más efectiva la detección. 6 estaciones de hidrófonos son suficientes para monitorear los océanos debido a una propiedad extraordinaria que exhibe el mar: la existencia de un canal, conocido como canal SOFAR ("sound fixing and ranging") que alcanza una profundidad máxima de que va de 600 metros (altas latitudes) a 1,2 km (en el trópico) en el que las señales se transmiten manteniendo una gran integridad (muy poca pérdida). Además las señales recorren grandes distancias con lo cual se facilita la detección. En este sentido, cualquier cambio en el patrón de comportamiento del océano es detectado y registrado. El potencial científico y civil de este tipo de tecnología es enorme en campos como la determinación de las rutas de desplazamiento de los grandes mamíferos marinos con los cual se puede entender mejor sus hábitos y adoptar medidas para su protección

Como se puede observar, las estaciones basadas en ondas forman un total de 241.

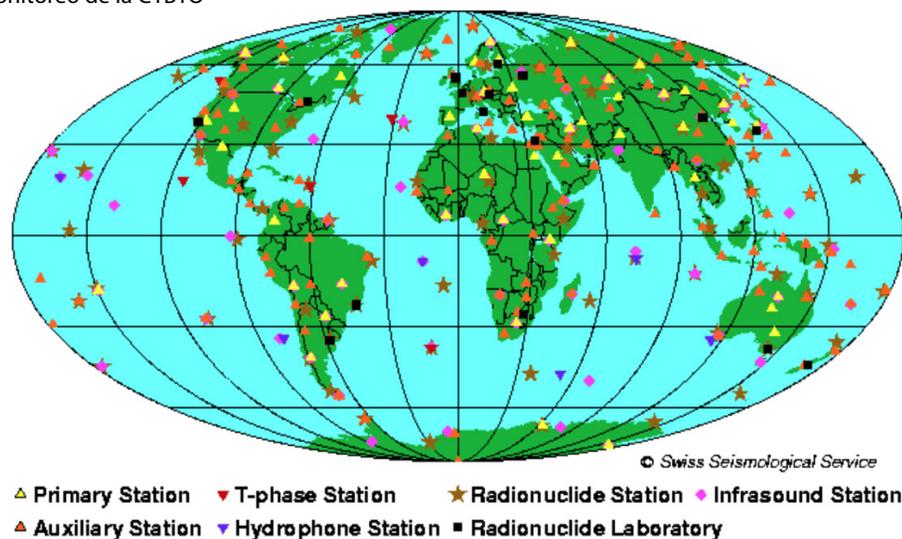


Las otras tecnologías disponibles por parte de la CTBTO en este nivel, lo constituyen las estaciones de radionúclidos y los laboratorios para el análisis de las muestras. Un total de 80 estaciones de radionúclidos están siendo instaladas en lugares estratégicos del globo. Fundamentales para la determinación de su ubicación han sido los estudios sobre la dinámica de la atmósfera y los modelos construidos para simular y validar estos resultados. Durante las explosiones nucleares un número importante de isótopos sub-productos de fisión son producidos. Relevantes son los isótopos de Xenón (un gas noble) y algunos isótopos particulados como el berilio y el Talio. De las 80 estaciones mencionadas, 40 son para detección de los gases nobles, es decir, los isótopos del Xenón y las restantes estaciones para isótopos particulados. Pero se cuenta también con 16 laboratorios especializados para analizar las muestras tomadas. Cada 24 horas los filtros son removidos, compactados y enviados para su análisis a los correspondientes laboratorios. Los resultados son incorporados a los reportes y boletines correspondientes. Durante el terremoto y Tsunami de Japón del 2011 se pudo seguir la pluma de dispersión de radionúclidos de manera que se verificaron los patrones de dispersión que los modelos de transporte atmosférico habían establecido. Estos resultados dan una gran confianza de la capacidad de detección que tiene esta Organización.

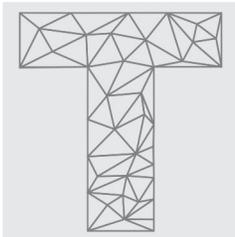
Con fines ilustrativos he adjuntado una imagen que presenta el tipo de infraestructura de monitoreo que tiene la CTBTO y la ubicación de las distintas estaciones y laboratorios.

El otro componente de esta infraestructura tecnológica lo constituye el Centro Internacional de Datos que se encuentre localizado en Viena, Austria. Este es la encargado de recibir, analizar y procesar la información que se obtiene de las estaciones sismológicas, hidroacústicas de infrasonido, así como la que proviene de los reportes sobre radionúclidos que envían los Laboratorios especializados en esta materia. Como se indicó anteriormente, el análisis y procesamiento de información se hace utilizando algoritmos avanzados como minería de datos. En este momento que se está creando una "historia de la tierra" en este tema, es posible avanzar considerablemente en la reducción de las falsas alarmas que se generan durante el análisis y procesamiento de los datos. La información sismológica es la base para llevar a cabo el análisis y la elaboración de los informes, manera que la información de infrasonido, la hidroacústica y la proveniente de los laboratorios de radionúclidos complementan la sismológica proporcionándole a la CTBTO un muy fuerte y confiable medio para la detección de eventos asociados con pruebas nucleares y otros eventos de interés para la sociedad. El nivel de precisión en la determinación y en la localización de eventos ha sido muy alta de manera que, lo que al inicio de la Organización era una limitación, ya que la inspección en sitio debe abarcar un área máxima de 1000 Km², ahora puede localizarse con alta precisión y con un margen de error siempre controlable. Corresponde al Centro Internacional de Datos la elaboración de los reportes y boletines que reciben todos los países miembros diariamente.

Imagen 1
Distribución global de las estaciones y de los laboratorios del Sistema Internacional de Monitoreo de la CTBTO



Fuente: 2014 Schweizerischer Erdbebendienst (SED), Swiss Seismological Service



En relación con el recurso científico, como mencionamos anteriormente el GSE (Group of Scientific Experts) hizo en su momento y continúa haciendo una importante contribución en la comprensión y en el mejoramiento de la capacidad de detección, de análisis, de localización de los distintos eventos que son monitoreados por el sistema internacional de vigilancia. Este compromiso de la comunidad científica con la paz mundial se ha intensificado. En efecto, lo que he observado es un compromiso creciente de científicos e ingenieros por hacer más eficiente y adecuada la detección de eventos de interés dentro del Tratado. Sorprendentes en este sentido han sido los resultados científicos para la comprensión de la dinámica de la atmósfera con un doble propósito: entender las capacidades de transmisión y localización de ondas en ese medio y para la propuesta de modelos de transporte atmosférico para la dispersión y localización de radionúclidos asociados con procesos de fisión nuclear. Dichos modelos han sido probados con éxito por los eventos de Fukushima del 2011 y la primera prueba nuclear de Corea del Norte del 2006. Sin ninguna duda, la colaboración que puede obtenerse de parte de la constelación de satélites Copérnico que recién ha enviado la Unión Europea mejorará de manera significativa las capacidades de la Organización para llevar a cabo su labor. Finalmente, la comunidad científica ha hecho contribuciones muy importantes a la CTBTO en el desarrollo de nuevos algoritmos de análisis de datos a fin de tipificar y reducir la generación de errores automáticos en la clasificación de las señales (falsas alarmas). En este momento se está bajando considerablemente la necesidad de corrección por parte de expertos de los errores generados por el procesamiento automático de los datos. Sin ninguna duda, nos esperan muchas más mejoras en este ámbito.

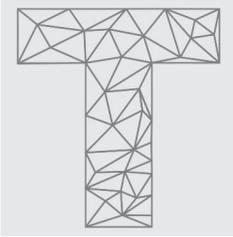
Finalmente, quisiera referirme brevemente a la Inspección en sitio que es otra de competencias únicas que tiene esta organización. Algunas organizaciones como el Organismo Internacional de la Energía Atómica tienen esta capacidad, pero para que pueda llevarse a cabo requiere resolución de las Naciones Unidas. La CTBTO tiene la autonomía para llevar a cabo este tipo de inspecciones y depende únicamente de la aprobación del Consejo Ejecutivo el cual, como se recordará, está conformado por 51 países; la aprobación de una inspección en sitio requiere del voto afirmativo de al menos 30 países. Al día siguiente de la aprobación de una inspección en sitio el equipo de inspectores debe estar ya en el país para iniciar el proceso de negociación de las condiciones en las que llevará a cabo la inspección. La permanencia de los inspectores puede durar un máximo de 130 días. La inspección reconoce tres etapas: una primera de 25 días desde el momento en que se aprueba la inspección, y debe terminar con un informe sobre los hallazgos. En caso de que se requiera una ampliación de la inspección, esta puede

extenderse hasta los 60 días, con la aprobación del Consejo Ejecutivo. Finalmente, puede extenderse hasta 130 días en total cuando haya razones fundadas de que se llevó a cabo una prueba nuclear y se requiere la prueba directa correspondiente. También se requiere la aprobación del Consejo Ejecutivo. La inspección en sitio es un proceso complejo y dado que se debe cubrir un área muy grande (1000 km²), es fundamental que el trabajo se haga de manera bien planificada. El Tratado define el procedimiento que debe llevarse a cabo para la inspección en sitio y en general se parte de lo general a lo específico, del uso de tecnologías para valoración panorámica a tecnologías mucho más específicas y que conllevan mucho más tiempo. De esta manera, el trabajo de los inspectores consistirá en seguir una reducción del área y hacer el uso de las tecnologías disponibles de la manera más eficiente posible. El equipo de inspectores es un equipo interdisciplinario y altamente capacitado en el uso de tecnologías de punta para la detección de pruebas nucleares. Se utilizan alrededor de 20 tecnologías diferentes en las distintas etapas de la inspección. Los ensayos realizados en la región de Semipalatinsk, Kazajstán en la Ex unión Soviética en el 2008 permitieron poner a prueba la capacidad del equipo de inspectores para llevar a cabo esta labor. En Kazajstán los rusos llevaron a cabo, desde 1949, pruebas nucleares en esta zona. Desde este año, el equipo de inspectores de la CTBTO realiza periódicamente experimentos para mejorar y mantener al equipo de inspectores preparados para cualquier inspección. El siguiente ensayo tendrá lugar en Jordania en el 2015. El sitio web de la CTBTO (www.ctbto.org) es una buena fuente para ampliar la función de esta importante organización.

3.3. CTBTO en la formación ética en ingeniería

Después de haber realizado una presentación general de la CTBTO y de algunos de los aspectos llamativos de esta Organización, estamos en capacidad de avanzar en nuestro último tema y es ver en qué sentido esta organización puede utilizarse como ejemplo en formación ética en ingeniería.

El primer aspecto llamativo es que esta Organización y su capacidad científica y tecnológica surge alrededor de un objetivo ético fundamental para la sobrevivencia del ser humano y de otras formas de vida en el planeta: promover la paz mundial, contribuir a la creación de un mundo mejor para todos y promover un globo libre de armamento nuclear. Así, la finalidad y los recursos de la Organización están orientados a lograr este importante objetivo. Claramente la creación de un mundo más seguro es una tarea



fundamental de todos y todas las ciudadanas. En este sentido, es uno de los objetivos fundamentales del desarrollo. En relación con clasificación de las formas principales de correlacionar la ética con la ingeniería, se ubica pues primariamente dentro del primer tipo, es decir, proponer una actividad o un desarrollo en torno a un determinado objetivo ético. Digo primariamente porque claramente se debe hacer uso de otras de las formas de relacionar la ética con la ingeniería, en particular, la determinación de los factores de riesgo y procurar reducirlos hasta donde sea posible para que no afecten el logro de este importante objetivo. Ya nos hemos referido a los esfuerzos por reducir aquellos factores que pueden obstaculizar su cumplimiento. Claramente estos aspectos tienen que ser dimensionados para una organización global como la CTBTO.

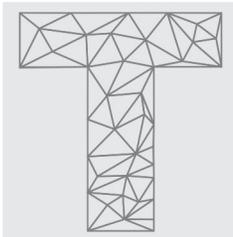
El segundo aspecto importante de mencionar es que este esfuerzo por construir un mundo más pacífico es también uno de los objetivos sociales del ingeniero. Nunca como ahora se exige del ingeniero que desde el momento en que decide iniciar su formación como ingeniero clarifique y oriente su práctica hacia los usos pacíficos de la ingeniería y que tenga como horizonte el mejoramiento de las personas y del desarrollo social. El marco ético que presentamos en la sección primera nos da una serie de elementos importantes respecto de aquello que es valioso perseguir como fin profesional. Esta exigencia para el ejercicio profesional del ingeniero está en concordancia con los cambios que a nivel global comenzamos a observar a partir de la década de los 90 del siglo XX. Los caracterizamos brevemente por la superación de las barreras nacionales, el fortalecimiento de los estados, el multilateralismo y la integración regional. Uno de estos esfuerzos, y de un enorme impacto social y humano, lo constituye el Desarrollo Humano, es decir, el desarrollo centralizado en el ser humano y en los elementos con los que interactúa, como el ambiente y la diversidad biológica. En este sentido, el surgimiento y adopción del desarrollo humano como marco de orientación para definir los objetivos y acciones de los países es absolutamente congruente con los objetivos de la CTBTO. Pero resulta igualmente interesante el hecho coincidente de que a partir de los años 90 de siglo XX, hemos visto emerger con mucha fuerza los códigos de ética en las distintas profesiones como un esfuerzo por proporcionarles a los profesionales un marco ético dentro del cual desarrollar su actividad profesional. Esto claramente tiene su contraparte en las carreras ingenieriles. Aquí todos los códigos de ética para ingenieros enfatizan la importancia de que el ingeniero oriente su ejercicio profesional hacia el logro de un mayor bienestar para las personas, hacia el uso responsable de su profesión y al mejoramiento de la imagen profesional del ingeniero. Por ejemplo, el Código de Ética de ABET (Accreditation Board of Engi-

neering and Technology) ha incluido cuatro principios fundamentales que deben orientar el desempeño del profesional en ingeniería. Estos son:

- I. Usar su conocimiento y habilidad para el mejoramiento del bienestar humano;
- II. Ser honesto e imparcial, y servir con fidelidad al público, sus empleadores y usuarios;
- III. Luchar por aumentar la competencia y prestigio de la profesión ingenieril; y
- IV. Apoyar las sociedades técnicas y profesionales de sus disciplinas”

Ejemplos positivos como el de la CTBTO no solo permiten al ingeniero comparar su propio trabajo, sino también darse cuenta que en los esfuerzos que hacemos por construir un mundo mejor, no estamos solos. Nos sucede lo mismo que ha indicado en muchas ocasiones Richard Stallman cuando decidió orientar sus esfuerzos al rescate de uno de los atributos más importantes del profesional en computación, el de compartir, y el hacerlo se dio cuenta que muchas otras personas están comprometidas con la misma meta.

Un tercer aspecto de mucho interés para el ingeniero y para cualquier otro profesional, es la manera cómo sus funcionarios y funcionarias actúan para hacer marchar la organización. El trabajo en equipo, el gran empeño y la dedicación con que realizan su trabajo son ejemplos a seguir. La capacidad de trabajar en equipo, la cultura del trabajo y la búsqueda de consenso son tres elementos fundamentales hacia los cuales el ingeniero debe orientar su comportamiento. El exponerse a formas de trabajo en el que estos valores están presentes son una fuente importante de retroalimentación, mucho más tomando en consideración que las carencias principales en la formación de los ingenieros son el trabajo en equipo y la búsqueda de consensos. También lo es su indiferencia ante los temas sociales y políticos. Muchos ingenieros no se dan cuenta el importante papel que podrían desempeñar si asumieran puestos públicos y políticos. En general el ingeniero tiene una excelente formación técnica y un nivel importante de rigor a la hora de abordar los temas y problemas, la búsqueda y el uso de herramientas para cuantificar y generar datos para la toma de decisiones, con lo que los ubica en una posición privilegiada y pueden contribuir a mejorar el ejercicio de la función pública. Pero en este mismo sentido, deben complementar su formación técnica con formación histórica y social, con conocimiento sobre estrategias de negociación y con conocimiento del contexto social en el que se desempeñará como profesional, de manera que pueda entender el papel social que le corresponde desempeñar. El conocer organizaciones como la CTBTO es una buena oportunidad para el ingeniero para aprender y emular comportamientos socialmente deseables.



El cuarto aspecto importante para la formación ética de los ingenieros es la oportunidad que ofrece la CTBTO de estudiar la manera en la que un determinado objetivo ético se segrega en sub-objetivos y en procesos (incluyendo aquellos elementos que deben ser desarrollados o investigados) y la manera en la que se garantiza la consistencia interna de la visión de partida. Existe amplia información sobre este proceso comenzando por el trabajo de GSE (Group of Scientific Experts) en relación con el análisis científico y técnico de cómo alcanzar los objetivos de vigilancia, el trabajo de la Conferencia de Desarme por darle forma a esta Organización, las discusiones en el seno de las Naciones Unidas, los análisis y trabajos de la Comisión Preparatoria, los criterios para la selección e implementación del sistema internacional de vigilancia, solo para mencionar algunos derroteros importantes. Esta Organización puso en marcha un proyecto de una gran magnitud y de manera muy exitosa. El futuro profesional en ingeniería puede aprender cómo aplicar determinadas metodologías para resolver importantes problemas que enfrentará como profesional y sobre todo, reafirmará sus compromisos con fines pacíficos del ejercicio de la ingeniería y con aquellas actividades que contribuirán a mejorar la calidad de vida de todos y todas las ciudadanas.

Un quinto aspecto de relevancia tiene que ver con la manera en la que la información obtenida por la CTBTO contribuye a alcanzar el objetivo propuesto. Varios aspectos son relevantes aquí. A) Cómo los mapas de globo en actividades sísmicas y en otros eventos de interés permiten dar la confianza de que si es posible detectar eventos nucleares, de manera que este solo hecho se convierta en una importante razón de disuasión para aquellos que pretendan volver a la época anterior de la carrera armamentista que tanto mal le hizo a la humanidad y al ambiente. Pero también en una fuente de inspiración para orientar el trabajo profesional hacia el bien de la humanidad y del globo. B) Se puede aprender mucho estudiando de manera que cada una de las estaciones por separado y cómo los grupos de estaciones contribuye a lograr dicho objetivo. De los procesos de información tecnológica, es decir, de la manera en la que la información proveniente de cada de las tecnologías es recibida, analizada, procesada y reportada, constituye también una gran enseñanza para los futuros profesionales. Pero también para comprender las limitaciones tecnológicas, de procesamiento de la información y los retos que esto plantea a la comunidad científica e ingenieril.

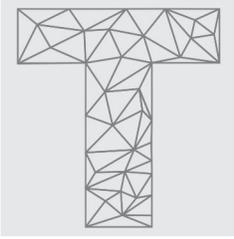
Finalmente, nos interesa señalar otra de las enormes oportunidades que ofrece la CTBTO para la formación ética y social del ingeniero y es precisamente la manera en la que la información técnica

(tecnológica, científica y procedimental) es utilizada en procesos de negociación y disuasión diplomática, para formar a los ciudadanos de todos los países, y de cómo se promueve la formación interdisciplinar, pero también la manera en la que los conocimientos sociales y diplomáticos son relevantes en el ámbito de lo técnico a la hora de tomar decisiones. De esta manera estaremos en mejor capacidad de entender el rol social que nos corresponde desempeñar en la construcción de un mundo mejor y mayor potenciador de las capacidades humanas.

Esperamos que estas reflexiones sobre la CTBTO se constituyan en inspiración para que estudiantes de las ingenierías e ingenieros ya formados deseen aprender más sobre esta organización global que, por sus características tan particulares y únicas, se encuentra muy cerca de los objetivos que como seres humanos y como sociedad debemos alcanzar.

Bibliografía

- ABET (s.f.) ABET Code of Ethics of Engineers. http://web.deu.edu.tr/maden/etik/eng/ABET_Code_of_Ethics_of_Engineers.pdf
- Altmann y otros (2011) América Latina y el Caribe: Perspectivas de desarrollo y coincidencias para la transformación del Estado. Informe preparado por la Secretaría General de FLACSO para la XXI Cumbre Iberoamericana. FLACSO, Costa Rica
- Consejo de Liderazgo de la Red de Soluciones para el Desarrollo Sostenible (2013) Una Agenda de Acción para el Desarrollo Sostenible. Documento presentado a Naciones Unidas. <http://unsdsn.org/wp-content/uploads/2014/02/Una-Agenda-de-Acci%C3%B3n-para-el-Desarrollo-Sostenible.pdf>
- CTBTO, 1993-1996 Treaty Negotiations. [inter1] <http://www.ctbto.org/the-treaty/1993-1996-treaty-negotiations/1993-95-prelude-and-formal-negotiations/>
- CTBTO (1996) Comprehensive Test-Ban Treaty <http://www.ctbto.org/the-treaty/treaty-text/>
- CTBTO website: <http://www.ctbto.org>
- Dahlman, Ola y otros (2011) Detect and Deter: Can Countries Verify the Nuclear Test Ban?. Springer, Dordrecht, Heidelberg, London New York.



Gadamer, HG. (1993) Verdad y Método. Ediciones Sígueme, Salamanca 1993

Hansson, (2011) Risk. Stanford Encyclopedia of Philosophy. <http://www.plato.stanford.edu>

Kennett, Brian (2005) Seismic Wave Propagation in Stratified Media. ANU E Press, Australia

Naciones Unidas (1996a) Resolution establishing the Preparatory Commission for the Comprehensive Nuclear Test-Ban Treaty Organization. New York.

Naciones Unidas (1996b) Resolution 50/245 United Nations General Assembly. New York.

PNUD (2015) Objetivos de Desarrollo del Milenio Informe de 2015. Disponible en http://www.un.org/es/millenniumgoals/pdf/2015/mdg-report-2015_spanish.pdf

Vargas, C. (2013) "Bioética y biodiversidad". Revista Coris, número 7. <http://www.circulodecartago.org/revista-coris-2/revista-coris-7/>