

ARTÍCULO ORIGINAL

Vinculación de la ciencia y la tecnología con la ejecución de una obra de dragado

Linking Science and Technology with the Execution of a Dredging Project

Nora de las Mercedes González Delgado

Universidad de La Habana, Cuba.

Resumen

La ciencia y la tecnología son elementos activos de transformación del mundo en que vivimos, de nuestras relaciones y costumbres. Por tanto, lograr un adecuado equilibrio entre ellas y la sociedad debe ser un objetivo del ser humano. Atendiendo, entonces, a la manera en que se conectan, en el presente trabajo se analizará el vínculo existente entre el binomio ciencia-tecnología dentro de la sociedad y la conservación, uso y cuidado del medioambiente, a partir de su asociación a la ejecución de las obras de dragado. Para ello, se revisaron los términos conceptuales relacionados con la ciencia, la tecnología, la sociedad y el dragado.

Palabras clave: ciencia, costos, dragado, medioambiente, sociedad, tecnología.

Abstract

Science and technology are active elements of transformation of the world in which we live, of our relationships and customs. Therefore, achieving an adequate balance between them and society must be an objective of the human being. Then, regarding the way in which they are connected, the present work will analyze the existing link between the binomial science-technology within society and the conservation, use and care of the environment, from its association to the execution of the dredging works. Thus, the conceptual terms related to science, technology, society and dredging were reviewed.

Keywords: science, costs, dredging, environment, society, technology.

Introducción

En el mundo actual, el conocimiento, la ciencia, la tecnología y la información constituyen aspectos significativos en las transformaciones que se suceden y de ellos dependerá, en gran medida, el futuro de la humanidad (la supervivencia de la especie humana).

Desde los primeros años de la Revolución, el conocimiento, la ciencia y la tecnología han estado indisolublemente ligados al desarrollo social. Nuestro Comandante en Jefe Fidel Castro Ruz fue su principal impulsor, cuando el 15 de enero de 1960 esbozó las bases de la política de formación humana y desarrollo científico-profesional de la Revolución: «el futuro de nuestra patria tiene que ser, necesariamente, un futuro de hombres de ciencia. Tiene que ser un futuro de hombres de pensamiento» (Castro Ruz, 1960).

En la actualización del modelo económico cubano, mediante la implementación y desarrollo de los *Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021* (PCC, 2016), se trata el tema de la política ambiental. Específicamente, en los lineamientos 98-112, se enfatiza, de manera general, en una política integral de ciencia, tecnología, innovación y medioambiente que considere la aceleración de sus procesos de cambio y creciente interrelación, con el fin de responder a las necesidades del desarrollo de la economía y la sociedad.

Cuba no se encuentra ajena al reto que supone lograr un balance armónico entre la protección del medioambiente, el progreso científico-técnico y el desarrollo económico-social. En tal sentido, se trazan estrategias nacionales sustentadas en bases jurídicas, que garantizan la previsión, solución o disminución de todos los elementos que representan un riesgo ambiental.

En el presente trabajo, se realiza, en primer lugar, un análisis conceptual de las nociones relacionadas con la ciencia y la tecnología, se estudia la relación entre ellas, así como la influencia que tienen en la sociedad, en la conflictividad que se genera en la vinculación ciencia-tecnología-sociedad y ciencia-tecnología-medioambiente, para, en un segundo momento, analizar la manera en que se conectan con la ejecución de una obra de dragado.

Por tanto, el objetivo general de la investigación consiste en vincular los elementos teóricos referidos a la ciencia y la tecnología, con la ejecución de

una obra de dragado y su repercusión en el medioambiente. Asimismo, se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Señalar el modo en que se interrelacionan la ciencia y la tecnología en la sociedad de hoy.
- Interpretar la importancia de la responsabilidad institucional y social.

1. Relación ciencia, tecnología y sociedad

Procedente del latín *scientia*, que significa conocimiento, los orígenes de la ciencia se remontan a la antigüedad, transitando por civilizaciones como la china, la egipcia o la griega. En tal sentido, cabe señalar que, durante siglos, las ideas científicas coexistieron con mitos, leyendas y pseudociencias.

La civilización humana debe su desarrollo a la ciencia y esta, a su vez, ha elevado la calidad de la vida del hombre a partir de numerosos avances. No obstante, también ha sido víctima de problemáticas que aquejan al ser humano ya que, en ocasiones, bajo la pretensión de «hacer ciencia», se han explotado recursos naturales, indiscriminadamente, y se han utilizado adelantos y descubrimientos de manera irresponsable.

Varios son los especialistas que han ofrecido una definición de «ciencia». Algunos de los conceptos son:

- «La ciencia no se circunscribe solamente a los conceptos, teorías o hipótesis, sino que se debe entender como una forma concreta de la actividad social, dirigida a la producción, distribución y aplicación de los conocimientos acerca de las leyes objetivas de la naturaleza y la sociedad» (Kröber, citado por Núñez Jover, 1999, p. 13).
- «La ciencia encierra siempre un compromiso social. Los colectivos que aceptan o promueven la ciencia pueden y deben preguntarse en referencia a qué valores sociales, a qué prioridades e intereses desarrollarán su actividad» (Núñez Jover, 1999, p. 152).
- «La ciencia constituye el modo de adquirir conocimientos de una forma analítica, sistemática y reduccionista» (Lage Dávila, 2013, p. 68).
- «La ciencia constituye un poderoso instrumento para comprender los fenómenos naturales y sociales y, por tanto, desempeñará

probablemente un papel aún más importante en el futuro, a medida que se conozca mejor la complejidad creciente de las relaciones que existen entre la sociedad y el medio natural» (UNESCO, 1999).

Por otra parte, la tecnología es aquella actividad social que transforma el mundo que nos rodea. Constituye un «modo de hacer», un producto humano y, como tal, interactúa con la sociedad. Representa los conocimientos necesarios para el diseño, producción y comercialización de un bien o servicio.

En la civilización que vivimos, la tecnología es una red que abarca los más diversos sectores de la actividad humana. «Es un modo de vivir, de comunicarse, de pensar, un conjunto de condiciones por las cuales el hombre es dominado ampliamente, mucho más que tenerlos a su disposición» (Agazzi, 1996, p. 141).

Si bien en sus orígenes las esferas tecnológica y científica se desarrollaron de forma relativamente independiente, con posterioridad estos sectores de la actividad social adquirieron tal grado de interrelación que han llegado a considerarse como una sola esfera.

En Cuba, la relación entre la ciencia y la tecnología tiene la particularidad de que se basa en la integración, colaboración y participación pública en esas actividades, lo que transparenta las interrelaciones que existen entre la ciencia, la política y los valores que caracterizan el contexto cubano (Núñez Jover, 1999).

Cuando se unen ciencia, tecnología y sociedad, es preciso entender las responsabilidades de cada factor, es decir, delimitar, adecuadamente, las diferentes responsabilidades, que van desde el individuo hasta las instituciones o empresas.

2. Responsabilidad institucional y social en Cuba

La responsabilidad social es un compromiso u obligación que los miembros de una sociedad, ya sea como individuos o integrantes de subgrupos, tienen con la sociedad en su conjunto, y que implica la consideración del impacto de una decisión. Actuar con responsabilidad es una virtud social, que se manifiesta cuando los resultados de las acciones no ponen en peligro la supervivencia de la especie humana en el planeta (Jonas, 1995).

La actividad empresarial constituye la causa de muchos de los factores que inciden en el medioambiente, lo que provoca que las entidades necesiten conocer y definir responsabilidades ambientales basadas en sus procesos de trabajo. Consecuentemente, gestionar una actitud proactiva de la empresa es fundamental para la implementación real y efectiva de mejoras ambientales que solo se pueden lograr mediante una adecuada gestión ambiental.

Cuba no se halla ajena a esta problemática ni a las iniciativas que, para el cuidado y conservación ambiental, se realizan en las diferentes partes del planeta. De esta manera, existe un marco regulatorio para la protección, que incluye leyes, políticas y estrategias. En tal sentido, para cumplir con las transformaciones que el nuevo modelo económico exige, la responsabilidad de controlar, evaluar y minimizar los riesgos del uso indiscriminado de los recursos naturales se debe observar desde la base institucional.

La principal meta de la política ambiental cubana consiste en evitar que se repitan los errores de los procesos inadecuados de industrialización emprendidos por el primer mundo, de modo que se suscita un desarrollo económico en el que se transite, lo más directamente posible, hacia formas compatibles con el medioambiente.

En la Estrategia Ambiental Nacional (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente [CITMA], 2011) se plantea que la visión de la política ambiental cubana se orienta hacia un desarrollo económico y social sostenible, que se apoya en tres pilares básicos reconocidos: la equidad social, el crecimiento económico y la protección del medioambiente. Por tanto, se destaca la necesidad de promover un crecimiento económico provisto de un carácter armonioso, en aras de llegar a una auténtica sociedad sostenible.

En este contexto, las universidades, al ser formadoras de futuros profesionales, han adquirido una gran responsabilidad. Mediante el fomento de investigaciones y la incorporación de conocimientos relacionados con el cuidado y la conservación del medioambiente a los diferentes planes de estudio, han potenciado el progreso económico, al favorecer investigaciones cuyo aporte a la praxis contable cubana ha sido el desarrollo de la gestión ambiental, de modo que se han obteniendo logros en los sectores priorizados de la economía nacional.

Al respecto, Lage Dávila (2013) afirma que «la investigación universitaria opera con mayor abundancia de recursos humanos, incluyendo los estudiantes, y es más multidisciplinaria, porque su impacto incluye la formación de cuadros. Lo fértil está precisamente en la interacción de enfoques diferentes» (p. 238).

Teniendo en cuenta todos los aspectos referidos, la presente investigación tiene su origen en la necesidad que presentaba la Empresa Constructora de Obras Marítimas de conocer el costo real de los servicios que oferta, para lo cual se elaboró un procedimiento para el registro de los gastos y cálculo de los costos de la ejecución de una obra de dragado, actividad fundamental de la entidad objeto de estudio. Ese trabajo se orientó hacia la identificación de los costos que forman parte del servicio de dragado, atendiendo, por supuesto, a los aspectos medioambientales, de manera que se convirtió en una eficaz herramienta para la toma de decisiones.

3. Características de las obras de dragado y su relación con el medioambiente. Sostenibilidad y responsabilidad institucional y social

El progreso alcanzado por la transportación marítima y fluvial ha conllevado el aumento de los volúmenes de carga y el tamaño promedio de los buques, de modo que ha sido posible evidenciar las limitaciones que presentaban las instalaciones portuarias. Todo ello originó la necesidad de realizar cambios estructurales con el objetivo de disponer de un sistema de puertos e hidrovías navegables, lo cual dio lugar a la realización de obras marítimas de construcción, profundización y expansión de los puertos.

En un artículo publicado por la compañía Jan De Nul Group, con sede en Bélgica y, actualmente, líder en la industria de dragado, se afirma que «los trabajos de profundización y de expansión de puertos tienen una gran importancia económica, ya que el crecimiento del comercio mundial obliga a todos los puertos a aumentar su capacidad» (Jan De Nul Group, s/f, p. 4). Esta opinión, unida a las condiciones geográficas de nuestro país, donde las instalaciones portuarias constituyen la principal «puerta» de entrada y salida del comercio, permite entender la importancia que tienen las operaciones de dragado en el desarrollo económico nacional. En tal sentido, son varios los

autores que han aportado definiciones de la actividad. Entre las principales observaciones se hallan las siguientes:

- «El dragado es una operación necesaria para el desarrollo y mantenimiento de las infraestructuras en el medio marino y fluvial. De su realización depende el desarrollo de los puertos y el tráfico marítimo» (Ortego Valencia, 2003, p. 4).
- Una obra de dragado no es más que la extracción de materiales (fango, arena, grava, etcétera) del fondo de puertos, ríos y canales, con el objetivo de aumentar la profundidad y descargar estos azolves¹ en lo que se conoce como las zonas de depósitos. Para ello, se utiliza una maquinaria especializada denominada draga. La draga es una embarcación dotada de los medios necesarios para limpiar y otorgar la profundidad adecuada a puertos, canales, ríos, dársenas² y demás (Suárez, 1945; Bosqued, 2012; Sánchez Solís, 2015).

El impacto que se producirá en el medioambiente dependerá del material que se drague, desde el momento de su extracción hasta su depósito. Se deberán definir el efecto en el sitio del depósito y los cambios que ocurrirán desde el punto de vista hidrológico y oceanográfico, en la flora, la fauna y el futuro desarrollo urbano.

Las repercusiones positivas se refieren al mejoramiento de:

- Las condiciones de navegación.
- El régimen hidrológico.
- La formación de rellenos.
- El abastecimiento de los materiales de construcción.
- La creación y recuperación de playas.
- El reciclaje de elementos nutritivos para la flora y fauna acuáticas a partir de los elementos del fondo.
- El desarrollo económico de la región.

Por otra parte, se consideran como efectos negativos:

- El ruido ocasionado por el equipo de dragado.

- El obstáculo causado a la navegación.
- La contaminación de las aguas por el efecto del material dragado.
- La dilución de los sedimentos depositados en el fondo.
- Las perturbaciones a la flora y fauna existentes.

Una vez identificados los impactos negativos, se evaluarán, con el propósito de establecer si la realización de la obra es conveniente y la justificación económica y social de la ejecución. Posteriormente, se indicará el programa de control requerido, donde se definirán acciones para eliminar o minimizar los efectos.

Las operaciones de dragado producen grandes cantidades de material que precisan una gestión eficiente para su posterior empleo en otras actividades. Por ello, los costos de la fase de vertido constituyen una parte importante del costo total de la ejecución de la obra y la elección de la alternativa será decisiva para determinar su viabilidad. La selección del tipo y de la zona de vertido deberá realizarse teniendo en cuenta criterios medioambientales y económicos. En algunos casos, el dragado se utiliza con fines de corrección ambiental (limpieza de fondos contaminados o drenaje de zonas pantanosas), sin embargo, en los últimos años, han alcanzado también gran importancia los dragados asociados a la regeneración y conservación de las playas mediante aportaciones artificiales de arena.

La creciente preocupación por el medioambiente está provocando la reutilización de todo tipo de productos, incluidos los procedentes del dragado, de manera que los permisos para el vertido de material (desecho) derivado de estas obras solo se conceden si se justifica que no existe la más mínima posibilidad de aprovecharlos. Por ello, se debe procurar un empleo que permita rentabilizar el material dragado limpio o ligeramente contaminado, de modo que se optimice, económica y ambientalmente, el conjunto de la actuación. Numerosos estudios han demostrado que la mayor parte del material dragado puede ser aprovechado en obras de ingeniería civil, en la agricultura, la pesca o para mejoras medioambientales, lo que demuestra la integración de la actividad con otros sectores de la economía.

Otra de las decisiones a adoptar antes de la ejecución de una obra de dragado se refiere al equipamiento que se va a utilizar en los trabajos, ya que, en la actualidad, la tecnología que se emplee va a incidir directamente en el resultado final. Según Ortego Valencia (2003) y Sánchez Solís (2015), las dragas se clasifican en dos grandes grupos: mecánicas e hidráulicas, distinción que se basa en el método de excavación que utilice el equipo que vaya a realizar la operación.

Las mecánicas son el tipo de draga más antiguas y se puede señalar su evolución a lo largo de la historia, gracias al avance de la tecnología industrial y las obras marítimas. Dentro de ellas, la draga de rosario o de cangilones ha sido, durante muchos años, el equipo más poderoso y eficaz para realizar la obra. Sin embargo, la renovación y el gran avance tecnológico de los equipos hidráulicos han hecho decrecer su uso desde mediados del siglo XX, pues estos últimos dan mejores resultados de producción y costos.

Independientemente de la draga que se utilice, en la ejecución de una obra de dragado se emplea una serie de tecnologías para evaluar con precisión aspectos relacionados con las zonas de extracción y vertido:

- Ecosondas que permiten reconocer el relieve marino.
- Mareógrafo de flotador que posibilita la lectura directa del nivel del agua.
- Sistema de posicionamiento global (GPS por sus siglas en inglés) que facilita la obtención de la posición planimétrica por puntos.

El financiamiento que requiere la ejecución de una obra de dragado es muy superior al que se precisa para el desarrollo de una obra civil, debido a las erogaciones tan elevadas que se deben realizar en la actualidad para sufragar los gastos en los que se incurren en aspectos tan importantes como los equipos y la técnica a utilizar, ya que estos deben contar con una tecnología precisa. Otro aspecto a contemplar son las características del material a extraer, con su correspondiente destino, así como todo lo concerniente a las condiciones del emplazamiento donde se van a ejecutar los trabajos. Estos factores inciden en el costo total de ejecución de la obra.

Conclusiones

La investigación realizada permitió comprender las implicaciones, desde el punto de vista ambiental, y las especificidades de la ejecución de una obra de dragado, aspectos de una importancia sustancial para lograr una eficiente gestión de los costos, ya que, como principio fundamental antes de proceder al registro de los gastos y cálculo de los costos de cualquier actividad, se deben conocer en profundidad las características de los procesos y actividades que lo conforman.

Asimismo, se pudo apreciar la vinculación que existe entre la ciencia, la tecnología y la ejecución de una obra de dragado. Es importante, a su vez, destacar la relación de los usuarios con la naturaleza, conexión que tiene lugar a través del manejo responsable de los recursos naturales, sin afectar el medioambiente, mediante la utilización adecuada de la ciencia y la técnica.

Finalmente, en el texto se ofrecen las herramientas necesarias para una mejor gestión de los costos de una obra de dragado, al interrelacionarlos con el medioambiente y el componente social que poseen, pues no se debe olvidar que el hombre, como ser social, es el principal actor en el uso, conservación y cuidado de la naturaleza.

Referencias bibliográficas

AGAZZI, E. (1996): *El bien, el mal y la ciencia*, Tecnos, S.A., Madrid.

ANSCHÜTZ, G. (2009): «Hidro vías y dragados. Modelos de gestión sustentables para Latinoamérica. Casos de Brasil y Argentina», <http://19_modsust_dragadorgbr_gusans> [31/10/2014].

BOSQUED, J. A. (2012): «Cálculo del equipo de dragado necesario para una draga de succión de 1000m³ de capacidad de cántara», tesis de grado, Universidad de Cantabria, España.

CASTRO RUZ, F. (1960): «Discurso pronunciado en el acto celebrado por la sociedad Espeleológica de Cuba, en la Academia de Ciencias, el 15 de enero de 1960», <<http://www.cuba.cu/gobierno/discursos/1960/esp/fl150160e.html>> [31/10/2014].

JAN DE NUL GROUP (s/f): «Dragado y obras marítimas», <http://www.jandenu.com/sites/default/files/activity-category/brochures/dragado_y_obras_maritimas_es.pdf> [29/9/2014].

JONAS, H. (1995): *El principio de responsabilidad: ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Editorial Herder, Barcelona.

LAGE DÁVILA, A. (2013): *La economía del conocimiento y el socialismo*, Editorial Academia, La Habana.

MINISTERIO DE CIENCIA, TECNOLOGÍA Y MEDIO AMBIENTE (CITMA) (2011): «Estrategia Ambiental Nacional 2011-2015», La Habana.

NUÑEZ JOVER, J. (1999): *La ciencia y la tecnología como procesos sociales*, Félix Varela, La Habana.

ORTEGO VALENCIA, L. (2003): «Técnicas de dragado en Ingeniería Marítima», tesis de grado, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

PCC (2016): *Actualización de los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución*, VII Congreso del PCC, La Habana.

SÁNCHEZ SOLIS, M. A. (2015): «Integración de costos de dragado, bordas y muros de roca en ríos de la República de Guatemala», tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

SUÁREZ, P. (1945): «Dragados por succión», <http://ropdigital.ciccp.es/pdf/publico/1945/1945_tomol_2762_04.pdf> [31/10/2014].

UNESCO (1999): «Conferencia mundial sobre la ciencia para el siglo XXI: un nuevo compromiso. Declaración de Budapest», Hungría.

Recibido: 19/8/2017

Aceptado: 20/1/2018

Nora de las Mercedes González Delgado, Universidad de La Habana, Cuba,
Correo electrónico: norag@fcf.uh.cu

Notas aclaratorias

1. Depositiones que se hallan en el fondo de mares, ríos, lagos, canales, etcétera, formadas por los sedimentos materiales sólidos transportados por el agua.

2. Área más resguardada de un puerto, protegida contra la acción del oleaje para abrigo o refugio de las naves. Posee la extensión y profundidad adecuadas para que las embarcaciones realicen las maniobras de giro, atraque y desatraque con seguridad.