

# **EL MEDIO AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD EN LAS ESCUELAS DE INGENIERÍA CIVIL**

**ROSA M. ARCE RUIZ, CARMEN PALOMINO MONZÓN**

Profesoras del Departamento de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Medio Ambiente de la Escuela T.S. de Ingenieros de Caminos, C.P. de la Universidad Politécnica de Madrid

## **RESUMEN**

El término “desarrollo sostenible”, acuñado, como es bien sabido, por el informe Brundtland en 1.987, sobre la base de que "el uso actual de un recurso no debe comprometer su uso para las generaciones futuras", fue asumido por la Declaración de Río, en 1.992, como el principio que debía presidir las actuaciones de desarrollo de los años sucesivos. Hoy muchos países han definido ya sus Estrategias nacionales de Desarrollo Sostenible, y la Unión Europea ha publicado la Estrategia Europea de Desarrollo Sostenible, sentando los principios que deben presidir las actuaciones de desarrollo.

Las nuevas preocupaciones sobre la sostenibilidad plantean también nuevos retos a los ingenieros civiles, cuya tarea está fuertemente ligada a la sostenibilidad. Retos para los que, en muchos casos, no están preparados. Esta comunicación analiza los puntos débiles y fuertes de la formación del ingeniero de caminos en relación con el nuevo paradigma de la sostenibilidad, teniendo en cuenta los cambios que se aproximan derivados de la Declaración de Bolonia.

## **1. INTRODUCCIÓN**

El término “desarrollo sostenible”, acuñado, como es bien sabido, por el informe Brundtland en 1.987, sobre la base de que "el uso actual de un recurso no debe comprometer su uso para las generaciones futuras", fue asumido por la Declaración de Río, en 1.992, como el principio que debía presidir las actuaciones de desarrollo de los años sucesivos. Hoy muchos países han definido ya sus Estrategias nacionales de Desarrollo Sostenible, y la Unión Europea ha publicado la Estrategia Europea de Desarrollo Sostenible, sentando los principios que deben presidir las actuaciones de desarrollo.

El planteamiento de un marco basado en los principios de desarrollo sostenible supone la aceptación de que es preciso tener en cuenta la protección del medio ambiente, pero, admitiendo, a la vez, que el desarrollo supone también un elemento positivo para la humanidad. Se busca no contraponer desarrollo y medio ambiente, sino hacerlos compatibles. Esto es fácil de enunciar, pero difícil de lograr, ya que no va a resultar siempre posible conseguir que las actuaciones derivadas del desarrollo no degraden los recursos naturales.

La aplicación de esos principios permite lograr la cualidad de sostenibilidad, que, en los últimos años, tiende a la consideración de un equilibrio entre las facetas ambiental, social y económica de proyectos, actuaciones y políticas, públicas y privadas, sin la preponderancia de ninguna, sino integrándolas.

Los ingenieros civiles se hallan con frecuencia en el centro del conflicto desarrollo-medio ambiente, especialmente en sus facetas proyectista y constructora, con una triple vertiente:

- Por un lado, los ingenieros, con sus obras, alteran sustancialmente el medio ambiente. En los últimos años, algunas grandes obras de ingeniería han sido muy contestadas por razones ambientales.
- Por otro lado, algunos aspectos de la mejora de la calidad ambiental son, normalmente, un problema práctico que han de resolver los ingenieros. De hecho, así ha sido con los grandes avances en la calidad del agua potable, por ejemplo, con la consecuente mejora sanitaria urbana.
- En general, las mejoras sociales y económicas van ligadas a la dotación de infraestructuras.

El sector de la construcción es responsable de un elevado porcentaje del consumo energético y de la utilización de los recursos naturales disponibles, mientras, por otro lado, un importante número de personas trabaja directa o indirectamente en esta industria.

La construcción sostenible, basada en la visión equilibrada de tres aspectos: impacto sobre el medio ambiente, repercusión social y sostenibilidad económica, debe promover la fabricación de productos que minimicen los efectos ambientales adversos, proporcionar una información exacta sobre sus productos y contribuir a la realización de mejoras ambientales importantes.

Las nuevas preocupaciones sobre la sostenibilidad plantean también nuevos retos a los ingenieros civiles, cuya tarea está fuertemente ligada a la sostenibilidad. Retos para los que, en muchos casos, no están preparados. Esta comunicación analiza los puntos débiles y fuertes de la formación del ingeniero de caminos en relación con el nuevo paradigma de la sostenibilidad, teniendo en cuenta los cambios que se aproximan derivados de la Declaración de Bolonia.

## **2. PREMISAS DE PARTIDA**

El mundo ha cambiado, y hoy se sabe que muchas actuaciones beneficiosas, como pueden ser las infraestructuras, traen consigo, también, consecuencias negativas. No se puede actuar sin pensar en las consecuencias de nuestras actuaciones.

Hay que preguntarse cuál es el coste de no valorar las consecuencias ambientales de nuestras acciones y tenerlas en cuenta a la hora de tomar decisiones de localización, de diseño, de tecnologías, etc. Pero también, por otra parte, hay que pensar que, para obtener las ventajas del "desarrollo", como el acceso a la educación, acceso a una medicina de calidad, acceso al agua potable, a la energía, etc., no siempre existe un sólo camino, similar al que han seguido los países ahora conocidos como desarrollados, sino que, aprendiendo precisamente de ellos y de las preocupaciones que ahora tienen por el medio ambiente, se pueden hacer las cosas de manera diferente, pensando en el futuro a medio y largo plazo, no a corto plazo.

No siempre la infraestructura más potente soluciona mejor el problema. La gestión adecuada de los recursos, unida a una infraestructura menos importante, puede constituir la mejor solución.

Hay que tener en cuenta, además, que los problemas ambientales son fuente permanente de conflictos, porque en ellos confluyen actores con intereses enfrentados y, en muchos casos, irreconciliables (Aguilar, 1997).

Y sin olvidar, tampoco, que el tratamiento de los problemas y las preocupaciones medioambientales de la sociedad ha generado un floreciente sector económico que puede denominarse el "sector ambiental".

La "sostenibilidad" se halla ahora presente en los objetivos de muchos proyectos, al menos formalmente, sin embargo, todavía queda mucho camino por recorrer en la definición de indicadores de sostenibilidad, de criterios de planteamiento de las actuaciones para que éstas sean sostenibles y, en suma, de integración de los principios de desarrollo sostenible en los proyectos.

Atendiendo a los principios de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas (Cuadro 1), podemos establecer algunos de los caminos por los que hay que avanzar.

**Cuadro 1.** Principios de Desarrollo Sostenible (Naciones Unidas)

**PRINCIPIO 1**

*Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.*

.....

**PRINCIPIO 3**

*El derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras.*

**PRINCIPIO 4**

*A fin de alcanzar el desarrollo sostenible, la protección del medio ambiente deberá constituir parte integrante del proceso de desarrollo y no podrá considerarse en forma aislada.*

**PRINCIPIO 5**

*Todos los Estados y todas las personas deberán cooperar en la tarea esencial de erradicar la pobreza como requisito indispensable del desarrollo sostenible, a fin de reducir las disparidades en los niveles de vida y responder mejor a las necesidades de la mayoría de los pueblos del mundo.*

.....

**PRINCIPIO 7**

*Los Estados deberán cooperar con espíritu de solidaridad mundial para conservar, proteger y restablecer la salud y la integridad del ecosistema de la Tierra. En vista de que han contribuido en distinta medida a la degradación del medio ambiente mundial, los Estados tienen responsabilidades comunes pero diferenciadas. Los países desarrollados reconocen la responsabilidad que les cabe en la búsqueda internacional del desarrollo sostenible, en vista de las presiones que sus sociedades ejercen en el medio ambiente mundial y de las tecnologías y los recursos financieros de que disponen.*

PRINCIPIO 8

*Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberían reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas.*

PRINCIPIO 9

*Los Estados deberían cooperar en el fortalecimiento de su propia capacidad de lograr el desarrollo sostenible, aumentando el saber científico mediante el intercambio de conocimientos científicos y tecnológicos, e intensificando el desarrollo, la adaptación, la difusión y la transferencia de tecnologías, entre estas, tecnologías nuevas e innovadoras.*

PRINCIPIO 10

*El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes.*

PRINCIPIO 11

*Los Estados deberán promulgar leyes eficaces sobre el medio ambiente. Las normas, los objetivos de ordenación y las prioridades ambientales deberían reflejar el contexto ambiental y de desarrollo al que se aplican. Las normas aplicadas por algunos países pueden resultar inadecuadas y representar un costo social y económico injustificado para otros países, en particular los países en desarrollo.*

PRINCIPIO 13

*Los Estados deberán desarrollar la legislación nacional relativa a la responsabilidad y la indemnización respecto de las víctimas de la contaminación y otros daños ambientales. Los Estados deberán cooperar asimismo de manera expedita y mas decidida en la elaboración de nuevas leyes internacionales sobre responsabilidad e indemnización por los efectos adversos de los daños ambientales causados por las actividades realizadas dentro de su jurisdicción, o bajo su control, en zonas situadas fuera de su jurisdicción.*

PRINCIPIO 15

*Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave o irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente.*

PRINCIPIO 16

*Las autoridades nacionales deberían procurar fomentar la internalización de los costos ambientales y el uso de instrumentos económicos, teniendo en cuenta el criterio de que el que contamina debe, en PRINCIPIO, cargar con los costos de la contaminación, teniendo debidamente en cuenta el interés público y sin distorsionar el comercio ni las inversiones internacionales.*

### **3. ELEMENTOS NECESARIOS EN LA FORMACIÓN DEL INGENIERO A LA LUZ DE LOS PRINCIPIOS DE SOSTENIBILIDAD**

En el contexto actual, es imprescindible que en la formación básica de un ingeniero se aborden una serie de aspectos, tanto en el campo ambiental como en otros, hoy dispersos en su curriculum, como son, por ejemplo:

- Las consecuencias de sus actuaciones.
- Las medidas preventivas y correctoras de las consecuencias negativas de sus actuaciones.
- Como agente activo en el ámbito del sector ambiental, profundizar en aspectos que puedan ser de su especialidad: aguas, ruido, aspectos territoriales, etc.

Pero, además, es necesario complementar la formación con otros aspectos relacionados con:

- Cultura ecológica. No se valora lo que no se conoce. Incluso, a veces, se desprecia o se teme. Por otra parte, la terminología hay que comprenderla, para poder intervenir en el proceso con la base adecuada. No se puede pensar que los ingenieros sean, también, ecólogos, sino que haya un mínimo básico de conocimiento.
- Gestión, no siempre la solución viene de la mano de la intervención quirúrgica, del proyecto y obra, sino de cambios en la gestión, por lo que las herramientas de gestión, hoy de escasa presencia en la carrera, son necesarias en la formación.
- Cultura "social", capacidad para aceptar las razones de otros, habilidad negociadora, saber "convencer" sobre la bondad de sus proyectos, etc. La conciencia de que la obra no es buena "per se", sino que la aceptación social es importante. No se nos puede ocultar que las razones ambientales se esgrimen contra los proyectos y se utilizan muchas veces para generar una oposición social a los mismos. Habrá que contar con los mimbres necesarios para construir argumentos sólidos a favor del propio proyecto y acostumbrarse a prever la alternativa B, y la C y la D para cuando la A sea rechazada.
- Concepto y herramientas de sostenibilidad. Una sensibilidad y un mínimo de conocimientos sobre el uso de los recursos (materiales, energía,...), sensibilidad por lo que se podría llamar "grupos de interés" ante la obra (en paralelo a los "stakeholders" o "grupos de interés" en las empresas), etc.
- Herramientas para la internalización de costes que preconizan los principios de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible.

Estas y otras muchas cosas deben ser debatidas, para su integración en el curriculum de la carrera, hoy más enfocado a las soluciones tecnológicas, el proyecto y la obra, y menos a la gestión.

### **4. LA PREVENCIÓN DE DAÑOS AL MEDIO AMBIENTE**

Integrar el medio ambiente en las actuaciones de desarrollo es muestra de una sociedad madura. Una de las herramientas fundamentales que permite la reflexión sobre las consecuencias negativas de estas actuaciones, así como la integración de medidas preventivas, correctoras o compensatorias en ellas, es

la Evaluación de Impacto Ambiental. Regulada en España, inicialmente, por el Real Decreto Legislativo 1302/86, de 28 de junio, sobre evaluación de impacto ambiental (que transponía la Directiva 85/337), con rango de Ley, establece la obligatoriedad de realización de Estudios de Impacto Ambiental previos a la ejecución de una serie de proyectos de gran envergadura, así como el sometimiento de estos Estudios y los proyectos correspondientes a un proceso administrativo regido por la citada Ley y su Reglamento (Real Decreto 1131/88).

Con posterioridad, la Directiva 97/11 CE, del Consejo, de 3 de marzo, modificó la Directiva 85/337/CEE, ampliando sustancialmente el número y tipo de proyectos sujetos a evaluación (del Anexo I) e introduciendo criterios para permitir a la administración determinar si otro gran grupo de proyectos (Anexo II) debe ser objeto de evaluación, mediante un estudio caso por caso. La transposición de esta Directiva a la legislación española culminó con la publicación de la Ley 6/2001, de 8 de mayo, de modificación del RDL 1302/86 (BOE del 9 de mayo de 2001).

Además, en los últimos tiempos, la tendencia es que la evaluación se efectúe, incluso, en fases anteriores a la de proyecto, ya que cuando ésta se lleva a cabo en las fases últimas de la cascada de decisiones, la capacidad de actuación para evitar los impactos es más reducida, y también, por tanto, la capacidad preventiva. En muchos casos, la EIA tiene o ha tenido una función eminentemente "correctora", a veces denominada "reactiva", asociada a la fase de proyecto en la que se realiza, en la que se exige la propuesta de medidas correctoras. Por eso, las preocupaciones actuales tienden hacia que el mecanismo preventivo se ponga en marcha cuanto antes y, para ello, se propone la Evaluación de Impacto Ambiental de Planes y Programas, lo que se ha dado en llamar Evaluación Ambiental Estratégica (EAE).

Esta preocupación dio lugar a la publicación de la Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 27 de junio de 2001 relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente (DOCE L 197/30, de 21 de julio de 2001), que es la que regula el proceso de EAE, punto de partida para su desarrollo en los países europeos y cuya transposición a la normativa española se ha realizado mediante la Ley 9/2006, de reciente publicación.

Realmente, la verdadera capacidad de la EIA de actuar como instrumento preventivo se desarrolla cuando ésta se aplica en todas las fases del proceso de decisión. Si se integrasen consideraciones ambientales en todos los escalones: en las fases de planificación, estudios previos, anteproyecto, proyecto, ejecución, funcionamiento y abandono de los proyectos o actividades, se lograría el óptimo de la prevención de daños al medio ambiente.

Muchos de los proyectos sometidos obligatoriamente al proceso de EIA, se encuentran en el campo de competencias de los y las profesionales de la Ingeniería de Caminos. Autopistas, autovías, presas, líneas de ferrocarril o puertos son actividades típicas en las que se encuentra implicado/a un/a ingeniero/a de caminos, canales y puertos. Pero también muchas otras actividades del anexo de la Ley 6/2001, que no son de su competencia directa, se relacionan con ésta en la parte de obra civil o infraestructuras de apoyo necesarias. Es claro, por tanto, que la actividad del (de la) ingeniero/a de caminos va a estar conectada con el proceso de EIA con mucha frecuencia.

Por otra parte, al margen de las imposiciones legales, el establecimiento de la obligación de realizar Estudios de Impacto Ambiental puede entenderse como una llamada de atención a los proyectistas sobre la necesidad de considerar al medio, no como un mero soporte de sus obras, sino como un sistema vivo al que hay que tratar con cuidado para evitar, al actuar sobre un elemento, dañar al resto.

Es obvio que los buenos proyectistas han tenido esto en cuenta siempre, con mejor o peor fortuna, porque no se acierta en todas las ocasiones. Sin embargo, otros, por imperativos económicos o de cualquier tipo, han dejado de respetar ese sistema vivo del que hablamos, y lo han degradado. Ello ha hecho que la administración se vea obligada a recordar el deber de respetar y proteger el medio ambiente con una Ley, exigiendo tomar en cuenta en los proyectos aspectos alejados de lo que tradicionalmente se incluye en ellos.

No se trata de añadir a los proyectos unos anejos más, se trata de diseñar con nuevos criterios, contemplando el área territorial de proyecto integralmente, así como abriendo la mente de los proyectistas a que otros profesionales les apunten soluciones a problemas que ellos no sabrían resolver, porque se refieren a materias que ellos no dominan tan bien como la actividad que proyectan. Es indispensable el trabajo conjunto de las personas que diseñan, los ingenieros, con otros especialistas, como biólogos, químicos, sociólogos, etc.

Esto, por otra parte, debería ser algo de fácil consecución, ya que todo proyecto recoge estudios, dictámenes o cálculos de una serie de especialistas en aspectos concretos de la actividad que se proyecta, o del área que la recibe. Integrar algunos aspectos más, aunque sean de carácter diferente, no tendría por qué ser complicado.

A ello se añade que con soluciones más aceptables desde el punto de vista ambiental se están eliminando problemas, y, por lo tanto, costes, posteriores y, en muchos casos, dilaciones al proyecto debidas a protestas de diversos grupos sociales.

## **5. EL PROYECTO DE INGENIERÍA CIVIL Y LA SOSTENIBILIDAD**

Si pensamos en una "fórmula virtual" del impacto ambiental de las actividades de desarrollo, ésta tendría fundamentalmente dos componentes: la magnitud de la acción de proyecto y la fragilidad del componente ambiental:

$$I = M \text{ acción de proyecto} * F \text{ componente ambiental}$$

El impacto no resulta como consecuencia únicamente de la fragilidad o la calidad del componente ambiental, sino de la magnitud de la acción de proyecto<sup>1</sup> interactuando con ésta. El impacto no lo produce el medio ambiente, sino el proyecto, de ahí que sea tan importante identificar y valorar los elementos y procesos del proyecto que pueden provocar impactos para poder conocer la magnitud de la alteración.

Teniendo esto en cuenta, que, a pesar de ser obvio, no está plenamente asumido ni por los proyectistas ni por los ambientalistas, nos lleva a la plena conciencia de que solamente se podrán "prevenir" realmente los daños al medio ambiente si somos capaces de intervenir en el proyecto, transformando (¿minimizando?) la acción de proyecto para que ésta no dañe el medio. Si el primer factor de la fórmula tiende a cero, el impacto lo hará también. De ahí que deba ser el promotor el que realice el Estudio de Impacto, en paralelo al proyecto, para poder intervenir sobre el mismo minimizando la acción. Y no hay que olvidar que es el ingeniero la mano ejecutora del promotor.

---

<sup>1</sup> Entendiendo por *acciones de proyecto* elementos o procesos del proyecto que pueden alterar el medio ambiente: gasto de materias, emisiones, vertidos, residuos, ocupación de suelo, presencia de edificaciones, etc.

Además, la tendencia existente entre los redactores de los proyectos de ingeniería a considerar el Estudio de Impacto Ambiental como una responsabilidad únicamente de los especialistas en medio físico o socioeconómico, a los que se les encarga un documento que va a sumarse al proyecto como Anejo, es una práctica que, aunque habitual, no es coherente con la filosofía preventiva de la EIA ni contribuye a que se obtengan buenos resultados. Lo que se obtiene así es un documento anejo, pero también "ajeno" al proyecto que no ha tenido la ósmosis debida con el mismo para contribuir a prevenir daños al medio ambiente. Nunca se podrá obtener un producto de calidad, ya sea el proyecto, ya sea el Estudio de Impacto Ambiental, si el equipo de trabajo no está coordinado.

Debe incrementarse la conciencia de que es el proyectista<sup>2</sup> el que realmente va a ser capaz de reducir el impacto ambiental del proyecto de una manera efectiva, ya que es el que determina las acciones de proyecto, es el agente activo en este proceso de proyecto. El resto de especialistas "ambientales", que curiosamente son los que se identifican normalmente con el proceso de EIA (tanto la imagen que tienen desde fuera, como ellos mismos, ante el proyecto, se sienten los "valedores" del medio ambiente en el mismo), deben colaborar con el proyectista. El protagonista, porque es el actor más activo, es el proyectista, y es él el que debe sentirse así con respecto al medio ambiente. Esto es más una cuestión de filosofía y de enfoque de resolución de problemas integrando la triple faceta, antes mencionada: económica, ambiental y social, no de conocimientos técnicos. Sin embargo, más bien se plasma, en la actualidad, en sentido negativo, porque los ingenieros se sienten "atacados" por los ambientalistas, y se sitúan en una posición "defensiva" que no les corresponde, en justicia, pero que es la que ellos mismos buscan, en lugar de bajar a la arena de buscar codo a codo con los especialistas en medio ambiente proyectos más sostenibles.

Nada más lejos, pues, de lo que debería ser. Si el ingeniero adopta como suyo, con naturalidad, el objetivo de protección del medio ambiente como un aspecto más de sus proyectos, lo mismo que adopta el principio de garantizar la seguridad o la economía, dejará de existir esa tensión, teñida de enfrentamiento, hoy negativa, entre la ingeniería civil y el sector más "ambientalista" de la sociedad. Y lo mismo ocurre con los aspectos sociales. Una obra más aceptable es una obra mejor.

Esta conciencia será difícil de transmitir con carácter general, ya que la cultura hoy existente no la admite de forma plena, y no tiene tanto que ver con la formación en conceptos y en herramientas o técnicas. Sin embargo, la formación podría contribuir, sin duda, a un mejor conocimiento del entorno y las repercusiones de las actuaciones del ingeniero civil en el mismo, así como las técnicas para minimizarlas.

En lo que respecta al proceso de EIA, en particular, varias son las vías principales de relación con los Estudios de Impacto en el campo profesional de los/las ingenieros/as de caminos:

- a) Como proyectista de una actividad sometida a EIA.
- b) Como integrante de un equipo multidisciplinar que elabore un Estudio de Impacto Ambiental.
- c) Como técnico de la administración que ha de analizar los contenidos de Estudios de Impacto, bien perteneciente al Órgano Sustantivo o al Órgano Ambiental.

---

<sup>2</sup> Como mano ejecutora, en cuanto que asistencia técnica, del promotor, pero el que directamente interviene sobre el diseño

Estas serán las situaciones más habituales, por lo que parece conveniente que todos los ingenieros estén familiarizados con los conceptos y las herramientas utilizados en el proceso de EIA, así como con el propio proceso. De ese modo, serán capaces de integrar más fácilmente en sus proyectos las recomendaciones que se le hagan en relación con la minimización de impactos y la aceptación social de los mismos.

También les será útil el conocimiento de los impactos ambientales que provocan sus obras y las medidas correctoras más frecuentes, ya que ello les pondrá en situación sobre los nuevos aspectos que van a ser incorporados a los diseños de sus proyectos.

Es claro que para la integración de aspectos ambientales en el proyecto se necesita la colaboración de una serie de especialistas en aspectos concretos del medio ambiente: Biólogos, Geólogos, Sociólogos, Geógrafos, Arqueólogos, expertos en calidad del aire o del agua, etc. La visión de cada uno de ellos puede ser parcial, por lo que es necesaria una persona que, con una amplia visión del proyecto y sus posibles repercusiones, sea capaz de integrar trabajo y conocimientos en un conjunto coherente que dé respuesta a las exigencias que ha de cumplir un Estudio de Impacto Ambiental y la concreción de aspectos ambientales en un proyecto. Esa persona debe ser de formación generalista, no necesariamente especialista en ningún campo concreto, pero con formación suficiente, tanto sobre el proyecto y sus características como sobre el medio ambiente.

En un Estudio de Impacto Ambiental también el (la) ingeniero/a de caminos puede jugar un papel, que puede ser muy variado. Desde el del generalista que coordina el Estudio, aglutinando el trabajo de diversos profesionales, hasta el del especialista en una materia o aspecto concreto del medio.

El papel del generalista parece muy apropiado para el/la ingeniero/a que ha realizado, durante la carrera, la especialidad de Ordenación del Territorio y Urbanismo, o aquel que por su vida profesional ha adquirido conocimientos o experiencia suficiente en este campo. La formación recibida en la Escuela por los que realizan esta especialidad es suficientemente amplia y general como para abordar con posibilidades de éxito la integración de los diversos componentes que constituyen el Estudio de Impacto.

También pueden participar los ingenieros de caminos como especialistas en alguna parcela concreta del medio ambiente: ruido y vibración, contaminación del aire o del agua y comportamiento del terreno son aspectos típicos en los que se encuentran especialistas de esta profesión. Si el Estudio de Impacto abarca también aspectos territoriales pueden encontrarse especialistas en acción regional, transportes, áreas de influencia, sistemas urbanos, etc.

Estos especialistas necesitarán también algunos conocimientos sobre el proceso en que se van a ver implicados, pero, en especial, un conocimiento lo más exhaustivo posible de los procedimientos de detección y predicción de impactos. Hay que recordar que un impacto es una alteración del medio como consecuencia del proyecto, por ello, un buen conocimiento del medio es necesario, pero no suficiente, hay que conocer también el comportamiento de ese medio ante determinadas acciones.

Si pensamos en que ahora se les va a pedir, incluso, ir algo más allá, y pensar en la sostenibilidad de los proyectos, además, tendrán que conocer los aspectos sociales y los económicos de los mismos.

## 6. NECESIDADES DE FORMACIÓN

A la luz de las diferentes situaciones en las que se van a encontrar los ingenieros de caminos con respecto al proceso de integración de sus infraestructuras en el territorio y el cumplimiento de criterios de sostenibilidad, todos los ingenieros, independientemente de su especialidad, deberían recibir formación sobre:

- Conceptos básicos de sostenibilidad. Indicadores.
- El proceso de Evaluación de Impacto Ambiental. En este campo, sobre el proceso administrativo y la significación de cada una de las partes del mismo. Con especial referencia al alcance y contenido de los Estudios de Impacto Ambiental y al proceso de participación pública.
- Evaluación. Hay que diferenciar dos niveles de evaluación, uno de valoración (predicción) de impactos individuales y otro de comparación (evaluación) de alternativas. En ese contexto, es preciso diferenciar ambos niveles y analizarlos separadamente, proporcionando a estas personas la información necesaria sobre técnicas y métodos existentes en ambos. Distinguir entre los dos niveles de evaluación es importante, ya que el primero de ellos, de valoración de impactos individuales, es más propio del especialista, mientras el segundo, ligado a la comparación de alternativas, puede ser abordado desde otras perspectivas no especializadas, más generalistas, y relacionada con la toma de decisiones.
- Impactos relacionados con proyectos de obras públicas. De alguna manera, es necesario proporcionar unos conocimientos básicos sobre impactos derivados de diversos proyectos. El análisis de Estudios de Caso permitirá, de forma aplicada y, por tanto, más atractiva, la toma de contacto con casos concretos que generen la reflexión sobre los diversos impactos que pueden generarse como consecuencia de los proyectos y las dificultades de detección o previsión.
- Las medidas preventivas, correctoras y compensatorias asociadas a los proyectos de obras de ingeniería civil, tanto en aspectos físico-naturales como sociales.
- Las herramientas y procedimientos de participación pública, para procurar la aceptación social de los proyectos.
- Habilidades de negociación.

Además de los aspectos específicos relacionados con los impactos de sus actuaciones y su prevención o corrección, también es necesaria una cierta "cultura" sobre los sistemas físico-naturales y sociales y económicos. Es necesario conocer la terminología habitual en el análisis de los componentes del sistema territorial, porque será la utilizada en el proceso de EIA al que van a ser sometidos los proyectos (y los planes, a partir de la Ley 9/2006, transposición de la Directiva 2001/42/CE).

En el caso de los Ingenieros especialistas en Ordenación del Territorio, esta cultura es relativamente habitual, ya que se analiza el territorio como un sistema, un conjunto de componentes interrelacionados, pero en el caso de los que cursan otras especialidades, no se cuenta con ese conocimiento del análisis territorial que resulta útil para el análisis ambiental de sus actividades. Por ello, sería necesario completar su formación con conocimientos básicos sobre los componentes ambientales y sus indicadores de estado, características, atributos, calidad, fragilidad, etc. Entre otros, sobre los siguientes aspectos:

Clima	Paisaje
Geología, Geomorfología y Suelos	Demografía
Agua, superficiales y subterráneas	Economía
Fauna	Infraestructuras
Vegetación	Patrimonio Histórico-Artístico
Espacios naturales	Ruido y contaminación atmosférica

Hay que resaltar que algunos de estos aspectos, aunque con una perspectiva distinta, se abordan ya en la mayor parte de las escuelas de ingeniería, en asignaturas como Geología, Arte y Estética en la Ingeniería, Hidráulica e Hidrografía, Urbanismo o Economía. Sería necesaria un cambio de enfoque de esas asignaturas, con la inclusión de elementos algo diferentes de los tradicionales, más sociales y ambientales y menos cuantitativos y tecnológicos.

Existe una asignatura: Ingeniería Sanitaria y Ambiental, común para todos los alumnos, que recoge las enseñanzas de materias tan fundamentales como la calidad del agua y la gestión de los residuos. Por otra parte, hay otras de especialidad en algunas escuelas (ver Arce, 2004) que abordan algunos aspectos del medio ambiente.

Hay que resaltar, en cualquier caso, que la integración de estos nuevos aspectos relacionados con la sostenibilidad en la carrera no debería implicar ampliar los contenidos considerablemente, ya que no se trata de que los ingenieros de caminos adquieran unos conocimientos muy específicos de los componentes del sistema ambiental o social, propios de otros especialistas, sino que se familiaricen con la terminología y, con la perspectiva de que la sostenibilidad es un criterio más que hay que considerar en los proyectos, evitando, como antes se apuntaba, la confrontación entre la filosofía "ambiental" y los que se sienten atacados porque las consecuencias ambientales de los proyectos se sometan a discusión públicamente, cuestionando la viabilidad de los mismos.

Otro aspecto que sería conveniente incluir en la formación está relacionado con los elementos "sociales" que van a influir en la toma de decisiones sobre las infraestructuras. Así, por ejemplo, dado que en la discusión sobre la viabilidad de los proyectos de obra pública confluyen intereses enfrentados, también aspectos como negociación, herramientas de participación pública, etc. deberían ser incluidos entre los que serían útiles en la formación.

Estos aspectos se relacionan con la gestión. Mientras la carrera está bien planteada desde un punto de vista de formación en la técnica y en el aparato matemático que soporta el cálculo, faltan asignaturas más relacionadas con toma de decisiones, habilidades directivas y, en general, los conocimientos y herramientas necesarias para las tareas de gestión, así como un enfoque empresarial, muy escaso en la carrera.

En otro orden de cosas, hay que pensar que la protección del medio ambiente abre nuevas perspectivas de desarrollo de la profesión, y puede ser vista no como una restricción, sino como una oportunidad. Aparecen nuevas actividades, nuevas posibilidades ante las antiguas responsabilidades.

## **7. EL PROCESO DE CAMBIO COMO CONSECUENCIA DE LA DECLARACIÓN DE BOLONIA Y EL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR**

La Declaración de Bolonia (19 de junio de 1999) sienta las bases para la construcción de un “Espacio Europeo de Educación Superior”, organizado conforme a ciertos principios: (calidad, movilidad, diversidad, competitividad) y orientado hacia la consecución de dos objetivos estratégicos: el incremento del empleo en la Unión Europea y la conversión del Sistema Europeo de Formación Superior en un polo de atracción para estudiantes y profesores de otras partes del mundo.

Plantea los siguientes objetivos:

1. Un Sistema de titulaciones fácilmente comprensibles y comparables: El Suplemento Europeo al título.
2. Un Sistema basado en dos ciclos fundamentales: Ciclo de cualificación profesional y Ciclo de máster y doctorado.
3. Establecimiento de un sistema de créditos como el ECTS.<sup>3</sup>
4. Promoción de la movilidad de estudiantes y profesores.
5. Cooperación europea para una garantía de calidad.
6. Promoción de la dimensión europea de la educación superior: cooperación interinstitucional, planes de movilidad y programas integrados de educación e investigación.

Y establece un plazo hasta 2010 para la realización del Espacio Europeo de Enseñanza Superior, con fases de realización, cada una de las cuales termina mediante la correspondiente Conferencia Ministerial.

Por su parte, la cuarta Conferencia Ministerial que tuvo lugar en mayo de 2005 en Bergen (Noruega) reuniendo a los responsables de 45 países europeos que habían firmado el Comunicado de Bergen, subrayaba los avances conseguidos hasta el momento:

1. Habla de una Educación y formación a lo largo de la vida.
2. Una participación activa de los estudiantes.
3. De hacer atractivo el espacio europeo de enseñanza superior mediante la calidad de la enseñanza y la investigación, la variedad de instituciones y programas y la cooperación en educación transnacional.

Uno de los puntos en los que se ha hecho mayor hincapié es en la necesidad de un mayor vínculo entre la Universidad, la investigación y la innovación.

La enseñanza universitaria no responde a un único modelo ni a una única función formativa. En la historia de las distintas titulaciones convergen procedencias y tradiciones diferentes; unas responden a un enfoque profesional desde su origen como es el caso de las ingenierías, administración de empresas en algunas universidades, enfermería, etc. Otro grupo de titulaciones, como filosofía, humanidades, han evolucionado a partir de una tradición en la cual la formación y la reflexión es el principal objetivo, la función prioritaria en este caso ha sido desarrollar el pensamiento y contribuir a la formación social aportando reflexiones que orienten el enfoque y las soluciones que se dan a los problemas de

---

<sup>3</sup> Real Decreto 1125/2003 del MECD por el que se establece el sistema europeo de créditos y el sistema de calificaciones en las titulaciones universitarias de carácter oficial y validez en todo el territorio nacional (BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2003).

convivencia, a los avances sociales y culturales, iluminando éticamente los planteamiento, etc. Por último, la tradición de otras titulaciones, las ciencias básicas por ejemplo, ha ido más netamente dirigida a la investigación.

Son muchas las voces de nuestro entorno que abogan por enfocar la convergencia europea como una oportunidad de mejora para la formación universitaria. Lógicamente, cada Universidad que asume participar activamente en la creación del Espacio Europeo de Educación Superior, y aprovechar esta oportunidad para mejorar los procesos de aprendizaje de su alumnado, está llamada a desarrollar un plan de innovación que oriente hacia la convergencia.

En organizaciones grandes y complejas como es el caso de la universitaria, es difícil la aplicación de los cambios por parte de todos los implicados. La energía y la inversión de recursos que tal reto supone puede dificultar su viabilidad.

En síntesis el plan de convergencia pide a las universidades:

- La definición de perfiles profesionales y resultados académicos deseables en las diferentes titulaciones a través de competencias específicas; diseño de proyectos formativos adecuados para el desarrollo de los perfiles;
- La definición de competencias genéricas comunes a todas las titulaciones universitarias, las cuales forman parte del bagaje formativo de este nivel;
- El diseño y programación de los currículos tomando como referencia el trabajo del alumno (crédito europeo o ECTS).
- La elaboración de diseños metodológicos que favorezcan procesos formativos centrados en el aprendizaje activo del estudiante; y propuestas que garanticen la calidad de los procesos y de los resultados del aprendizaje en cada titulación.

Poco se ha avanzado en algunas escuelas en la adaptación o, siquiera, en el debate sobre en qué aspectos habrá que centrar los cambios, y el tiempo va pasando inexorablemente.

## **8. RESUMEN Y CONCLUSIONES**

Cabe decir, a modo de conclusión, que se requiere un cambio de cultura en la carrera actual de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos que pase por un reforzamiento de los temas y enfoques de gestión, por un lado, y medioambientales, por otro, mejorando el "prestigio" de esos aspectos de la profesión, algo disminuidos respecto a los temas tradicionales de la carrera.

Se requiere, asimismo, un esfuerzo de rediseño de la carrera, para adaptarse a las nuevas exigencias del Espacio Europeo de Educación Superior, que no debe sino redundar en abrir posibilidades y caminos a los nuevos titulados.

Ese esfuerzo, además, debe recibir sugerencias y aportaciones del mayor número de personas posible, no sólo de unos pocos "iniciados" que se hallen en el centro del proceso.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- AGUILAR FERNÁNDEZ, S. (1997). *El reto del medio ambiente. Conflictos e intereses en la política medioambiental europea*. Alianza Universidad. Madrid
- ARCE RUIZ, R. (2002) “La enseñanza del medio ambiente en las Escuelas de Ingeniería Civil”. *I Congreso Nacional sobre Ingeniería, Territorio y Medio Ambiente*. Madrid, febrero 2002
- ARCE RUIZ, R. (2004) “El medio ambiente y la sostenibilidad en las escuelas de ingeniería civil”. *Encuentro Internacional de Enseñanza en Ingeniería Civil*. Ciudad Real, 28-29 de septiembre de 2003