Ciencia e Ingeniería Forenses: Una Necesidad Social y Una Salida Profesional

Josep Costa

Abstracto—Ingeniería forense es la actividad profesional que trata por un lado de resolver problemas de ciencia o ingeniería -consecuencia de fallos técnicos o accidentes- que pueden tener ramificaciones legales y por otro de contribuir a que estos no se vuelvan a producir. La determinación de la naturaleza y causa de una explosión, el posible impacto ambiental de un vertido o problemas con la puesta en marcha de instalaciones compradas llaves en mano son ejemplos de las cuestiones a resolver. Se trata normalmente de temas multidisciplinares con que el técnico forense debe estar familiarizado con el objetivo de diagnosticar correctamente el problema a resolver. Asimismo, es importante que el informe final a redactar y presentar sea totalmente asequible a profesionales no técnicos como jueces, fiscales, abogados, tasadores económicos de seguros, etc. En el artículo se comentarán las salidas profesionales así como varios casos resueltos por el autor por ejemplo el caso del incendio del Gran Teatro del Liceo el 31 de enero de 1994.

Palabras clave: Ingeniería forense

I. INTRODUCCIÓN

LA Ciencia y la Ingeniería Forenses tratan por un lado de resolver problemas de ciencia o ingeniería -consecuencia de un incidente voluntario o involuntario- que pueden tener ramificaciones legales, y por otro de contribuir a que éstos no se vuelvan a producir.

Todo ello repercute sin duda en el progreso del conocimiento científico y técnico

En el caso de las Ciencias Químicas e Ingeniería Química Forenses, la determinación de la naturaleza y causa de una explosión, el posible impacto ambiental de un vertido o emisión, problemas con la puesta en marcha de instalaciones compradas llaves en mano o la falsificación de un cheque bancario son ejemplos de las cuestiones a resolver. Evidentemente, se trata normalmente de temas multidisciplinarios en los que el técnico forense habrá de estar familiarizado con objeto de diagnosticar correctamente el problema a resolver.

Asimismo, es importante que el informe final o dictamen a redactar y presentar sea totalmente asequible a profesionales no técnicos como jueces, fiscales, abogados, tasadores económicos de seguros, etc.

La sociedad en general e incluso muchos ingenieros piensan que la Ingeniería es una disciplina exacta o “dura”, es decir que realiza cálculos y encuentra soluciones con gran precisión. Asimismo, las Ciencias Experimentales –Química y/o Física- se consideran también ciencias exactas o “duras”, al utilizar con frecuencia un lenguaje matemático, es decir de ciencias exactas. Ahora bien, cuando a estas disciplinas se les adjudica el adjetivo de Forenses dejan normalmente de ser “duras” y adquieren el carácter de “blandas”. Ello es consecuencia de que el experto forense (en España: perito; en inglés: *expert witness*) no dispone habitualmente de todos los datos necesarios para emitir un dictamen exacto o “duro”, es decir pueden existir –a falta de información- diversas soluciones o interpretaciones “blandas” –en el sentido de no exactas- y por lo tanto presentarse notables discrepancias de opinión entre peritos forenses.

Es conveniente recordar también en este apartado las definiciones que la Real Academia de la Lengua Española recoge para Criminología y Criminalística:

- Criminología.

(Del lat. crimen, -ĭnis, crimen, y -logía).

Ciencia social que estudia las causas y circunstancias de los distintos delitos, la personalidad de los delincuentes y el tratamiento adecuado para su represión.

- Criminalística.

(Del al. Kriminalistik).

Estudio de los indicios de un hecho criminal con el fin de determinar todos los datos posibles relativos a la víctima o a las circunstancias del crimen.

En resumen, se podría decir que la Criminología es "Crimen y Sociología, Antropología y Derecho" y la Criminalística es "Crimen y Ciencia y Tecnología".

II. SITUACIÓN DE LA CIENCIA E INGENIERÍA FORENSES EN EL MUNDO

En algunas universidades extranjeras sí que existen diferentes ciclos formativos (Estados Unidos, Canadá, Reino Unido, Alemana, Suiza, Polonia, Australia,…) que otorgan titulaciones –normalmente de segundo ciclo- de experto en Ciencia e Ingeniería Forenses.

En España existen desde hace tiempo bien estructurados los estudios universitarios de Medicina Forense, alguna asignatura suelta en alguna titulación – por ejemplo: en las titulaciones de Criminología, Farmacia, etc.-, pero no han existido disciplinas de Ciencia e Ingeniería Forenses que conduzcan a una titulación de Experto en dicha materia. Ahora, con las nuevas titulaciones siguiendo las directrices de Bolonia, se empieza en alguna Universidad a plantear una titulación de segundo ciclo. Por ejemplo, la Universidad Literaria de Valencia propone un Master Universitario de Química Forense.

III. SITUACIÓN DE LA CIENCIA E INGENIERÍA FORENSES EN LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA

Con objeto de paliar este hecho de falta de estudios de Ciencia e Ingeniería Forenses en la Universidad española, se constituyó un Grupo de Innovación Docente (GID) en la Universidad de Barcelona:

Nombre: Ciencia e Ingeniería Forenses
Responsable: Prof. Dr. José Costa López
jcosta@ub.edu
jcostalopez@gmail.com
Código: 2003GID-UB/13

Los objetivos principales de este Grupo de Innovación Docente eran:

A largo plazo:

- Estructurar adecuadamente los estudios en la Universidad ya que actualmente se limitan principalmente a Medicina, Farmacia, Criminología, etc. pero no existe la titulación de Licenciado o Master Universitario en Ciencia e Ingeniería Forenses

A corto plazo:

- Proporcionar al estudiante de nuestra Universidad la formación e información en esta materia para ampliar sus posibilidades profesionales.

- Realizar investigaciones en este campo. En la actualidad se llevan realizadas diversas tesis doctorales y publicaciones principalmente en el área de las explosiones y combustiones así como en temas ambientales.
- Efectuar dictámenes a requerimiento de la Sociedad. Esta labor profesional proporciona, además del servicio prestado, un material excelente para la docencia -estudio de casos- e investigación. En la actualidad se llevan realizados unos 200 dictámenes.

Actualmente se ha consolidado el GID inicial mencionado con la creación -mediante convenio entre la UB, la Fundación privada P. Mir y el ICOQC (Ilustre Colegio Oficial de Químicos de Cataluña)- de una Cátedra UB "Rector F. Buscarons Ubeda", -"Química e Ingeniería Química Forenses"- cuyo Director es el Prof. Dr. Joan Llorens Llacuna, Catedrático de Ingeniería Química,

En la actividad docente de dicha Cátedra se imparte un curso optativo abierto titulado Ciencia e Ingeniería Forenses, equivalente a tres créditos ECTS, que se imparte en ambos semestres del curso y que a los alumnos que lo superen se les otorga un Diploma profesional acreditativo. Ver horarios en información docente de la Facultad. Se está preparando este curso en versión no presencial.

Asimismo se imparte una asignatura optativa con el nombre de Ingeniería Ambiental Forense en el Master Universitario de Ingeniería Ambiental de esta Universidad de Barcelona que se puede localizar en el campus virtual de la UB y donde los alumnos matriculados pueden encontrar el material didáctico correspondiente.

IV. LA ORGANIZACIÓN DE LA CONVIVENCIA Y EL SISTEMA PROCESAL ESPAÑOL. DEL DICTAMEN PERICIAL (LEY DE ENJUICIAMIENTO CIVIL). CÓDIGO DE BUENAS PRÁCTICAS

A. La organización de la convivencia y el sistema procesal

Los modelos de organización de la convivencia social son muchos y la historia nos relata las distintas vicisitudes vividas por nuestros antepasados en la organización de la convivencia social. El modelo actual en el estado español se encuentra resumido y compilado en una norma fundamental: la Constitución de 1978.

En dicha Constitución se encuentran redactados los valores (derechos y deberes fundamentales) de los ciudadanos y constituyen el fundamento del orden político y de la paz social. Para garantizar dichos valores se ha acordado una estructura constituida por:

- Jefatura del Estado (Corona),
- Cortes generales (sistema bicameral: Congreso y Senado) o Poder Legislativo,
- Gobierno y Administración o Poder Ejecutivo,
- Tribunales de Justicia o Poder Judicial

Esta estructura garantiza al ciudadano un sistema procesal para la defensa de sus valores pudiendo ejercer una acción ante la jurisdicción correspondiente (civil, penal, contenciosos-administrativo, social), ya que dispone de una infraestructura de tribunales de Justicia, y un instrumento –el juicio- para obtener una sentencia que a su vez "crea" derecho.

Las principales fuentes normativas del Derecho Procesal son:

- la Constitución,
- la Ley Orgánica del Poder Judicial y la Ley de Demarcación y Planta Judicial que tratan de la organización de las Tribunales de Justicia,
- las cuatro leyes procesales que regulan los juicios, a saber Ley de Enjuiciamiento Civil, Ley de Enjuiciamiento Criminal. Ley de la Jurisdicción Contencioso-Administrativa, y Ley de Procedimiento Laboral,
- así como los Tratados Internacionales.

B. Los Tribunales de Justicia

En la página web www.iAbogados.com se puede encontrar más o menos textualmente -en relación al Sistema Procesal Español- un excelente resumen de la infraestructura judicial:

La organización judicial en España es bastante compleja. El Estado está organizado territorialmente a efectos judiciales en municipios, partidos, provincias y Comunidades Autónomas. Sobre ellos ejercen sus funciones los Juzgados de Primera Instancia e Instrucción, de lo Penal, de lo Contencioso-Administrativo, de lo Social, de Vigilancia Penitenciaria y de Menores, las Audiencias Provinciales y los Tribunales Superiores de Justicia.

Por su parte, la Audiencia Nacional y el Tribunal Supremo ejercen sus competencias en todo el territorio español.

El municipio, la provincia, y la Comunidad Autónoma coinciden territorialmente con las unidades administrativas del mismo nombre, mientras que los partidos judiciales pueden estar formados por más de un municipio dentro de la misma provincia, siempre que éstos sean limítrofes.

En la página web citada se detallan los tipos de Juzgados y Tribunales que integran el sistema judicial español así como las competencias de cada uno de ellos.

C. La prueba pericial

En la legislación española se contempla la prueba pericial en todas las jurisdicciones (civil, penal, contencioso-administrativo y laboral) y por tanto viene descrita en las diversas Leyes procesales siendo, quizás, en la Ley de Enjuiciamiento Civil donde se le dedica mayor extensión. Véase Libro II, Título I, Capítulo VI, Sección 5ª. Del dictamen de peritos.

D. Las responsabilidades administrativa, penal y civil

Es interesante conocer las características del tipo de responsabilidades en que se puede incurrir que son: administrativa, penal y civil.

La finalidad y por el orden citado es la de castigar (carácter punitivo) las dos primeras y la reparar un daño (carácter reparador) la tercera. Se responde pues respectivamente de una infracción administrativa, de un delito o falta, y de un daño.

En el caso de la responsabilidad administrativa y civil responde la persona física y/o jurídica que resulte responsable pero en el caso de la responsabilidad penal responde la persona física (autora efectiva de los hechos).

¿Cabe responder por el hecho ajeno? Sí en los casos administrativo y civil. No en el caso penal.

Los tipos de sanciones son: Responsabilidad administrativa (Multas, Medidas correctoras, Cierre de las instalaciones Temporal/Definitiva, Total/Parcial), Responsabilidad penal (Privación de libertad, Multa, Complementarias) y para la Responsabilidad Civil (1.- Restituir las cosas a su estado original, 2.- Reparación, 3.- Indemnización en el caso de que no sea posible restituir o reparar)

La autoridad que impone las sanciones es la Administrativa (Estatal, Autonómica o Local) en la responsabilidad administrativa, un Juez Penal o la Audiencia Provincial en la responsabilidad penal y un Juez de 1ª Instancia Civil, la Audiencia Provincial o el Tribunal Supremo en la responsabilidad civil.

E. El Juicio

Las grandes fases de un juicio son: la instrucción, el juicio oral y la ejecución.

El desarrollo del juicio oral consiste en la constatación de las pruebas documentales, el interrogatorio del procesado(s), las pruebas testificales, las pruebas periciales y los escritos finales de acusación y defensa.

F. Código de Buenas Prácticas

Diversas sociedades americanas entre las que se encuentra la NAFE (National Academy of Forensic Engineers), han aprobado un código de buenas prácticas relativas a la actuación de los profesionales

dedicados a la Ciencia e Ingeniería Forenses, conocidos en España como peritos. Las principales reglas deontológicas son:

1. El perito tendrá que evitar conflictos de intereses así como la aparición de los mismos
2. El perito deberá aceptar un caso sólo cuando este cualificado para hacerlo y tendrá que contar con otros grupos de profesionales calificados para asistirlo en materias que estén más allá de su conocimiento
3. El perito tendrá que considerar las opiniones de otros profesionales relativas a los principios asociados con la materia del caso
4. El perito tendrá que obtener información disponible relativa a los hechos en cuestión para minimizar la dependencia de hipótesis y tendrá que estar preparado para explicar cualquier suposición al jurado
5. El perito tendrá que evaluar explicaciones razonables de causas y efectos
6. El perito tendrá que procurar asegurar la integridad de los tests y de las investigaciones realizadas como parte de sus servicios
7. El perito tendrá que testificar sobre el estado del arte en su profesión en el momento de los hechos
8. El perito tendrá que utilizar sólo aquellos procedimientos o presentaciones que simplifiquen o clarifiquen la cuestión
9. El perito tendrá que mantener la custodia y control sobre cualquier material que le haya sido confiado
10. El perito tendrá que respetar la confidencialidad sobre su trabajo
11. El perito tendrá que rechazar o concluir su intervención en el caso cuando los honorarios sean utilizados como un intento de comprometer su decisión en calidad de experto
12. El perito tendrá que rechazar o concluir su intervención en el caso cuando no se le permita desarrollar el trabajo que cree necesario para llegar a una conclusión con un grado razonable de certeza
13. El perito tendrá que procurar mantener una conducta profesional y ser imparcial en todo momento

V. APTITUDES, RESPONSABILIDADES Y OPORTUNIDADES DEL EXPERTO EN CIENCIA E INGENIERÍA FORENSES

A. Aptitudes

El titulado en Ciencia e Ingeniería Forenses debe, entre otras características, reunir pues las siguientes aptitudes:

1. Competencia. (Ha de tener en cuenta que se trata de una ciencia “blanda” y pueden haber discrepancias en las interpretaciones de los expertos). Asimismo, deberá tener en cuenta que el tema puede ser multidisciplinar.
2. Ética profesional. (El experto se debe a su “cliente”). Asimismo, deberá cumplir los requisitos que la ley exige respecto a neutralidad: no tener parentesco, etc. y también estar colegiado. Ante cualquier duda, deberá informar a “su” abogado (acusador o defensor) o, en su caso, al fiscal o al juez/ces.
3. Conocimiento de los procedimientos legales. El experto debe tener un conocimiento operativo del sistema procesal correspondiente (estatal, autonómico,...) así como del vocabulario relacionado.
4. Habilidad de comunicación escrita (dictamen) y expresión oral de cuestiones científicas o técnicas en lenguaje asequible para el resto de profesionales implicados en estos temas forenses, principalmente juristas. En esta línea, deberá dar “clase particular” a “su” abogado (acusador o

defensor) o, en su caso, al fiscal o al juez/ces. En consecuencia, habilidad en general de "profesor" de los hechos no de "juzgador" de los mismos.

5. Habilidad de detective para estudiar los documentos, testimonios y pruebas o para proponer o realizar nuevas pruebas.
6. Habilidad para defender su dictamen en el correspondiente juicio oral. No caer en las posibles provocaciones lógicas del "adversario" (intento de desprestigio, indicación de "errores" en el dictamen, etc.). Habilidad también en el posible "careo" con los otros expertos.
7. Habilidad para trabajar en equipo sobre todo en temas multidisciplinares
8. Otras habilidades. Las fotográficas son normalmente muy útiles. Es importante también familiarizarse con los campos de la psicología y la sociología. Podría necesitarse acudir a especialistas para mejorar en aspectos de imagen y de rendimiento profesional.

Por otro lado, el presidente fundacional de la NAFE (National Association of Forensic Engineers of USA) estableció en dicho acto que las aptitudes necesarias que debe como mínimo reunir el experto para la práctica de la Ciencia e Ingeniería Forenses son principalmente:" Integridad, competencia y trabajo duro…".

Esta afirmación resume de una manera brillante las aptitudes mencionadas más arriba y se recomienda como la guía inicial para cualquier cliente litigante o en su caso abogado correspondiente que desea contratar a un experto forense y analiza sus aptitudes.

B. Responsabilidades del Experto Forense

Las responsabilidades legales del experto forense son las de cualquier ciudadano si en la emisión y defensa de su dictamen comete infracciones administrativas (responsabilidad administrativa), faltas o delitos penales (responsabilidad penal) o causa algún daño (responsabilidad civil).

Asimismo, debe atenerse al Código Deontológico de su Colegio profesional y en su caso podría ser sancionado por dicho Colegio independientemente de si hay o no alguna acusación en los tribunales de justicia contra su actuación pericial.

C. Oportunidades profesionales de los Técnicos Forenses

Los técnicos forenses pueden encontrar oportunidades profesionales en:

- Departamentos de la Administración (Estatal, Autonómica, etc.)
- Departamentos de Policía (Policía cientifica, SEPRONA, etc.)
- Entidades de Administración de la Justicia (Estatal, Autonómica, etc.): Instituto Nacional de Toxicología, etc.
- Consultorías (independientes o no) trabajando para Compañías de Seguros, Bufetes de abogados, etc.
- Universidades (principalmente docencia de segundo y tercer ciclo, investigación y trabajo profesional).

VI. ENCARGO PROFESIONAL TÍPICO

En la figura se muestra el esquema de un encargo típico (Fig. 1).

El cliente –persona física, jurídica o su abogado- ante un incidente solicita los servicios de un experto forense.

El experto forense visita la escena del incidente y realiza fotografías, videos, esquemas y recoge pruebas. A continuación, el experto estudiando e investigando el incidente determina la causa y redacta un primer informe.

En ese momento el encargo puede finalizar o bien el abogado del cliente recoge otros informes –periciales, declaraciones, etc.-, se los entrega al experto forense quien realiza un nuevo informe que sirve para decidir si se finaliza el encargo o el abogado procede a litigar.

El experto forense –en el caso de litigación- tendrá que asistir al correspondiente acto jurídico procesal para ratificar su informe y contestar a posibles peticiones pertinentes de aclaraciones al mismo.

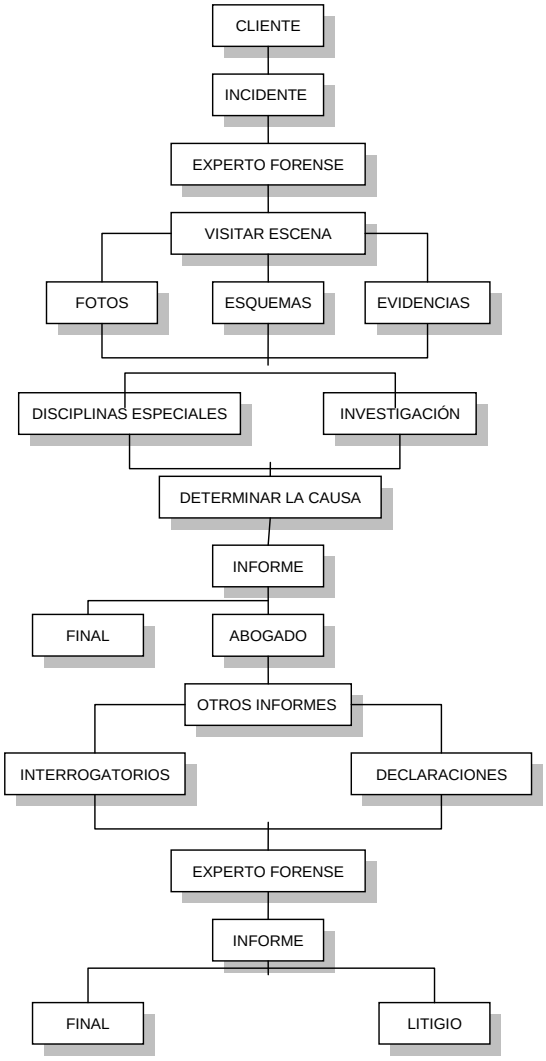

Fig. 1 Diagrama de flujo de un encargo forense

VII. METODOLOGÍA

Al comienzo de un caso, los hechos y las evidencias disponibles son como piezas de un rompecabezas esparcidas por el suelo: una aquí, otra allá y quizás alguna que misteriosamente se ha deslizado debajo de un mueble… Al principio, se recogen todas las piezas, se observan y se colocan sobre una superficie. A continuación, cada pieza se va intentando ajustar a alguna de las otras piezas hasta que algunas empiezan a encajarse correctamente. En ese momento, empieza a vislumbrarse una parte de la figura o cuadro que representan. Eventualmente, cuando todas las piezas se han colocado correctamente, se ha resuelto el rompecabezas y se puede contemplar el cuadro completo.

Es por esta razón que la investigación y el análisis científicos de un accidente, de un crimen, de un suceso catastrófico, o de un fallo se pueden estructurar de forma piramidal. Debería haber una

gran cantidad de hechos y evidencias verificables en la parte inferior de la pirámide. Estos hechos y evidencias constituirían entonces la base sobre la que se sustenta el análisis de los mismos de acuerdo con los principios científicos aplicables. Los hechos y el análisis -considerados juntos- soportan un pequeño número de conclusiones que forman la cúspide de la pirámide.

Las conclusiones se deberían basar directamente en los hechos y su análisis, y no en otras conclusiones o hipótesis. Si los hechos se analizan lógica y sistemáticamente, las conclusiones deberían ser casi evidentes. Las conclusiones basadas en otras conclusiones o hipótesis, que a su vez se basan solo en unos pocos hechos y principios muy generalizados, son una fuente de errores. Cuando un punto es erróneo, la construcción lógica colapsa.

Como regla general, un accidente o fallo no es el resultado de una única causa. Es normalmente la combinación de varias causas que actúan concertadas, es decir, al mismo tiempo o secuencialmente, una detrás de la otra en cadena.

Un ejemplo de causas que actúan secuencialmente puede ser una explosión de gas.

- Una cantidad de gas acumulado en un local explotó debido a un punto de ignición
- El gas acumulado era debido a una fuga procedente de una tubería corroída
- El tubo estaba corroído debido a un escaso programa de mantenimiento
- Este mantenimiento pobre era consecuencia de una mala planificación gerencial que había dado una mayor prioridad a otros temas

Un ejemplo de causas que actúan simultáneamente puede ser el siguiente accidente de automóvil.

- Los dos conductores realizaron simultáneamente acciones peligrosas. El conductor A está parado en un semáforo preparado para girar a la izquierda en cuanto la luz se lo permita pero no indica dicha intención con el intermitente correspondiente. Al final de la luz roja, inicia la maniobra sin esperar que el semáforo esté en verde pensando ganar tiempo. Procedente de la dirección opuesta, el conductor B decide pasar en ámbar sin detenerse en el semáforo. Los dos coches colisionan en el cruce.
- El conductor A está además bebido y da positivo en la correspondiente prueba de alcoholemia
- El conductor B estaba conduciendo sin llevar las gafas que le son obligatorias al volante
- Los frenos del coche del conductor B estaban en mal estado

Los accidentes o fallos pueden pues deberse a una serie de causas secuenciales o no, o incluso a una combinación de conjunción de causas y de secuencia de algunas de ellas.

Entre las pruebas documentales que el experto forense deberá tener en cuenta en su análisis metodológico están las declaraciones de los testigos que deberá escrutar y evaluar cuidadosamente. Algunas veces los testigos forman su propia opinión de lo que ha ocurrido y puede ser bastante laborioso para el experto forense separar las observaciones factuales de las hipótesis o supuestos personales. Ello puede resultar todavía más complicado si los testigos no son imparciales (parientes, amigos o incluso enemigos de las personas implicadas en los hechos).

El experto forense debe también tener en cuenta al analizar las declaraciones de los testigos, la influencia en las mismas de su profesión, condición social o educación, etc. Un mismo hecho –el sonido producido por una explosión de gas- se puede describir e interpretar de diversas maneras: “explosión de una bomba”, “sonido producido por un avión supersónico en el momento de superar la velocidad del sonido”, “sonido debido al disparo de una cañón”, etc. Por ello, los testigos oculares de un mismo suceso pueden a veces diferir en los hechos descritos.

Además, el grado de sugestión de los testigos en respuesta a las cuestiones es también un factor importante a tener en cuenta. Es importante realizar su interrogatorio antes de que puedan

"contaminarse" al hablar con otras personas. Asimismo, el experto deberá comprobar que las respuestas del testigo no han sido "inducidas" por las preguntas del interrogador.

Manteniendo siempre su condición de pirámide de investigación existen diversas metodologías de investigación de accidentes (acrónimos: STEP, MORT,…) pero sin duda, para la interpretación de los hechos y extracción de las conclusiones finales el llamado método científico es la mejor metodología siempre y cuando se está en condiciones de poder aplicarla ya que en bastantes ocasiones es imposible la comprobación experimental de las hipótesis formuladas.

Se considera al monje franciscano inglés del siglo XIII -Francis Bacon- el creador del método científico moderno. No hay que señalar que se adelantó a su tiempo y fue encarcelado en dos ocasiones por sus escritos que contravenían las creencias religiosas de la época no proclives a su comprobación experimental.

Por su importancia se resumen a continuación las etapas del método científico aplicado a la ciencia e ingeniería forenses:

1.- Determinar la naturaleza del problema (¿Quién cometió un crimen y cómo?)

2.- Recoger y analizar todos los datos relevantes (Considerar todas las pruebas físicas, las declaraciones de los testigos, la coartada, etc.)

3.- Formar una conjetura lógica, llamada una hipótesis, respecto a lo que sucedió. (El mayordomo lo hizo en la biblioteca con un candelabro)

4.- Analizar la hipótesis. (Analizar la coartada, reconstruir la escena del crimen, considerar los horarios, etc.)

5.- Si la hipótesis soporta la prueba, se ha terminado. Si no, se vuelve al paso dos.

Una idea equivocada común es que sólo los científicos del laboratorio usan el método científico cuando, en verdad, mucha gente, desde mecánicos hasta doctores en medicina, normalmente lo usan. Probablemente cualquiera puede incluso recordar un problema que ha resuelto durante su vida usando el método científico.

VIII. REDACCIÓN Y FORMATO DEL DICTAMEN

Pueden presentarse dos situaciones de encargo:

1. El dictamen consiste en responder por escrito a una serie de preguntas que ha preparado la persona que requiere el dictamen y que normalmente suelen tener la forma de: "Diga ser cierto si...". La contestación sería: "Sí, es cierto. ..." o bien "No, no es cierto. ..."

2. La solicitud del dictamen plantea unos objetivos generales sin preguntas concretas. En este caso ayuda enormemente plantearse las preguntas que mencionaba el escritor Rudyard Kipling en su obra "The Elephant's Child" como los seis "servidores" honestos. Sus "nombres": "What and Why and When – And How and Where and Who" es decir Qué y Por qué y Cuando - y Cómo y Dónde y Quién. Las preguntas específicas para el experto forense son Cómo y Por qué. La información correspondiente a las otras preguntas se le proporciona normalmente al plantearle el correspondiente caso.

El dictamen debería constar de las siguientes partes secuenciales utilizadas ya la mayor parte en las argumentaciones del Senado Romano:

- OBJETIVO
- Antecedentes y Metodología
- Resultados y Evidencias
- Análisis de los hechos y Discusión
- CONCLUSIONES
- FIRMA PROFESIONAL
- Notas
- Recomendaciones

- ANEXOS (Fotografías, Documentos originales aportados, Cálculos, Bibliografía consultada, etc.)

Estos apartados se comentarán más adelante.

De todas maneras, el formato del dictamen es en general LIBRE y podría ser también un relato correlativo de las tareas realizadas por el experto forense desde el momento del encargo hasta su finalización. A este respecto, ayuda a su redacción el preguntarse ¿Por qué se está escribiendo?, ¿Qué se desea transmitir al receptor? Asimismo, ¿Quién lo leerá completo?, y ¿Quién leerá partes seleccionadas?

Algunos expertos indican la conveniencia de ir redactando un documento resumen (no un diario) que se va modificando hasta darle la forma definitiva (por ejemplo un documento de ordenador que se va cambiando y archivando) y señalan hasta seis razones para hacerlo:

- Para informar.
- Para instruir.
- Para influenciar
- Para controlar
- Para criticar
- Para registrar

La observancia de alguna (o muchas de las seis) razones para escribir el documento determinará a priori el uso que los receptores harán del mismo, lo que a su vez establecerá su longevidad, su vida útil en el mundo profesional.

En todos los casos es recomendable "huir" del lenguaje excesivamente técnico y de los cálculos detallados. Estos últimos, en su caso, deberían formar parte de los Anexos.

IX. ORGANIZACIONES INTERNACIONALES Y ESPAÑOLAS FORENSES. COLEGIOS PROFESIONALES EN ESPAÑA. EL MERCADO LABORAL. EL JEFE Y LAS PILAS DEL JEFE

A nivel institucional existen en el mundo diferentes asociaciones científicas y/o tecnológicas orientadas a la defensa de los intereses de los expertos forenses. Por ejemplo, se ha citado antes con motivo del Código de Buenas Prácticas la *National Academy of Forensic Engineers* (Estados Unidos)

En nuestro país, ese papel le corresponde por ley a los Colegios profesionales: Médicos, Arquitectos, Químicos, etc. Efectivamente, en el mes de enero cada Colegio debe enviar a los Juzgados Centrales de cada Autonomía el listado de colegiados que están dispuestos a intervenir en estos litigios forenses. De esta lista, se insacula el correspondiente perito judicial a petición de la(s) parte(s) implicada(s) o bien una de las partes elige y contrata un perito de parte.

No obstante, se pueden localizar también en nuestro país algunas asociaciones de peritos –entidades de carácter no colegiado- que defienden los intereses de sus asociados en el campo de las actividades forenses. Por ejemplo, en Cataluña existe una *Associació de Périts Judicials i Forenses de Catalunya*.

No es difícil localizar la legislación vigente relativa a los Colegios así como a las atribuciones profesionales de la profesión regulada correspondiente. Así, se pueden consultar las páginas web de los Colegios profesionales correspondientes donde se puede localizar dicha información. En el caso del ICOQC (*Il.lustre Col.legi Oficial de Catalunya*) la dirección de la página web es: www.quimics.cat

En cuanto al mercado laboral los expertos lo afirman cada vez más: no está en crisis sino en mutación. Los modelos de organización del trabajo heredados de Ford y Taylor desaparecen a causa de la evolución tecnológica y de la mundialización de la economía. No se trabajará más mañana como hoy, no se trabaja ya hoy como ayer.

Las características del trabajo hoy, y más todavía mañana, son cada vez más visibles. Todo se articula alrededor de algunas palabras clave:

- Flexibilidad: Los contratos de muy larga duración a tiempo completo dejarán de ser la norma.

- Movilidad: Se cambiará con más frecuencia de lugar de trabajo, de tareas, de empresa o de región.
- Adaptabilidad: La movilidad no habrá de implicar una pérdida de productividad.
- Polivalencia: Las fronteras entre "oficios" son ya actualmente difusas.
- Formación: Inicial y MÁS QUE NUNCA continuada.

Sin duda veremos aparecer otros modos de vida, de mentalidades y de valores sociales. En este paisaje que se va redibujando cada uno, sea cual sea su situación -asalariado, joven o solicitante del primer empleo, o en paro-, habrá de esforzarse primero en definir un proyecto de futuro a fin de que:

- Para los asalariados limitar los riesgos de pasar al paro y prepararse para la movilidad interna o externa.
- Para los jóvenes o solicitantes del primer empleo facilitar la inserción en las empresas y aumentar la capacidad de evolución ulterior.
- Para los parados encontrar de nuevo un trabajo lo más rápido posible y en las mejores condiciones posibles.

En noviembre de 2012 se ha publicado en la prensa un artículo donde se dan diez claves para conseguir una carrera profesional exitosa y que prácticamente coinciden con los cinco indicados anteriormente con algún matiz ampliatorio:

"En la actual situación de crisis no es raro que muchos trabajadores se sientan confusos o no sepan cómo dar valor añadido a su tarea. Marina Vilageliu, directora de Selección de Adecco, Mariu Àngels Valls, profesora del Instituto de Estudios Laborales de Esade y Alejandro Martín, director de ventas y profesor de ESIC en Barcelona nos facilitan algunas de las claves para tener éxito en una carrera profesional.

1. Actitud colaboradora y emprendedora: La experiencia sigue siendo esencial pero ahora hacen falta actitudes de colaboración y emprendimiento. "Hay que ser capaz de innovar, no ser victimista", afirma Vilageliú. Matiza Valls que hay que potenciar "la empatía" con aquello que la empresa busca, saber y el modelo de trabajador que necesita. Para Martín es tiempo "no sólo de adaptarse a los cambios sino también de provocarlos".
2. Dar utilidad a la experiencia acumulada: "Debes ser capaz de poner aquello que ya tienes a disposición de la empresa", afirma Vilageliú. Una experiencia, al estar atada a viejos usos, puede ser incluso una rémora. Lo que continuará teniendo validez, para Martín, son los valores vinculados al "emprendimiento, al compromiso y a asumir riesgos".
3. Movilidad externa: La reticencia a moverse nos estanca. Hay un bloque de trabajadores jóvenes capacitados que siguen considerando trabajar en Europa como "irse fuera", por lo que, afirma Martín, tienen que darse cuenta de que "El mercado laboral europeo no es exterior, es el nuestro. Nos falta abandonar el "modelo seat" de un trabajo para toda la vida en un sitio".
4. Movilidad y flexibilidad internas: Indica Valls que si la flexibilidad es imprescindible dentro de la empresa, sobre todo para empezar a cambiar las maneras de ver tu propia función: "Hay que innovar desde tu puesto de trabajo". Para Vilageliú, las empresas que no actúen de este modo "quizá no desaparezcan, pero no crecerán".
5. Idiomas: Más necesarios que nunca. Muchas empresas, dice Vilageliú, se están internacionalizando, abriéndose a otros mercados, "y en idiomas vamos un poco por detrás".
6. Capacitación tecnológica: Es crítico controlar la informática y las redes sociales. "La pequeña empresa española está en un proceso de apertura a las nuevas tecnologías. Es si o si", sentencia de Valls.
7. Nuevo trabajo en equipo: Cada vez se trabaja más "a distancia" a través de la red. Para este tipo de trabajo que implica al tiempo ser "autónomo" y ser capaz de colaborar al mismo tiempo, se

precisan una evidente responsabilidad y un claro "compromiso con los resultados" que, asegura Martín, permitan la confianza de la empresa en ese tipo de práctica.

8. Tener capacidad para arriesgarse y comprometerse. En este momento la innovación y el riesgo son obligatorios. Una gran parte de los empleos que se creen serán de auto-ocupación, mediante buenas ideas individuales. Hay que poner esas ideas en marcha. Como asegura Martín, "hay que entregarse y ser más eficiente, entregarse y ser más eficiente, de manera que se puedan afrontar proyectos que en inicio quizá tengan un margen de beneficio más pequeño pero que a medio plazo funcionarán mejor".

9. Ser feliz: Para Vilageliú, es necesario que lo que hacemos contribuya a nuestra felicidad. Pero ese ser feliz no debe depender únicamente de lo que la empresa nos ofrezca, sino que debe venir de nosotros mismos". Valls ratifica que los empleos donde los trabajadores son más felices son aquellos que cuentan un elemento vocacional grande, pero advierte que ello no debe implicar que la empresa rebaje las condiciones que ofrece.

10. Capacidad de adaptación: Hay que ser muy flexible, de cara al aprendizaje, a rotar de puesto dentro de la empresa, a cambiar de lugar de trabajo y a cambiar de empleo, afirma Martín. Además de un permanente esfuerzo por reciclarse y capacitarse. El compromiso aquí es clave: un trabajador debe comprometerse con su propio plan de carrera y ser el primero que apuesta por ello, pero también con los objetivos que pacte con la empresa."

Se ha dicho ya antes que las nuevas exigencias del mercado de trabajo parecen abocar más que nunca al empleado a una formación constante.

Romà Andreu, profesor de Desarrollo Profesional de EAE y CEO y responsable de Innovación en Organizaciones de Tseots, explica que

"un modelo reciente considera que en 2020 habrá tres tipos de mundo empresarial, el mundo azul, el naranja y el verde.

El azul es el que tradicionalmente conocemos como corporativo, basado en los beneficios y la expansión global. Ahí es la empresa la que toma las riendas de la formación para instruir a sus profesionales en lo que se requiere.

El mundo naranja es el de agrupaciones más pequeñas que ofrecen trabajo por los proyectos para multinacionales. En este caso la formación se deja por completo a los trabajadores.

Por último está el mundo verde, en el que se pueden encontrar también grandes corporaciones, pero con una responsabilidad social muy arraigada. En estos casos los valores de la empresa y del trabajador terminan por alinearse".

Finalmente en este apartado vale la pena comentar que encontrar un primer trabajo es equivalente a "encontrar un jefe"…

En la prensa se ha publicado en relación al jefe lo siguiente:

"Las cualidades esenciales de un buen jefe, hoy, son cinco:

1. Ser y demostrar que es un gran comunicador
2. Poseer la llamada "inteligencia emocional" que permita tratar adecuadamente con equipos y mantener el ánimo
3. Saber cómo ayudar a crecer a los demás encontrando su talento potencial y explotándolo ("cómo sacar el ángel que hay dentro de la piedra", afirma Chamorro parafraseando a Miguel Ángel)
4. No perder de vista los resultados
5. Aprender siempre, tanto de los suyos como de los otros, para poder compartir las mejores prácticas y los mejores métodos.

En la prensa se publicó también un artículo: "Las pilas del jefe" de Pedro Nueno del que extraigo algunos párrafos que conviene tener presente para el desarrollo con éxito de la vida profesional:

"Pronto los que ya han encontrado empleo creerán que el obstáculo para llegar a un futuro brillante es precisamente ese objetivo tan deseado de hoy: el jefe. El jefe es un hombre, en menos casos una mujer, que ve las cosas de una forma distinta y que se protege dentro de una palabra mágica: la

experiencia. C.R. Prehalad dice que el 50% de nuestra experiencia no sirve y que no sabemos cuál es el 50% válido. Pero eso es algo que no se le puede explicar al jefe.

Lo mejor que le puede pasar a uno es que el jefe le robe las ideas. Esto molesta mucho a los jóvenes en sus primeras fases laborales. Algunos incluso se desaniman. Otros se enfadan. Los hay que se cambian de trabajo, Pero es buena señal que el jefe te robe las ideas. Alginos jefes te las explican más tarde como si se les hubiese ocurrido a ellos. En el fondo quieren estar seguros de haberlas entendido bien.

Hay que ser humilde. Al principio de empezar a trabajar y, si puede ser, incluso cuando uno se va haciendo mayor. Si uno tiene un jefe arrogante y chupa-ideas es más fácil ser humilde. Porque se ve mejor y uno no quiere ser así. Parte de esa humildad es vivir tranquilo escuchando al jefe explicar tus ideas como suyas, explicando tus éxitos como suyos. Si algo sale bien es por el jefe. Si algo sale mal, razona el jefe, es porque sus ideas no han sido bien ejecutadas.

Puedes imaginártelo como si tú fueses las pilas del jefe. ¿Y qué hace un jefe sin pilas? El mundo de hoy es muy duro y a casi todo el mundo se le acaban las pilas y todos necesitamos gente con ideas e iniciativas.

Cuando eres las pilas del jefe. no pasas inadvertido. Hay clientes, proveedores, competidores e incluso jefes del jefe que también necesitan pilas y saben identificar las que se recargan fácilmente. Y tiran de ti. Hace unos días hablaba con un alto directivo de una multinacional, en plena forma y próximo a su jubilación, al que acaban de ascender. Es un hombre que ha sido pila de jefe toda su vida y hoy es un gran jefe.

Los hay que siendo pila de jefe y poniendo al jefe a cien se dan cuenta de que quizás ellos mismos pueden ser jefes y se alzan a lo suyo propio o les detecta un jefe tres niveles más arriba que su jefe inmediato y suben como un cohete pasando a ser super-pila de gran jefe.

Yo no me voy a apropiar de esta idea. A mí me la explicó un profesor mío: Bruce Scott en Harvard, hace años. Se quitó la americana. Se remangó la camisa. Se sentó sobre la mesa. Y explicó lo del jefe y sus pilas. Nos dijo que nos pasaría. Pero tranquilos. Que el mundo era así y que así era bueno."

X. HONORARIOS

Tras el Tratado de Maastricht se reformaron en los años noventa los Estatutos de los Colegios profesionales y uno de los puntos importantes ya indicado antes es el relativo a los honorarios. Estos pasaron a ser libres y los baremos establecidos por los Colegios profesionales tienen un carácter orientador a efectos de que no se produzcan situaciones claramente desproporcionadas con el trabajo efectuado.

Tanto el cliente como el perito –asesorados por sus abogados- pueden evidentemente recurrir ante los tribunales de justicia y/o el Colegio profesional correspondiente cualquier situación anómala relativa a la factura.

XI. PUBLICACIONES DE CIENCIA E INGENIERÍA FORENSES

En este apartado se citan, a modo de ejemplo, solo algunos de los libros o revistas más importantes o representativas.

De la búsqueda de libros a través de las palabras clave "forensic", "science" y "engineering" en el catálogo de la "Library of Congress" norteamericana se han hallado los siguientes resultados:

El libro con mayor número de ediciones es:

Saferstein, Richard, 1941- Criminalistics: an introduction to forensic science, 7th ed. Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall, 2001.

Del mismo autor existe un manual:

Forensic Science Handbook / editado por Richard Saferstein. 2ª ed. Upper Saddle River, NJ : Prentice Hall, 2002.

Los tres siguiente están más centrados en aspectos ingenieriles:

Forensic Engineering / edited by Kenneth L. Carper. 2ª ed. Boca Raton, FL CRC Press, 2000.

Brown, John Fiske, 1927- Forensic Engineering: reconstruction of accidents / by John Fiske Brown, Kenneth S. Obenski, Thomas R. Osborn. 2ª ed. Springfield, Ill. Charles C. Thomas Publishers, 2002.

Noon, Randall. Forensic Engineering Investigation / Randall K. Noon. Boca Raton, FL, CRC Press, 2001.

Asimismo existe una serie de revistas que tratan sobre temas de Ciencia e Ingeniería Forenses. Por ejemplo, entre las publicadas principalmente en Estados Unidos y Gran Bretaña: Journal of Forensic Science publicada por la *American Academy of Forensic Sciences y Journal of National Academy of Forensic Engineers* publicada por la NAFE (National Academy of Forensic Engineers).

XII. EJEMPLO PROFESIONAL (I): ENCARGO PROFESIONAL TÍPICO

El cliente –persona física, jurídica o su abogado- ante un incidente solicita los servicios de un experto forense.

El experto forense visita la escena del incidente y realiza fotografías, videos, esquemas y recoge pruebas. A continuación, el experto estudiando e investigando el incidente determina la causa y redacta un primer informe.

En ese momento el encargo puede finalizar o bien el abogado del cliente recoge otros informes –periciales, declaraciones, etc.-, se los entrega al experto forense quien realiza un nuevo informe que sirve para decidir si se finaliza el encargo o el abogado procede a litigar.

El experto forense –en el caso de litigación- tendrá que asistir al correspondiente acto jurídico procesal para ratificar su informe y contestar a posibles peticiones pertinentes de aclaraciones al mismo.

XIII. EJEMPLO PROFESIONAL (II): CASOS MÁS FRECUENTES EN CIENCIA E INGENIERÍA FORENSES

A continuación se muestra un listado de los casos más frecuentes en los que interviene un experto en Ciencia e Ingeniería Forenses:

- Explosiones, Incendios (fugas de combustibles)
  - Origen de un fuego
  - Pirómanos
- Vertidos ambientales
- Accidentes
  - Fallos de materiales (construcción, prótesis, etc.)
  - Fugas de compuestos tóxicos
  - Vehículos
  - Motocicletas
  - Iluminación de vehículos y barcos
  - Suelos resbaladizos
  - Cortocircuitos eléctricos
- Maquinaria defectuosa
- Materias primas/Productos defectuosos
- Drogas
- Patentes (“know-how”)
- Informática

- Documentos
- Daños causados por rayos, granizo, lluvia (tormentas) o por sequía
- Daños causados por vibraciones (voladuras, maquinaria pesada)
- Daños por fugas de agua (roturas por congelación, etc.)

En Cataluña se ha intervenido por parte de nuestro equipo de expertos en bastantes situaciones de posible delito ecológico –ambiental- y también en diversas explosiones e incendios.

A continuación, se tratarán dos ejemplos: uno referente a una explosión en una vivienda y el otro en relación a un incendio en un gran edificio.

XIV. EJEMPLO PROFESIONAL (III): EXPLOSIÓN DE METANO EN UNA VIVIENDA

Cuando una explosión ocurre en un edificio típico, el edificio queda generalmente dañado. Mientras que la normativa de los edificios requiere que puedan soportar las cargas aplicadas debido al hielo, al viento, la lluvia y la nieve, no requieren que el edificio pueda soportar las cargas generadas por una explosión interna.

En muchos edificios la mayoría de explosiones accidentales son causadas por algunos de estos motivos:

- Ignición de escapes de gas
- Ignición de vapores de gasolina, productos químicos, disolventes de limpieza, u otros materiales inflamables, incorrectamente almacenados
- Ignición de fugas de vapores de propano líquido almacenado.
- Ignición de polvo de harina, de carbón y de otros tipos de materiales combustibles
- Ignición de ciertos tipos de polvos muy finos de metales, por ejemplo el aluminio o el magnesio
- Ignición de atomizaciones de materiales inflamables o combustibles líquidos

La mayoría de las explosiones que ocurren en los edificios son explosiones deflagrantes

Las explosiones se pueden iniciar de muchas maneras. La fuente más común de la ignición es una chispa eléctrica. Se indica a continuación una lista parcial de las fuentes más comunes de chispas eléctricas:

- Motores eléctricos
- Mal contacto en los enchufes en los zócalos de una pared
- Descargas estáticas debido a la fricción entre dos materiales eléctricamente diferentes. (el efecto se denomina triboelectrificación y puede ocurrir entre cualquier combinación de gas, líquido o sólido. Una situación particularmente peligrosa es el bombeo de un líquido inflamable de un envase a otro, especialmente si los envases son de plástico)
- Relés e interruptores.
- Iluminación
- Termostatos

Las explosiones se pueden también producir por algunas de las fuentes de ignición siguientes:

- Luces pilotos
- Colillas
- Chispas resultantes del contacto por frotamiento de metales y los materiales abrasivos, como una rueda de moltura, encendedores de acetileno, pedernal, acero, etc.
- Encendedores eléctricos de estufas o de hornos
- Superficies calientes: elementos de calentadores eléctricos

- Energía radiante. Algunos productos químicos únicamente requieren exponerse a la luz solar para explotar
- Calor desprendido de reacciones químicas debido a la mezcla de reactantes
- Uso de automóviles u otros motores de combustión interna (especialmente en garajes confinados)

Un caso típico es la explosión que se produce en una cocina de una vivienda consecuencia de una fuga del gas combustible que se utilice en la misma. A continuación se analizará este incidente como si se tratara de un hecho real cuya explicación se encarga a un experto forense.

La cocina puede considerarse a efectos del análisis técnico como un recipiente de volumen V de "mezcla perfecta" con una entrada de aire de renovación con un caudal q1 m3/h, y una salida de aire mezclado con un caudal q2, m^3/h. Si se ha producido una fuga del gas combustible existirá además un caudal adicional de entrada de gas q3, m^3/h.

Los balances de materia que se pueden efectuar son:

Balance global (hipótesis de densidad constante):

$$q1 + q3 = q2$$

Balance de gas:

$$(dVx/dt) = q3 – q2·x$$

siendo x tanto la concentración del gas en el volumen como en la corriente de salida (hipótesis de mezcla perfecta).

Si definimos una tasa de renovación de aire y como y = V · q1, la solución de las dos ecuaciones de balance junto con la de definición de y conduce a:

$$x = (q3/(yV + q3))(1 – \exp(-((yV + q3)/V)$$

A partir de esta ecuación se puede obtener con bastante aproximación el valor de la concentración en función del tiempo para distintos valores de los dos parámetros principales: caudal de la fuga q3 y tasa de renovación y.

Se puede comprobar fácilmente dibujando las correspondientes gráficas paramétricas que para un valor normal de ventilación de y = 0,5 (renovación del aire de la cocina cada dos horas) y un caudal de fuga de gas importante de $0,4m^3/h$ no se llegaría a alcanzar una concentración x de gas en la cocina superior al límite inferior de explosión para el caso de metano (5%). Recuérdese que no es tóxico y por tanto se puede concluir que con la ventilación habitual una pequeña fuga de metano nunca representaría un problema.

Únicamente, si el caudal de fuga es verdaderamente muy importante –normalmente debido a una maniobra intencionada- entonces es cuando con seguridad hay un elevado riesgo de explosión en una vivienda.

Por tanto, para poder predecir o, en su caso, explicar una explosión es importantísimo disponer de los límites de ignición del combustible y el método propuesto los proporciona junto con otros parámetros como son temperatura de ignición y lapso de ignición.

XV. EJEMPLO PROFESIONAL INCENDIO DEL GRAN TEATRO DEL LICEO

El Gran Teatro del Liceo se incendió por segunda vez en el siglo XX el 31 de enero de 1994 (Fig. 2).

El incendio causó un gran impacto y alarma social. Los informes previos de la policía, bomberos, las declaraciones de los testigos, etc., es decir la instrucción judicial que se hizo del caso motivó que se formulara acusación pública (Ministerio Fiscal) y acusación privada .-personas físicas y jurídicas- por la vía penal contra personas físicas responsables de la entidad jurídica "Consorcio del Gran Teatro del Liceo".

Fig. 2 Incendio del Gran Teatro del Liceo el 31 de Enero de 1994

Por su interés se reproduce a continuación el informe pericial que por encargo de la defensa se elaboró años después para su ratificación, defensa y pertinentes aclaraciones en el juicio oral que tuvo lugar en enero de 2000.

"JOSÉ COSTA LÓPEZ, CATEDRÁTICO DE INGENIERÍA QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA, EN EL ASUNTO D.P. Nº 243/94 DEL JUZGADO DE INSTRUCCIÓN Nº 15 DE BARCELONA, EMITE EL SIGUIENTE

DICTAMEN

Objetivo

Determinar las causas y propagación del incendio ocurrido el 31 de enero de 1994 en el Gran Teatro del Liceo de Barcelona.

Antecedentes

Documentos consultados:

- Escritos obrantes en la causa, principalmente:

1. Informe pericial de la Brigada Provincial de Policía Judicial. Folios 519-541. Anexos 1-8 y Planos 1 al 15. Folios 542-628
2. Declaraciones peritos Brigada Provincial de Policía Judicial. Folios 1031-1035.
3. Esquemas. Folios 344-346 y 579.

- Libro "Gran Teatre del Liceu", L'Avenç S.A., Barcelona, 1990.
- Libro "Gran Teatre del Liceu. Reconstrucció i Ampliació". ACTAR, Barcelona, 1997.

Análisis

Estudiados los documentos indicados, la reconstrucción de los hechos correspondientes al incendio ocurrido en el Gran Teatro del Liceo de Barcelona el día 31 de enero de 1994 es la siguiente:

- El empleado de la empresa XXXX S.A. bajó por la escalera situada en el "peine" del escenario del Liceo para colocarse en la parte superior del telón de acero móvil que tenía una anchura de unos 30 cm ¬–como resulta de los esquemas de los folios 344, 345 y 579 de la causa– al objeto de soldar las tres piezas o pestañas que faltaban de las siete piezas totales que en forma de "L horizontal"– tal como aparece en el esquema del folio 346 de la causa– encajaban en la arena contenida en la bandeja o cajón de la pieza inferior o "bambalinón" (de 4 metros de altura) del telón de acero fijo –tal como aparece en los esquemas del folio 345 de la causa- con objeto de "cerrar" y actuar como cortafuegos de acero entre el escenario y la sala del Teatro.
- En la factura de la empresa YYYY S.A., de 28.09.93 (hoja 4; partida 27) se especifican las dimensiones y características de este bambalinón de 15x4 metros construido y colocado en el verano de 1993. Concretamente en los folios 538 y 539 de la causa se dice textualmente: "siendo colocado por los empleados de XXXX S.A., al regreso de vacaciones los días 6, 7, 8 y 9 de septiembre, soldándose también en esos días cuatro de las siete planchas de hierro que en forma de "L" en la parte superior del cortafuegos móvil y que debía servir para ajustar ambas piezas".
- Es de observar que cuando el soldador se situó en la parte superior del telón de acero móvil, dicho telón estaba subido casi al máximo, así como que frente al soldador se encontraba sobresaliendo unos 2 metros, como mínimo, una pared de acero o pieza superior del telón de acero fijo de unos 9 metros de altura, constituida por chapas de acero ensambladas, que estaba fijada al arco de obra del proscenio, y que separaba la caja superior del escenario de un espacio que denominaremos "buhardilla".
- Esta buhardilla tiene como base el falso techo del proscenio.
- En la fotografía nº 1, que se acompaña como documento nº 1, tomada de la página 114 del libro del Liceo de 1990 citado en el apartado anterior, puede apreciarse el interior de este espacio con su estructura de madera y también la chapa de acero que lo separa de la parte alta de la caja escénica. Se puede observar también el arco de obra del proscenio.
- En la parte exterior del suelo de la mencionada buhardilla –o sea el falso techo del proscenio- estaban los decorados y pinturas que se veían desde el patio de butacas y que pueden apreciarse en la fotografía nº 2, que se acompaña como documento nº 2, tomada de la página 54 del mismo libro. Asimismo en la fotografía nº 3, que se acompaña como documento nº 3, –tomada de las páginas 60-61 del libro del Liceo de 1997– se puede contemplar el arco de obra del proscenio. Se indica con un rectángulo dibujado sobre la fotografía la situación de la buhardilla con respecto al arco de obra del proscenio –tal como se deduce del esquema de los folios 614 y 344 de la causa-.
- En los planos obrantes en los folios 614-628 de la causa, puede apreciarse también el espacio que corresponde a esta buhardilla, concretamente en el folio 623 correspondiente al piso sexto del Liceo.
- Por otro lado, en el folio 529 de la causa, correspondiente al informe de la Policía Judicial, se menciona la existencia de restos tanto de las chapas de acero en la parte alta del arco de obra del proscenio como restos del bambalinón en la base del mismo en la inspección efectuada por la Policía Judicial posteriormente al incendio de 1994. Se acompañan las fotografías nº 4 y nº 5 como documentos nº 4 y nº 5, donde pueden apreciarse los restos indicados de las chapas de acero que constituían la pared de acero o parte superior del telón de acero fijo.
- Es decir, en el momento de efectuar su trabajo el soldador tenía delante una "pared" de acero –constituida por varias chapas de acero ensambladas- y al otro lado de la misma, a ese nivel, estaba la buhardilla descrita anteriormente.
- El telón de acero móvil, de 15 metros de anchura y 12 metros de altura por 30 cm. de espesor, y el fijo -constituido por la pared de chapas de acero ensambladas de unos 9 metros de

altura y por la pieza inferior o bambalinón de 4 metros de altura y 15 metros de anchura por 7 cm de espesor- eran dos planos paralelos con una separación de unos 12 cm. en la zona inicial entre la chapa y las pestañas del telón móvil, 24 cm. en la zona de chapa, de 17 cm. en la zona de la pieza inferior o bambalinón y de 8 cm. en el hueco entre la bandeja inferior del bambalinón y el telón de acero móvil, como resulta de los esquemas de los folios 614, 344, 345, 346 y 579 de la causa.

- En el informe de la Policía Judicial se describe también el telón de acero móvil y el bambalinón con las dimensiones indicadas de 15x12 metros y 15x4 metros respectivamente.
- Todo ello quiere decir que si el soldador, situado en la parte superior del telón de acero móvil, mira hacia abajo por el espacio existente entre los dos telones de acero, su mirada choca con la bandeja o cajón de arena de la pieza inferior que sobresale 16 cm. con respecto al plano de la chapa de acero y que sólo deja una luz de 8 cm. en el lado opuesto al plano del propio bambalinón, por la que el soldador vería el suelo del escenario situado a una distancia vertical de unos 21-22 metros, tal como resulta de los esquemas de los folios 614, 344, 345, 346 y 579 de la causa-.
- En un plano paralelo posterior a los telones de acero se encontraba, -bajado totalmente para facilitar la labor de soldadura-, el telón de boca, de unos 12-13 metros de altura, a una distancia del plano del telón de acero móvil de unos 20 cm. y a unos 10-11 metros por debajo de la parte superior de dicho telón de acero móvil, tal como resulta del esquema de los folios 614 y 344 de la causa.
- En un plano paralelo anterior a los telones de acero y justo por delante de la pieza inferior del telón de acero fijo, se encontraba el guardamalletas –telón corto fijo de unos 5-6 metros de altura que adornaba la parte superior de la boca del escenario y constituido por tres piezas con su parte inferior redondeada-.
- El guardamalletas se veía pues desde el patio de butacas, tenía el símbolo “L” representativo del Liceo pegado con cola en la parte central, e impedía ver el telón de acero fijo, ya que sobresalía por su parte inferior, con este objetivo, entre 2 y 3 metros aproximadamente -dada la forma redondeada del mismo-, tal como resulta del esquema de los folios 614 y 344 de la causa y de la fotografía nº 2 (documento nº 2 mencionado antes) correspondiente a la boca del escenario.
- Asimismo, el soldador estaba situado unos 7 metros por encima de la parte superior del guardamalletas, aunque no podía verlo pues entre el guardamalletas y el telón de acero móvil se encontraba el telón de acero fijo (constituido por la pared de chapas de acero y el bambalinón).
- Lo hasta aquí expuesto comporta:

A) Las partículas incandescentes (chispas) provocadas por la soldadura no pueden alcanzar directamente el guardamalletas porque:

1. Entre el punto de soldadura y el guardamalletas se interpone el telón de acero fijo de 13 metros de altura (pared de chapas de acero de 9 metros y pieza inferior o bambalinón de 4 metros)
2. Son partículas de hierro que se elevan describiendo un pequeño arco de salida -preferentemente hacia la pared de chapas de acero fija dada la situación de la soldadura a efectuar en este caso- y posteriormente, si no quedan retenidas en las mantas de amianto colocadas, caen verticalmente (dada su mayor densidad relativa al aire) por el espacio existente entre los dos telones de acero fijo y móvil, o bien chocan inicialmente con la pared de chapas de acero frontal y al ser un choque inelástico (no se trata de un material elástico, como serían, por ejemplo, unas pelotas de goma) caen entonces deslizándose por la superficie de la pared de chapas de acero, bien fundidas todavía o ya sólidas. El espacio entre los dos telones de acero es inicialmente de 12 cm., debido a la pestaña del telón móvil, a continuación de 24 cm., siendo de 17 cm. en los cuatro últimos metros y de 8 cm. en la salida inferior situada en el lado opuesto al plano del bambalinón, como resulta de las dimensiones indicadas anteriormente para los dos telones de acero.
3. Se puede asegurar que tras 1-2 metros de recorrido, hayan o no chocado con la pared de chapas de acero, todas las partículas caen ya verticalmente “a plomo”.

4. Al irse refrigerando en su caída, se puede también asegurar que a los 4-5 metros ya no se encuentran incandescentes y han perdido prácticamente su capacidad de producir una combustión al entrar en contacto con un material combustible.
5. La mayoría quedarían retenidas en la bandeja del bambalinón dada la situación de ésta y sus dimensiones.
6. Las que no queden retenidas en la bandeja, al caer libremente por el hueco de 8 cm. existente en ese punto entre los dos telones de acero, no pueden alcanzar el guardamalletas pues deberían cambiar de dirección, desviarse hacia el plano del guardamalletas a una distancia de unos 30 cm., e incluso ascender para alcanzar el guardamalletas en los puntos, a la altura de la "L" pegada con cola en el mismo, en que se describe el inicio visible del fuego por los testigos situados en la platea. Esto es imposible dada su densidad relativa al aire. Asimismo han recorrido unos once metros de caída, se han enfriado y en consecuencia han perdido su capacidad de provocar una combustión.

B) Estas chispas o partículas incandescentes tampoco pudieron provocar la combustión del telón de boca en atención:
1. a su dirección preferente –hacia la pared de chapas de acero del telón de acero fijo–,
2. y sobre todo a la gran distancia existente entre el telón de boca bajado y el punto de soldadura –unos 10-11 metros- ya que las partículas, que no quedasen retenidas en las mantas de amianto, después de recorrer en caída libre ("a plomo") unos 4-5 metros han perdido prácticamente su incandescencia y su posibilidad de provocar una combustión, como ya se ha mencionado anteriormente.

- Las partículas incandescentes provenientes de la soldadura debieron entonces incidir en otro lugar del Teatro y de éste propagarse al guardamalletas.
- Este otro lugar, por su situación, no puede ser otro que el interior de la "buhardilla" que fue alcanzado por las chispas que deslizándose por la superficie de la pared de chapas de acero se introdujeron en la buhardilla a través de intersticios inapreciables que debían existir en las juntas del ensamblaje de dichas chapas de acero. Una vez incendiado el interior de la buhardilla que era principalmente de madera y escayola y cañizos, el material en llamas fracturó el frágil suelo de dicha buhardilla cayendo sobre el guardamalletas y el escenario, provocando su rápida propagación tanto hacia el patio de butacas como al caer sobre el escenario – dado el tiro natural existente en la boca del mismo – hacia el interior de la caja escénica prendiendo en el telón de boca. Asimismo se fracturaría la parte alta de la pared de chapas de acero por el calor de las llamas y el fuego y humos correspondientes se propagarían hacia el "telar" o "peine" de madera de la caja escénica que lógicamente prendería a continuación. Etc., etc.
- Es decir, las partículas incandescentes:

1. caían principalmente entre los telones de acero,
2. no alcanzaron nunca directamente el guardamalletas,
3. no alcanzaron el telón de boca en condiciones de provocar su combustión,
4. incidieron en el interior de la buhardilla y el incendio de ésta se propagó al guardamalletas por la fractura de su suelo y al telar por la fractura de la pared de chapas de acero,
5. posteriormente, el fuego se propagó al resto del teatro al colapsar principalmente la buhardilla, así como el guardamalletas y el telar incendiados.

Para la comprensión visual de lo expuesto hasta aquí, se acompaña a este escrito las fotografías nos. 1, 2, 3, 4 y 5 ya citadas (documentos nos. 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente) y cuatro dibujos resumen (documentos nos. 6, 7, 8 y 9) de la situación de los distintos elementos citados –tal como se deduce principalmente de los esquemas de los folios 344-346, 579 y 614-628 de la causa y de las fotografías indicadas-.

Conclusiones

A) Las partículas incandescentes (chispas) provocadas por la soldadura no pueden alcanzar directamente el guardamalletas porque:

1. Entre el punto de soldadura y el guardamalletas se interpone el telón de acero fijo de 13 metros de altura (pared de chapas de acero de 9 metros y pieza inferior o bambalinón de 4 metros).

2. Son partículas de hierro que se elevan describiendo un pequeño arco de salida -preferentemente hacia la pared de chapas de acero fija dada la situación de la soldadura a efectuar en este caso- y posteriormente, si no quedan retenidas en las mantas de amianto colocadas, caen verticalmente (dada su mayor densidad relativa al aire) por el espacio existente entre los dos telones de acero fijo y móvil, o bien chocan inicialmente con la pared frontal de chapas de acero y al ser un choque inelástico (no se trata de un material elástico, como sería si fueran, por ejemplo, unas pelotas de goma) caen entonces deslizándose prácticamente por la superficie de la pared de chapas, bien fundidas todavía o ya sólidas. El espacio entre los dos telones de acero es inicialmente de 12 cm., debido a las pestañas del telón móvil, a continuación de 24 cm., siendo de 17 cm. en los cuatro últimos metros y de 8 cm. en la salida inferior situada en el lado opuesto al plano del bambalinón, como resulta de las dimensiones indicadas anteriormente para los dos telones de acero.

3. Se puede asegurar que tras 1-2 metros de recorrido, hayan o no chocado con la pared de chapas de acero, todas las partículas caen ya verticalmente “a plomo”.

4. Al irse refrigerando en su caída, se puede también asegurar que a los 4-5 metros ya no se encuentran incandescentes y han perdido prácticamente su capacidad de producir una combustión al entrar en contacto con un material combustible.

5. La mayoría quedarían retenidas en la bandeja del bambalinón dada la situación de ésta y sus dimensiones.

6. Las que no queden retenidas en la bandeja, al caer libremente por el hueco de 8 cm. existente en ese punto entre los dos telones de acero, no pueden alcanzar el guardamalletas pues deberían cambiar de dirección, desviarse hacia el plano del guardamalletas a una distancia de unos 30 cm., e incluso ascender para alcanzar el guardamalletas en los puntos, a la altura de la “L” pegada con cola en el mismo, en que se describe el inicio visible del fuego por los testigos situados en la platea. Esto es imposible dada su densidad relativa al aire. Asimismo han recorrido unos once metros de caída, se han enfriado y en consecuencia han perdido su capacidad de provocar una combustión.

B) Estas chispas o partículas incandescentes tampoco pudieron provocar la combustión del telón de boca en atención:

1. a su dirección preferente –hacia la pared de chapas de acero del telón de acero fijo–

2. y sobre todo a la gran distancia existente entre la parte superior del telón de boca bajado y el punto de soldadura –unos 10-11 metros- ya que después de recorrer en caída libre (“a plomo”) unos 4-5 metros han perdido prácticamente su incandescencia y su posibilidad de provocar una combustión, como ya se ha mencionado anteriormente.

C) Situación del foco primario: Se encuentra en el interior de la buhardilla. En un principio tuvo su base menor en el suelo de la misma y su base mayor por encima de la misma. Luego el foco, al fracturarse tanto el suelo de la buhardilla como la pared de chapas de acero, se propagó al guardamalletas, al “telar” o “peine”, escenario y sala, dando lugar a dos grandes áreas de cremación una en el escenario y otra en la sala formándose dos troncos de cono de grandes dimensiones.

D) Origen del fuego: Se origina en un punto que es el INTERIOR DE LA BUHARDILLA.

E) Fuente primaria de calor: ARCO VOLTAICO producido por máquina de soldar marca AGUILA, modelo M-L-5, la que al ser utilizada para soldar desprendió un chorro de chispas o partículas incandescentes que prendieron fuego al interior de la buhardilla.

F) Reconstrucción fáctica del fuego: Una persona comenzó a soldar, la cascada de chispas o partículas incandescentes - deslizándose por la pared de chapas de acero- penetraron en la buhardilla a través de intersticios inapreciables que debían existir en las juntas del ensamblaje de dichas chapas de acero que separan la buhardilla de la caja escénica y prendieron en los materiales altamente combustibles del interior de la misma. El suelo de ésta se fracturó, propagándose el fuego al guardamalletas, al escenario y a la sala. Al mismo tiempo, la pared de chapas de acero se fracturaría en esa zona por el calor, propagándose el humo y el fuego hacia las partes altas de la caja escénica, es decir hacia el "telar" o "peine" de madera -altamente combustible-. El telón cortafuegos móvil se bajó pero, dada la magnitud del material incendiado y el tiro natural de aire no pudo evitarse que prendiera el telón de boca y resto del escenario formándose el típico tronco de cono de cremación con la base menor en el escenario y su base mayor en las partes altas del mismo –"peine"- que estaban también incendiadas y colapsaron. Asimismo, la sala se prendió también por los materiales incendiados que caían inicialmente desde la buhardilla y por la propagación del fuego del escenario a través de las "bañeras" y palcos proscenio a la misma, formándose el segundo tronco de cono con su base menor en el patio de butacas y su base mayor en las partes altas de la sala que también colapsaron, tomando las llamas en ambos troncos de cono la dirección vertical y gracias a la eficaz actuación de los bomberos se cortó la propagación horizontal del fuego hacia las edificaciones circundantes a la sala y al escenario.

G) Es un incendio ACCIDENTAL. Barcelona 10 de enero de 2000

DOCUMENTOS Nº 1, 2, 3, 4, 5, 6 7, 8, y 9

1. Fotografía interior buhardilla. Página 114. Libro Liceo 1990.
2. Fotografía boca escenario. Página 54. Libro Liceo 1990.
3. Fotografía arco de obra proscenio. Páginas 60-61. Libro Liceo 1997.
4. Fotografía arco de obra proscenio con restos de la pared de chapas, tomadas posteriormente al incendio del 31.01.1994.
5. Fotografía arco de obra proscenio con restos de la pared de chapas, tomadas posteriormente al incendio del 31.01.1994.
6. Esquema con dimensiones de los distintos elementos implicados.
7. Dibujo esquemático del escenario y buhardilla visto desde la sala.
8. Dibujo esquemático de los telones cortafuegos y buhardilla vistos desde el escenario con detalle de la bandeja de arena, pestaña a soldar, etc.
9. Dibujo esquemático de los telones cortafuegos y buhardilla vistos desde el escenario con detalles fotográficos incorporados.

A continuación, se reproducen los documentos 7, 8 y 9 (Fig. 3-Fig. 5).

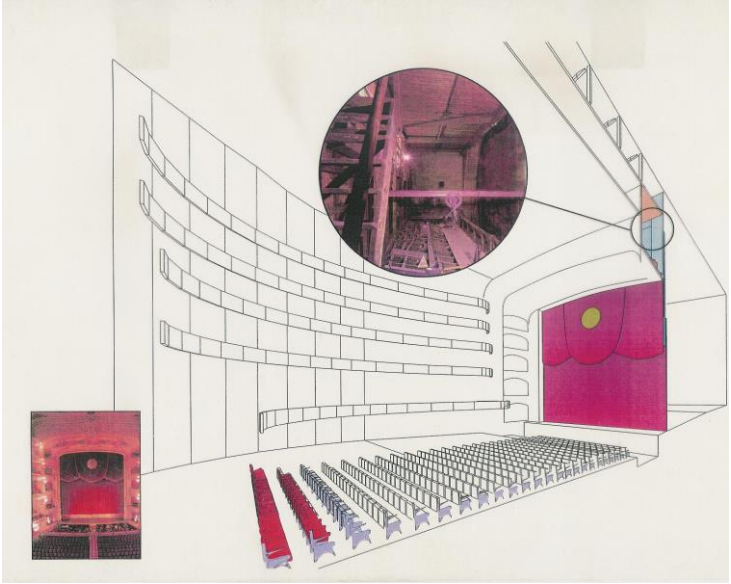

Fig. 3 Documento nº 7. Platea, palcos y vista del escenario y buhardilla

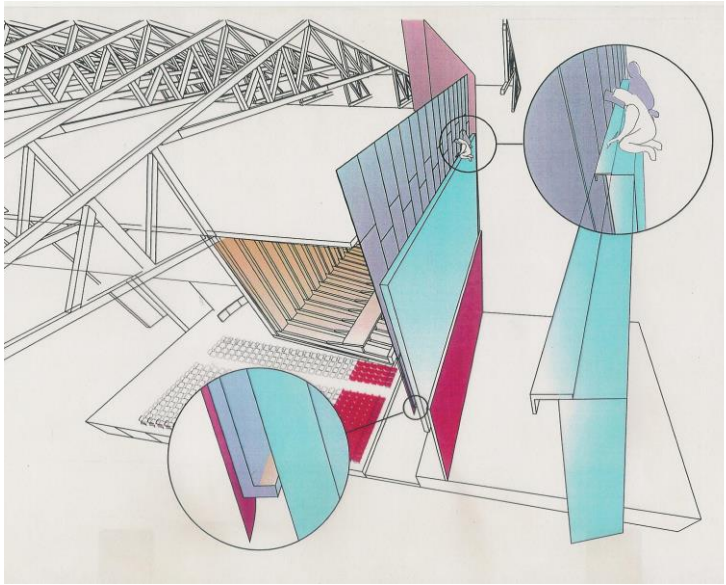

Fig. 4 Documento nº 8, Escenario, telones, buhardilla y soldadores

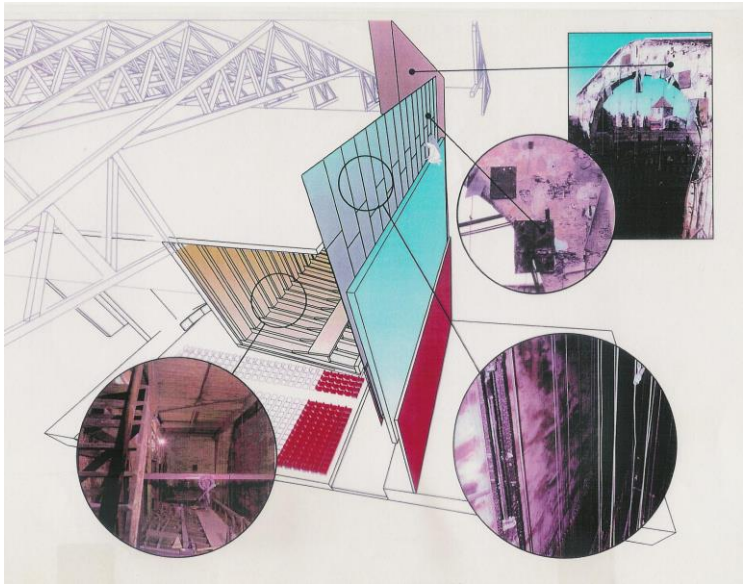

Fig. 5 Documento nº 9: Vista anterior incluyendo fotografías que ilustran el dibujo

XVI. CONCLUSIONES

Las principales conclusiones de la conferencia son:

1. Existe en el mercado laboral como una necesidad social una demanda creciente de expertos forenses en Ciencia e Ingeniería en las distintas jurisdicciones: penal, civil, contencioso-administrativo, mercantil, laboral, etc.
2. La Ciencia e Ingeniería Forenses es una titulación universitaria superior (segundo ciclo) no existente prácticamente en las Universidades públicas españolas. Sería necesario y conveniente que se estableciese oficialmente en algunas Universidades con lo que ello supone de puesta en marcha no sólo de actividades docentes, sino también de investigación y de trabajo profesional.
3. Dentro del amplio campo de la Ciencia e Ingeniería Forenses se debería también establecer a nivel de estudios de tercer ciclo públicos o privados (Universidades, Colegios profesionales, etc.) diversas especialidades: Químico Forense, Informático Forense, Entomólogo Forense, etc.
4. En esta línea, se ha consolidado el GID inicial mencionado con la creación -mediante convenio entre la UB, la Fundación privada P. Mir y el ICOQC (Ilustre Colegio Oficial de Químicos de Cataluña)- de una Cátedra UB "Rector F. Buscarons Ubeda", -"Química e Ingeniería Química Forenses"- cuyo Director es el Prof. Dr. Joan Llorens Llacuna, Catedrático de Ingeniería Química. Las diversas actividades están siendo:

a. Un curso optativo abierto titulado Ciencia e Ingeniería Forenses, equivalente a tres créditos ECTS, que se imparte en ambos semestres del curso y que a los alumnos que lo superen se les otorga un Diploma profesional acreditativo. Se está preparando este curso en versión no presencial. Asimismo se imparte una asignatura optativa con el nombre de Ingeniería Ambiental Forense en el Master Universitario de Ingeniería Ambiental de esta Universidad de Barcelona que se puede localizar en el campus virtual de la UB y donde los alumnos matriculados pueden encontrar el material didáctico correspondiente.

b. Diversos trabajos de investigación en temas de explosiones y fuegos así como también en el campo de la prevención ambiental.

c. Conferencias principalmente en Universidades y Colegios de Químicos.

d. Actuaciones de personas físicas en trabajos profesionales de Ciencia e Ingeniería Forenses.

e. Coedición de un libro de texto traducido al castellano sobre Química Básica -basado en ejemplos forenses- en el marco de un Convenio establecido con la empresa Editorial Reverté S.A. de Barcelona. El título de la obra en inglés es: Investigating Chemistry, A Forensic Science Perspectiva, de M.E. Johll, Ed. W.H. Freeman and Co., New Cork, 2007.

XVII. AGRADECIMIENTOS

A la Fundació Caixa Vinaròs.

XVIII. REFERENCIAS

[1]. Saferstein, Richard, 1941- Criminalistics: an introduction to forensic science,. 7th ed. Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall, 2001.

[2]. Forensic Engineering / edited by Kenneth L. Carper. 2ª ed. Boca Raton, FL CRC Press, 2000.

[3]. Brown, John Fiske, 1927- Forensic Engineering: reconstruction of accidents / by John Fiske Brown

XIX. AUTOR

JOSEP COSTA LÓPEZ, nació en Vinaròs, España, en 1936. Catedrático de Química Orgánica de la Facultad de Ciencias de Barcelona.

Número 1 en las Oposiciones para la obtención de dicha Cátedra, celebradas en Madrid en diciembre de 1966, y de la que tomó posesión el mes siguiente (26-I-1967).

Se licenció en Ciencias Químicas en Valencia en 1959. Ingénieur du Genie química por la Universidad de Toulouse, Francia, en 1962. Obtuvo el doctorado en Ciencias Químicas en Madrid en 1966. Fue becario (CSIC, MEC, Fundación March) a las Universidades de Valencia, Toulouse y Madrid, ayudante y profesor adjunto de la Universidad de Madrid, siendo finalmente nombrado Catedrático de Ingeniería Química de la Universidad de Barcelona desde la solemne toma de posesión el 23 de enero de 1967, cuando contaba tan solo con 31 años de edad y de la que acabó siendo Decano y Director del Departamento de Ingeniería Química y Metalurgia.

Ha dirigido cincuenta tesinas de Licenciatura y veinte y siete tesis doctorales y ha publicado ciento cuarenta trabajos de investigación, preferentemente en los temas de transferencias de materia e ingeniería de las reacciones químicas con aplicaciones medioambientales. Ha impartido cursos de Ingeniería Química Forense, Ambiental, Ciencia y Tecnología de la Alimentación, enfatizando los temas económicos, impactos ambientales y de seguridad e higiene industrial. Coautor del libro de texto "Curso de Ingeniería Química", Ed. Reverté. Barcelona (8ª. Edición, 2000), así como traductor de catorce libros sobre diversas áreas de conocimiento de Ingeniería Química. Ha realizado un centenar de dictámenes, informes y trabajos de investigación para el entorno industrial, siendo miembro del Consejo de Administración de Erkimia del Grupo Ercros S. A. y de otras empresas. Miembro de varias sociedades científicas y profesionales tanto españolas como extranjeras, formando parte de juntas directivas y grupos de trabajo, preferentemente de "Working Party on Chemical Engineering Education" de la Federación Europea que estudia la planificación de las nuevas orientaciones de la enseñanza universitaria europeo ante las nuevas tecnologías y nuevos materiales más seguros y de impacto ambiental nulo y compatible. En abril de 1993 fue distinguido como Académico Correspondiente de la Real Academia de Medicina de Barcelona.

Desde el 17 de junio de 1996 es Decano del Colegio Oficial de Químicos de Barcelona. Jubilado en 2006.