

MARÍA JESÚS GUERRERO LEBRÓN
(Dir.)

**LA REGULACIÓN CIVIL
Y MILITAR DE LAS AERONAVES
CIVILES PILOTADAS
POR CONTROL REMOTO**
**Comentario al RD 1036/2017,
de 15 de diciembre**

Marcial Pons

MADRID | BARCELONA | BUENOS AIRES | SÃO PAULO
2018

ÍNDICE

	Pág.
ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS	7
PRESENTACIÓN , <i>por María Jesús Guerrero Lebrón</i>	13
CAPÍTULO I. HISTORIA DE LAS AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO , <i>por Eugenio Domínguez Vilches</i>	19
I. INTRODUCCIÓN.....	20
II. HISTORIA DE LOS DRONES.....	21
1. Los albores	21
2. La radio, el autopiloto y los primeros aviones sin piloto	24
3. Los torpedos aéreos.....	25
4. Los juguetes de radiocontrol como impulsores de la evolución de los RPVS.....	27
5. Los primeros drones de ataque efectivos	28
6. Los RPVS de la Guerra Fría	30
7. Los RPAS soviéticos	33
8. Los modernos impulsores de los RPAS: Israel y el Predator.....	33
9. Expansión y crecimiento de los drones de combate	35
III. CLASIFICACIÓN DE LOS RPAS	35
IV. EL FUTURO	36
1. La utilización civil de los RPAS	36
V. EPÍLOGO.....	38

	Pág.
CAPÍTULO II. LA REGULACIÓN DE LAS AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO EN EL ÁMBITO MILITAR [ART. 2.2.C) 1.º], por Inés de Alvear Trenor	39
I. INTRODUCCIÓN.....	39
II. RETOS EN RELACIÓN CON EL USO DE RPAS MILITARES: ALGUNAS CONTROVERSIAS.....	43
1. Amenazas en materia de infraestructuras críticas	46
III. EL CONTROL DEL ESPACIO Y LA CIRCULACIÓN AÉREA. EL REPARTO DE COMPETENCIAS ENTRE DEFENSA Y FOMENTO...	47
1. Competencias del Ministerio de Defensa.....	48
2. Competencias del Ministerio de Fomento	48
3. Comisión Interministerial	49
IV. LA CIRCULACIÓN AÉREA OPERATIVA: EL REGLAMENTO DE CIRCULACIÓN AÉREA OPERATIVA (RCAO).....	50
1. <i>Safety v. Security</i>	50
2. El Reglamento de Circulación Aérea Operativa	51
3. Algunos conceptos básicos de la Circulación Aérea Operativa	52
A) La Circulación Aérea Operativa y su segregación	53
B) El control del tránsito aéreo operativo	54
C) El Espacio Aéreo Reservado y Segregado	54
D) Estación de control del UAS.....	54
E) Zonas de operación de sistemas aéreos no tripulados	54
V. LAS AERONAVES MILITARES EN EL ÁMBITO DE LA CIRCULACIÓN AÉREA OPERATIVA	55
VI. EL OPERADOR DE SISTEMAS AÉREOS NO TRIPULADOS (DUO).....	56
VII. LOS RPAS, UAV Y UAS EN EL ÁMBITO DE LA CIRCULACIÓN AÉREA OPERATIVA	57
1. Autorizaciones y seguridad en la operación.....	57
2. Dimensiones de las zonas de trabajo y de protección.....	58
3. Tipos de vuelo	58
4. Preparación de los vuelos de UAS	59
VIII. NORMALIZACIÓN DE LA AERONAVEGABILIDAD.....	59
1. Inventario de aeronaves y sistemas aéreos militares pilotados por control remoto de la defensa	60
2. Autoridad de Aeronavegabilidad de la Defensa	60
IX. CONCLUSIÓN	61

CAPÍTULO III. LA REGULACIÓN CIVIL DE LOS RPAS EN ESPAÑA: ANTECEDENTES Y CONSIDERACIONES PREVIAS, OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN (ARTS. 1-5), DESARROLLO NORMATIVO (DDFF 4.ª Y 5.ª), VIGENCIA (DDU, DTU Y DF 7.ª) Y OTRAS DISPOSICIONES GENERALES (DA 6.ª Y DF 6.ª), por Laura Cadenas Zamora	63
I. INTRODUCCIÓN.....	63
II. SOBRE LA TERMINOLOGÍA Y SU CLASIFICACIÓN.....	65
III. LA REGULACIÓN DE LOS RPAS EN ESPAÑA.....	67
IV. INTRODUCCIÓN AL RD 1036/2017.....	70
1. Tramitación del proyecto del RD 1036/2017.....	71
2. Estructura del RD 1036/2017.....	72
V. OBJETO (ART. 1) Y ÁMBITO DE APLICACIÓN (ART. 2) DEL RD 1036/2017.....	74
1. Ámbito objetivo.....	75
2. Ámbito subjetivo.....	80
3. Ámbito territorial.....	81
4. Otras consideraciones.....	85
VI. EXCLUSIONES TOTALES (ART. 2.2) Y EXCLUSIONES PARCIALES (ART. 3) DEL RD 1036/2017.....	86
1. Exclusiones totales (art. 2.2).....	87
2. Exclusiones parciales (art. 3).....	89
VII. DESARROLLO NORMATIVO DEL RD 1036/2017: MEDIDAS DE EJECUCIÓN (DF 4.ª) Y HABILITACIÓN NORMATIVA (DF 5.ª).....	90
1. Medidas de ejecución (DF 4.ª).....	91
2. Habilitación normativa (DF 5.ª).....	92
VIII. VIGENCIA DEL RD 1036/2017: NORMAS DEROGATORIAS (DDU), NORMAS TRANSITORIAS (DTU) Y ENTRADA EN VIGOR (DF 7.ª).....	93
1. Normas derogatorias (DDU).....	93
2. Normas transitorias (DTU).....	94
3. Entrada en vigor (DF 7.ª).....	95
IX. OTRAS DISPOSICIONES GENERALES (DA 6.ª Y DF 6.ª).....	96
1. No incremento del gasto público (DA 6.ª).....	96
2. Título competencial (DF 6.ª).....	96
 CAPÍTULO IV. IDENTIFICACIÓN (ARTS. 8 Y 10 Y DA 1.ª2), AERONAVEGABILIDAD (ART. 9) Y MATRICULACIÓN (ART. 9), por J. David Fanego Otero	 99
I. INTRODUCCIÓN.....	99
II. IDENTIFICACIÓN.....	101
1. Concepto y finalidad.....	101

	Pág.
2. Las marcas de nacionalidad y de matrícula	101
3. La placa de identificación	102
A) Régimen general	103
B) Breve referencia al aerodelismo y a la exhibición aérea.....	103
4. Corolario	104
III. CERTIFICACIÓN DE LA AERONAVEGABILIDAD	105
1. Concepto, finalidad y principios generales de funcionamiento	105
2. Obtención del certificado de aeronavegabilidad para RPA	107
A) Aeronaves de más de 25 kg	108
B) Aeronaves de hasta 25 kg	109
3. Plazos y silencio administrativo	110
4. Corolario	110
IV. MATRICULACIÓN	111
1. Concepto, finalidad y regulación general.....	111
A) Registro de Matrícula de Aeronaves Civiles	112
B) Registro de Bienes Muebles.....	114
2. Matriculación de RPA y funcionamiento práctico del sistema	115
A) Reserva de la matrícula	115
B) Matriculación definitiva y provisional. Matrícula de prueba	115
C) Actos posteriores a la matriculación: cambios de titularidad, cargas y gravámenes y vicisitudes técnicas.....	116
D) Cancelación de la matrícula.....	117
E) Cancelación temporal y recuperación de la matrícula	117
3. Corolario	117
 CAPÍTULO V. CERTIFICACIÓN DE LOS RPAS. ORGANIZACIONES DE DISEÑO, PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO (ARTS. 11, 12 Y 14-19) Y RESPONSABILIDAD DE LOS FABRICANTES (ART. 15.1), por Cristina Cuerno Rejado y María Jesús Guerrero Lebrón	 119
I. INTRODUCCIÓN. CONCEPTO DE AERONAVEGABILIDAD	120
II. CERTIFICACIÓN INICIAL DE LA AERONAVEGABILIDAD	123
1. Certificado de tipo y de aeronavegabilidad	123
2. Certificados especiales	125
3. Requisitos para las organizaciones de diseño y producción	127
III. MANTENIMIENTO DE LA AERONAVEGABILIDAD	131
1. Consideraciones generales	131
2. ¿Quién tiene la obligación de mantenimiento de los RPAS?	132
3. El mantenimiento de los RPAS	133
IV. LA RESPONSABILIDAD DEL FABRICANTE DE RPAS	135
1. Consideraciones generales	135
2. La aplicación de las Leyes de otros países.....	136

	Pág.
3. La aplicación de la doctrina de la responsabilidad por producto defectuoso a los fabricantes de RPAS.....	138
3.1. Consideraciones generales	138
3.2. Los RPAS y sus componentes como «productos»	141
3.3. Los defectos en los RPAS y en sus componentes	142
3.3.1. Concepto de producto defectuoso en la legislación	142
3.3.2. Tipos de defectos en los RPAS.....	143
3.3.2.1. Consideraciones generales.....	143
3.3.2.2. Los defectos de diseño	144
3.3.2.3. Los defectos de fabricación	145
3.3.2.4. Los defectos de comercialización o la falta de información como defecto	145
3.4. El fabricante de RPAS y sus componentes como productor	146
3.4.1. La determinación del sujeto responsable	146
3.4.2. Las medidas de defensa del fabricante	148
3.4.2.1. Las excepciones previstas en la legislación.	148
3.4.2.2. Las especialidades del sector de los RPAS...	149
3.5. Sistema de responsabilidad impuesto al fabricante: distinto régimen según cuáles sean los daños indemnizables	153
3.5.1. La transposición de la Directiva por el legislador español.....	153
3.5.2. Daños indemnizables	155
3.5.3. Inadecuación de este régimen para el sector aeronáutico	156
3.6. El sujeto pasivo de los daños.....	157
3.7. La prueba del daño.....	158
3.8. El seguro del fabricante.....	159
3.9. La prescripción de la acción y la extinción de la responsabilidad.....	160
4. Otros supuestos de responsabilidad de los fabricantes de RPAS y sus componentes: los deberes posventa y la resolución del negocio adquisitivo por vicios	161
4.1. Defecto <i>versus</i> vicio.....	161
4.2. Los deberes posventa del fabricante: los boletines de servicio y las Directivas de aeronavegabilidad	162
4.3. La <i>Just Culture</i> y su aplicación a la responsabilidad del fabricante de RPAS.....	163

CAPÍTULO VI. CONDICIONES PARA LA UTILIZACIÓN DEL ESPACIO AÉREO, INFRAESTRUCTURAS PARA EL USO DE RPAS Y EQUIPOS MÍNIMOS (ARTS. 20, 21, 22, 23, 24 Y 25; DDAA 1.^ª 4 Y 5.^ª, DDFD 1.^ª, 2.^ª, 4.^ª Y 5.^ª), por Cristina Cuerno Rejado..... 165

I. CONDICIONES PARA LA UTILIZACIÓN DEL ESPACIO AÉREO....	165
1. Consideraciones generales	165

	Pág.
2. Reglas aplicables.....	166
3. Operaciones especializadas de RPAS	167
4. Vuelos experimentales.....	169
5. Distancias mínimas y espacio aéreo controlado	170
6. Condiciones meteorológicas de vuelo visual.....	171
7. Otras limitaciones de uso del espacio aéreo por razones de seguridad pública (DA 1.ª3 y 4).....	173
8. La adaptación del reglamento del aire a las condiciones establecidas en el RD 1036/2017. El nuevo art. 23 bis (DF 1.ª)	175
II. INFRAESTRUCTURAS PARA EL USO DE RPAS (DA 5.ª).....	179
III. EQUIPOS MÍNIMOS DE LOS RPAS. ART. 23 QUÁTER DEL REGLAMENTO DEL AIRE (DF 1.ª).....	180
CAPÍTULO VII. REQUISITOS DEL OPERADOR Y LÍMITES A LOS QUE SE SOMETE LA OPERACIÓN (ARTS. 26 A 32), por Israel Quintanilla García y José Antonio Viñes García	183
I. INTRODUCCIÓN.....	183
II. REQUISITOS QUE HA DE REUNIR EL OPERADOR DE RPAS	184
1. Obligaciones generales (art. 26).....	184
2. Obligaciones específicas para la realización de operaciones aéreas especializadas (art. 27).....	188
3. Requisitos adicionales relativos a la organización del operador (art. 28).....	190
III. LIMITACIONES EN LA OPERACIÓN.....	191
1. Limitaciones relativas al pilotaje (art. 29).....	191
2. Área de protección y zona de recuperación (art. 30).....	191
3. Objetos y sustancias peligrosas (art. 31).....	192
4. Sobrevuelo de instalaciones (art. 32)	192
CAPÍTULO VIII. EL RÉGIMEN DEL PERSONAL: PILOTOS REMOTOS Y OBSERVADORES (ARTS. 33 A 38 Y DF 5.ª), por Fernando Elorza Guerrero	193
I. INTRODUCCIÓN.....	193
II. APROXIMACIÓN A LOS CONCEPTOS DE PILOTO REMOTO Y OBSERVADOR.....	194
III. REQUISITOS TÉCNICOS PARA EL PILOTAJE POR CONTROL REMOTO DE AERONAVES	197
IV. ACREDITACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS EXIGIBLES A LOS PILOTOS REMOTOS, SU JUSTIFICACIÓN, Y EL MANTENIMIENTO DE SU APTITUD PROFESIONAL.....	204
V. LA ACREDITACIÓN DE CONOCIMIENTOS TEÓRICOS Y ACTIVIDAD DE LOS OBSERVADORES.....	207

	Pág.
VI. SOBRE LOS PILOTOS Y OBSERVADORES CUYA APTITUD PROFESIONAL ESTÉ ACREDITADA POR OTRO ESTADO	209
CAPÍTULO IX. COMUNICACIÓN PREVIA Y AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR OPERACIONES AÉREAS ESPECIALIZADAS Y VUELOS EXPERIMENTALES CON RPAS (ARTS. 6, 39-44 Y DF 3.^ª), por Manuela Mora Ruiz	213
I. LA INTERVENCIÓN MÍNIMA EN LA ORDENACIÓN DE LOS RPAS	213
II. EL RÉGIMEN DE LA COMUNICACIÓN PREVIA PARA REALIZAR OPERACIONES AÉREAS ESPECIALIZADAS Y VUELOS EXPERIMENTALES	217
1. Ámbito de aplicación	217
2. Contenido de la comunicación previa	220
3. Efectos jurídicos de la presentación de la comunicación previa	223
III. LA AUTORIZACIÓN ADMINISTRATIVA EN OPERACIONES AÉREAS ESPECIALIZADAS Y VUELOS EXPERIMENTALES	227
1. Ámbito de aplicación	227
2. Contenido de la solicitud de autorización y procedimiento de obtención	229
3. Los efectos preventivos de la autorización	231
IV. CONSIDERACIONES FINALES	232
CAPÍTULO X. NORMATIVA SECTORIAL DE LAS TELECOMUNICACIONES APLICABLE A LOS RPAS [ARTS. 1.3, 7.3 Y 26.E]. REQUISITOS DEL ENLACE DE MANDO Y CONTROL (ART. 13). CIBERSEGURIDAD [ART. 26.D)], por Juan Guirado Morales	235
I. INTRODUCCIÓN	236
1. Consideraciones generales	236
2. Legislación de armonización sobre productos de la Unión Europea	237
A) Marco legislativo vigente para equipos eléctricos y electrónicos	238
B) Futuros cambios en el marco legislativo armonizado de productos	240
II. NORMATIVA SECTORIAL DE TELECOMUNICACIONES APLICABLE A LOS RPAS	242
1. Los RPAS como equipos radioeléctricos	243
A) Mercado CE. Declaración de conformidad	245
B) Requisitos esenciales. Evaluación de la conformidad	246
C) Normas armonizadas	249
D) Comercialización	249
E) Puesta en servicio y uso	250

	Pág.
F) Documentación técnica. Instrucciones.....	251
G) Autorizaciones de carácter temporal.....	252
H) Vigilancia del mercado y régimen sancionador	253
2. Régimen de utilización del espectro radioeléctrico	253
A) Reglamento de radiocomunicaciones UIT-R	255
B) CNAF	255
C) Interfaces radioeléctricas.....	257
D) Títulos habilitantes.....	258
E) Autorizaciones de carácter temporal o experimental.....	259
F) Inspección y control. Protección. Régimen sancionador	261
III. ENLACE DE MANDO Y CONTROL.....	261
1. Bandas de frecuencias.....	262
A) Consideraciones generales.....	262
B) Uso común: <i>safety «low cost»</i>	263
C) Uso privativo	264
D) Uso de redes móviles MFCN.....	265
2. Requisitos.....	267
A) Consideraciones generales.....	267
B) Parámetros técnicos	268
C) Compatibilidad electromagnética	269
D) Redundancia.....	272
E) Prestaciones	272
IV. CIBERSEGURIDAD	272
1. Análisis jurídico	273
A) Consideraciones generales.....	273
B) Marco normativo en Europa.....	274
C) Marco normativo en España.....	275
2. Análisis técnico	276
A) Evaluación de riesgos	276
B) Amenazas	276
C) Medidas de protección	277
V. CONCLUSIONES.....	278
CAPÍTULO XI. LA NOTIFICACIÓN [ART. 26.G)] E INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES E INCIDENTES (DA 4.^a). LA RESPONSABILIDAD DEL OPERADOR Y SU ASEGURAMIENTO OBLIGATORIO [ART. 26.C)], por María Jesús Guerrero Lebrón.....	279
I. INTRODUCCIÓN.....	279
II. LA RESPONSABILIDAD Y LA SEGURIDAD AÉREA	281
1. La notificación de accidentes e incidentes graves [art. 26.g)] y los sucesos (DA 4. ^a).....	281
2. La investigación técnica de accidentes e incidentes graves de RPAS.....	285

	Pág.
III. LA RESPONSABILIDAD DEL OPERADOR POR EL USO DE LOS RPAS.....	286
1. Responsabilidad derivada de la utilización ilegítima de los RPAS....	286
2. Responsabilidad derivada de accidente.....	286
IV. EL ASEGURAMIENTO OBLIGATORIO O LA CONTRATACIÓN DE UNA GARANTÍA FINANCIERA EQUIVALENTE DEL OPERADOR [ART. 26.C)].....	292
1. El régimen transitorio y el actual.....	292
2. La relación entre el régimen de responsabilidad civil y el aseguramiento obligatorio.....	294
3. Los seguros que se ofertan en la práctica.....	297
4. La falta de contratación del seguro obligatorio y la pérdida de cobertura posterior.....	298
 CAPÍTULO XII. OBLIGACIONES DEL OPERADOR EN MATERIA DE PROTECCIÓN DEL HONOR, LA INTIMIDAD PERSONAL Y FAMILIAR, LA PROPIA IMAGEN Y LOS DATOS DE CARÁCTER PERSONAL [ART. 26.F)]. COMPETENCIAS DE LA AEPD (ART. 7.3), por Patricia Márquez Lobillo.....	 301
I. SOBRE EL CONTENIDO DEL ART. 26.F): ¿PARA ESTE VIAJE HACÍAN FALTA ALFORJAS?.....	302
1. Una mera remisión legislativa no es suficiente: la demanda de un régimen jurídico <i>ad hoc</i>	302
2. El potencial de las aeronaves pilotadas por control remoto para realizar operaciones que puedan conculcar los derechos que analizamos.....	304
3. Régimen jurídico aplicable a la protección del honor, de la intimidad personal y familiar, de la propia imagen y de los datos de carácter personal cuando se captan y tratan datos en operaciones con aeronaves pilotadas por control remoto.....	306
4. Las competencias de la AEPD: referencia a una nueva e innecesaria remisión legislativa.....	309
II. LA DETERMINACIÓN DEL SUJETO RESPONSABLE: BREVE PERO NECESARIA MENCIÓN.....	310
III. LAS OBLIGACIONES DEL OPERADOR EN MATERIA DE PROTECCIÓN CIVIL DEL HONOR, LA INTIMIDAD PERSONAL Y FAMILIAR Y LA PROPIA IMAGEN.....	311
IV. LA PROTECCIÓN DE DATOS PERSONALES CAPTADOS Y TRATADOS EN OPERACIONES CON AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO.....	313
1. Consideraciones generales predicables tanto de las operaciones con aeronaves pilotadas por control remoto llevadas a cabo por «operadores privados» como de las efectuadas por «operadores públicos».....	313
2. Especialidades de la protección de datos en «operaciones privadas» con aeronaves pilotadas por control remoto: examen del Reglamento General de Protección de Datos europeo.....	317

	Pág.
3. Especialidades de la protección de datos en «operaciones públicas» con aeronaves pilotadas por control remoto: régimen actual y perspectivas de futuro	325
A) Régimen jurídico actual	326
B) La incorporación a nuestro ordenamiento de la DPD2016	328
CAPÍTULO XIII. LA SUPERVISIÓN, CONTROL Y RÉGIMEN SANCIONADOR (ART. 7 Y DA 1.^a, APDO. 5). RPAS Y SEGURIDAD PÚBLICA (DA 1.^a, APDO. 1). EL RÉGIMEN SUPLETORIO EN MATERIA DE PROCEDIMIENTO ADMINISTRATIVO (DF 3.^a), por Antonio Fortes Martín.....	331
I. LA PROLIFERACIÓN DE RPAS Y SU NECESARIO CONTROL Y SUPERVISIÓN (Y EN SU CASO SANCIÓN)	331
II. EL CONTROL (ADMINISTRATIVO) EN LA UTILIZACIÓN CIVIL DE RPAS POR RAZONES DE SEGURIDAD.....	335
1. El marco de actuación que ofrece primigeniamente la LSA.....	335
2. La garantía de la seguridad: principio y fin de la supervisión y control en la utilización civil de RPAS	337
III. EL CONTROL Y SUPERVISIÓN EN LA UTILIZACIÓN CIVIL DE RPAS	340
1. Facultades de supervisión y control por la AESA.....	340
2. Objeto y alcance de las funciones de supervisión y control en la utilización civil de RPAS	343
A) La supervisión y control de RPAS bajo el RD 1036/2017.....	343
B) Supervisión del cumplimiento de los requisitos reglamentarios del RD 1036/2017 para poder operar RPAS	348
C) Supervisión de las operaciones y vuelos con RPAS	351
D) La supervisión de las operaciones con RPAS: seguridad aérea y seguridad pública	353
IV. EL RÉGIMEN SANCIONADOR A RESULTAS DE LA UTILIZACIÓN CIVIL DE RPAS.....	354
1. La aplicación del cuadro normativo sancionador de la LSA por remisión (obligada) del RD 1036/2017.....	354
A) El esquema sancionador general en la materia	354
B) Tipos infractores y sujetos responsables en la utilización civil de RPAS a la luz del marco jurídico sancionador de la LSA.....	359
C) Otras (posibles) infracciones y sanciones en la utilización civil de RPAS por razón de la seguridad pública	365
2. Acerca del procedimiento administrativo sancionador en la utilización civil de RPAS y del régimen general supletorio en materia de procedimiento.....	366

	Pág.
CAPÍTULO XIV. EL RÉGIMEN JURÍDICO DEL AEROMODELISMO Y LA UTILIZACIÓN DE RPA PARA ACTIVIDADES LÚDICAS [ARTS. 1.2, 2.2.C)2.º, DDAA 1.ª2, 2.ª, 3.ª, 5.ª]; DDU (ART. 23 BIS DE LAS REGLAS DEL AIRE), por Luis Cazorla González-Serrano	369
I. INTRODUCCIÓN: ALGUNAS CUESTIONES TERMINOLÓGICAS Y CONCEPTUALES PRELIMINARES	369
II. UNA APROXIMACIÓN AL RÉGIMEN JURÍDICO DEL AEROMODELISMO EN EL RD 1036/2017: ESPECIAL REFERENCIA AL USO DEPORTIVO	372
1. El régimen jurídico del aeromodelismo en el RD 1036/2017	372
A) Las obligaciones específicas en relación con los riesgos a la seguridad, regularidad o continuidad de las operaciones aeronáuticas (DA 2.ª)	373
B) Reglas de policía de la circulación aérea en la operación de aeronaves tripuladas por control remoto con fines recreativos, deportivos o lúdicos (DA 3.ª)	374
2. Especial referencia al uso deportivo de aeromodelos y a las «carreteras de drones»	374
III. SUCINTAS CONCLUSIONES	376
BIBLIOGRAFÍA.....	379

PRESENTACIÓN DE LA OBRA

Tan solo cinco meses después de que se publicara en el *BOE* el «Real Decreto 1036/2017, de 27 de diciembre, por el que se regula la utilización civil de las aeronaves pilotadas por control remoto, y se modifican el Real Decreto 552/2014, de 27 de junio, por el que se desarrolla el Reglamento del aire y disposiciones operativas comunes para los servicios y procedimientos de navegación aérea y el Real Decreto 57/2002, de 18 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Circulación Aérea», se publica esta obra colectiva que, además de desentrañar su contenido regulatorio, esboza un panorama más general, incluyendo un estudio histórico acerca de estos vehículos, el régimen de las aeronaves militares pilotadas por control remoto y el del aeromodelismo. Se abordan igualmente algunas de las cuestiones más espinosas derivadas del uso de los *Remotely Piloted Aircraft Systems* (en adelante RPAS), como el potencial peligro que suponen los drones para el derecho a la intimidad y la privacidad de las personas o la responsabilidad que puede derivarse por los daños ocasionados en caso de accidente, o en otros supuestos, para el operador y para el fabricante de RPAS. No puede decirse que el legislador permanezca ajeno a la problemática que mencionamos, a la que se hace alusión expresa en el texto [*vid.*, al respecto, los arts. 15.1, 26.c) y 26.f)], ni cabe negar el indudable esfuerzo del regulador, y el mérito que supone para nuestro país contar con una regulación tan detallada y completa de pretensiones mucho más ambiciosas que otras de nuestro entorno (incluyendo además los medios aceptables de cumplimiento y el material guía recién publicado en el *BOE* de 18 de abril). Sin embargo, para algunos de estos aspectos no se aborda en el nuevo Real Decreto, como hubiera sido deseable, una respuesta específica que acomode las reglas ya existentes a las peculiaridades del sector; quizá porque las soluciones a los problemas que pueden originarse deban plantearse a nivel comunitario e incluso internacional. Como resulta obvio, en ausencia de normas especiales, es obligado acudir a la regulación general en materia de protección de los datos personales y de los derechos al honor y a la imagen y, por lo que se refiere a la responsabilidad, a las mismas normas que rigen la aviación tripulada; y ello aunque se ponga de ma-

nifiesto, en numerosas ocasiones, lo inadecuadas que resultan unas y otras. Ese divorcio entre la realidad y las normas encargadas de regularlas atenta contra la seguridad jurídica y puede suponer un obstáculo en el avance de este sector.

Respecto a los trece autores que participan (a los que me sumo), debo agradecerles su disposición a colaborar. Un nutrido grupo de ellos se unieron al proyecto desde el principio, pues he de confesar que la iniciativa surgió hace más de dos años, cuando el Gobierno empezó a plantear los trabajos para convertir la regulación, hasta ese momento transitoria, en una normativa con visos de permanencia. No obstante, esa transitoriedad se ha mantenido casi cuatro años, y durante ese periodo de incertidumbre, que nos ha acompañado desde que manejamos la primera versión del borrador de Real Decreto, allá a finales de 2015, no han dudado en confiar en la solvencia de mi propuesta. Por lo que se refiere a los demás, que se han ido incorporando al grupo en otros momentos, de la misma forma debo manifestar públicamente el reconocimiento a su labor, que en algún caso he requerido casi en forma de asalto (aquí y ahora). Todos han respondido con absoluta generosidad, aportando su experiencia y valiosos conocimientos que contribuyen a completar el amplio abanico de áreas que la visión omnicompreensiva de esta compleja realidad que he tratado de presentar exigía.

No hay improvisación, pues, sino una labor concienzuda, meditada y multidisciplinar de la mano de expertos que, desde hace tiempo, vienen dedicándose al estudio, en general, y al análisis, en particular, de los principales problemas jurídicos que nos plantea esta realidad (no tan nueva, si nos atenemos a los datos históricos que nos aporta nuestro historiador de la aviación, mi querido Eugenio).

* * *

Resulta ya un clásico la referencia a las posibilidades que los RPAS presentan con la anglosajona expresión de «*the 3 D*», esto es, permiten afrontar tareas que se caracterizan por los tres adjetivos que empiezan por *d*: *dull* (tedioso), *dirty* (sucio) y *dangerous* (peligroso).

Así, se pueden llevar a cabo misiones muy largas, aburridas y físicamente muy exigentes, superando los inconvenientes que para las aeronaves tripuladas pueden representar el cansancio y la tensión acumulada de la tripulación y la imposibilidad o gran dificultad de los relevos; con aeronaves no tripuladas no es complicado mantener una o varias plataformas en el aire durante muchas horas, bien de forma simultánea o consecutiva, y relevar en tierra a los operadores sin tener que interrumpir la misión en curso.

Se dice igualmente que estos vehículos están especialmente pensados para trabajar en ambientes sucios porque permiten operar en zonas donde existe contaminación NBQR (nuclear, biológica, química y radiactiva) y donde los riesgos para el organismo humano serían demasiado elevados si se realizasen misiones con aeronaves tripuladas.

Finalmente, la tercera «*d*» está relacionada con misiones en las que el peligro para una aeronave tripulada es demasiado importante debido a amenazas en tierra, como es el caso de las defensas antiaéreas presentes en la zona sobrevolada. Al no llevar a nadie a bordo, el dron puede asumir estas misiones poniendo en riesgo únicamente la plataforma aérea, pero nunca la vida humana.

Y aunque la expresión de «las tres d» se acuñó en el ámbito militar, es evidente que los mismos escenarios son extrapolables a las misiones civiles, donde este tipo de aeronave viene demostrando su utilidad en múltiples campos, como la investigación medioambiental, la meteorología, el control de tráfico, la vigilancia agrícola o pesquera, la investigación oceanográfica y, por supuesto, las comunicaciones y la vigilancia de estructuras extensas y críticas (eléctricas, ferroviarias, energéticas, etc.), entre otras muchas.

No cabe duda de que los vehículos aéreos no tripulados y sus sistemas asociados son en la actualidad un campo tecnológico en expansión con multitud de aplicaciones civiles y de defensa. Ni tampoco de que sus dimensiones, sus configuraciones aerodinámicas, la duración de sus vuelos, el alcance y la carga útil o de pago son muy diferentes en la gran variedad de RPAS que existen, que van desde los grandes que pueden alcanzar 14 toneladas de peso y una carga útil superior a los 1.300 kg, hasta los pequeños, capaces de ser transportados y lanzados a mano.

* * *

Por lo que respecta al impacto económico que previsiblemente va a tener la industria de las aeronaves pilotadas por control remoto (según el Plan Estratégico para el desarrollo del sector civil de los drones en España, 2018-2021, presentado por el Ministerio de Fomento) se piensa que puede alcanzar en 2035 un volumen de negocio anual superior a 10.000 millones de euros al año y en 2050 de 14.600 millones de euros. Como consecuencia de este incremento del negocio se vaticina una importante creación de puestos de trabajo, fundamentalmente en relación con el personal dedicado al control de las aeronaves no tripuladas. Para 2035 se estima que el número de pilotos que se necesitará en Europa puede alcanzar los 50.000, ampliándose la demanda hasta 55.000 en 2050. Pero igualmente el desarrollo tecnológico y la expansión de este sector deberán tener consecuencias en otros sectores conexos de la industria aeronáutica. Así, de las empresas que integran la cadena de valor, las que presentarán mayor potencial de crecimiento serán las de prestación de servicios. Se estima un potencial de generación de empleo en estas empresas de 40.000 puestos de trabajo para el año 2035 y de 55.000 para el 2050. Asimismo, se espera que el mercado de drones para uso recreativo contribuya notablemente a este crecimiento ya que puede alcanzar en el largo plazo aumentos en el volumen de ventas de 1 a 1,5 millones de drones anuales con un precio medio inferior a los 500 euros. En conjunto, ello supondrá un impacto en el mercado de aproximadamente 500 millones de euros.

Por lo que respecta al mercado español se espera que la flota de drones de uso profesional en España supere las 51.400 aeronaves en 2035 y llegue a alcanzar las 53.500 en 2050, lo que produciría un impacto económico de 1.220 millones de euros en 2035 y de 1.520 millones en 2050. Por otra parte, teniendo en cuenta los ratios de creación de empleo, se espera que este mercado genere 11.000 puestos de trabajo en 2035, llegando a los 11.500 empleos en 2050.

* * *

Esta diversidad en los diseños y las aplicaciones, junto al crecimiento exponencial del sector, dificulta el panorama hasta el punto que está haciendo replan-

tear las fórmulas utilizadas por ahora (incluida la seguida en el Real Decreto 1036/2017) para la regulación de las aeronaves pilotadas por control remoto, que se limitan a clasificarlas en función de la masa máxima al despegue (de ello depende que tengan que certificarse o no, que sea preceptivo que figuren inscritas en el Registro de aeronaves, la forma en que se tramitará la habilitación para su uso, las condiciones de utilización del espacio aéreo que se les exige, los requisitos de mantenimiento, e incluso el importe de la garantía o seguro de responsabilidad civil que hay que contratar para poder operar con ellas, entre otros aspectos), para tratar de consolidar, al menos por lo que a los aspectos relacionados con la seguridad se refiere (entendida en el sentido del término anglosajón *safety*), que son los que están ocupando por ahora al regulador, un régimen basado en el riesgo que puede representar cada operación, y no en el peso del vehículo.

Ese es el propósito de la regulación europea que se prepara y que, aun cuando con mucho retraso, incorporará la diferenciación entre operaciones que se calificarán, si prosperan las propuestas que circulan por el momento, como abiertas, específicas y certificadas. De modo que, una vez que se reforme el Reglamento base para que la Unión Europea asuma la competencia sobre las aeronaves pilotadas por control remoto de menos de 150 kg, las regulaciones nacionales serán sustituidas por una regulación europea común basada en las categorías indicadas.

Las operaciones abiertas («*Open Operations*») no requerirán autorización por parte de las autoridades de navegación aérea nacionales, pero deberán cumplir una serie de restricciones (esencialmente alcance visual de 150 metros, altitud máxima de 500 metros y distancia mínima a aeropuertos y/o aglomeraciones de personas).

Las operaciones específicas («*Specific Operations*») requerirán de un análisis de riesgos *ad hoc* y necesitarán de autorización expresa por parte de las autoridades de navegación aérea o de entidad acreditada al efecto («*Operations Authorisation*»). Dentro de esta categoría se incluirían las operaciones en las que se comparta el espacio aéreo controlado.

Por último, las operaciones certificadas («*Certified Operations*») serán aquellas con niveles de riesgo similar a los de la navegación aérea convencional y por tanto se exigirán las mismas condiciones y certificados que en esta. Aunque el límite entre operaciones específicas y certificadas no está concretado, parece que se situaría de acuerdo con el criterio de carga máxima al despegue (MTOM) de 150 kg.

Dicho esto, la obra que les presento se circunscribe, según su título indica, el sistema jurídico nacional, si bien los autores, como no podía ser de otra forma, hemos permanecido alerta e informados también de los avances que se han ido dando en el ámbito de la normativa supranacional e internacional, y de los distintos pronunciamientos que varias organizaciones internacionales, y autoridades de diverso ámbito, han realizado al respecto, dando cuenta de algunos de ellos a lo largo de estas páginas (al respecto, *vid.*, por lo que a la normativa europea que acabamos de mencionar se refiere, la *Opinion n.º 01/2018, Introduction of a regulatory framework for the operation of unmanned aircraft systems in the «open» and «specific» categories* de la *European Aviation Safety Agency*).

Otros recientes documentos de interés son los elaborados por el Airport Council International, titulado *ACI Europe Position on Drone Technology*, y presentado en enero de 2018, y el ya mencionado Plan Estratégico para el desarrollo del sector civil de los drones en España, 2018-2021. El primero pone el foco no solo en destacar cuáles son los potenciales riesgos y amenazas que la utilización de esta tecnología puede representar para los aeropuertos, sino en las oportunidades que se plantean para el futuro y en las medidas que hay que adoptar para poder aprovecharlas. El Plan Estratégico, por su parte, ha sido presentado por el Ministerio de Fomento, y su primer eje es la implantación del marco normativo actual y el desarrollo de la futura normativa, para lo cual las autoridades se comprometen a elaborar y poner a disposición del sector los medios aceptables de cumplimiento (AMC) y el material guía (GM) que desarrolle el RD 1036/2017 (compromiso ya cumplido con la mencionada Resolución de 2 de marzo de 2018, de la Dirección de la Agencia Estatal de Seguridad Aérea); a poner en marcha una plataforma digital para la gestión de las operaciones; a asegurarse de que los drones y sus operadores cumplen con la normativa mediante un plan de inspección, así como de que el sector participa en el desarrollo normativo; de que tiene acceso a la información y, por último, de que participa activamente en la definición de los estándares del U-Space, como se ha venido a llamar al mercado europeo de drones.

* * *

La norma que se comenta dota al sector de un marco normativo más adecuado para el desarrollo comercial de las actividades civiles con drones. Y aunque viene a sustituir al provisional que se implantó hace unos años, puede advertirse con facilidad que eso no quiere decir que sea definitivo. Por un lado, porque tal como hemos indicado, la normativa sectorial europea ya está en tramitación, y, por otro, porque ya hay incluso una Proposición no de Ley, presentada por el Grupo Parlamentario Ciudadanos, sobre medidas para la mejora de la seguridad en el uso de drones para su debate en la Comisión de Fomento.

La tarea del legislador no es sencilla, y tampoco lo es la del intérprete. Lo complejo y dinámico de la realidad que se regula y su carácter técnico, unido a la falta de obras jurídicas sobre la materia, hacen especialmente complejo aproximarse a esta parcela del Derecho.

A colmar esa laguna viene el libro que tienen ante ustedes.

Esta obra de autoría colectiva se presenta combinando la técnica del comentario al articulado con la de la redacción de catorce capítulos, en torno a los cuales he estructurado los principales temas que comprenden la materia. El objetivo de esta sistemática es que este monográfico pueda resultar útil a quienes, enfrentándose al texto normativo, quieran consultar cómo interpretar alguno de sus preceptos. Asimismo aspiramos a que sea provechosa para aquellos que emprendan su lectura con el más amplio propósito de aprehender el régimen al que se someten los operadores de estos especiales vehículos en nuestro Sistema jurídico. Ustedes valorarán si hemos conseguido nuestro propósito. Ojalá que el resultado no les defraude.

María Jesús GUERRERO LEBRÓN
Abril de 2017

CAPÍTULO I

HISTORIA DE LAS AERONAVES PILOTADAS POR CONTROL REMOTO

Eugenio DOMÍNGUEZ VILCHES
Catedrático Emérito de la Universidad
de Córdoba. DEA en Historia Contemporánea

SUMARIO: I. INTRODUCCIÓN.—II. HISTORIA DE LOS DRONES: 1. Los albores. 2. La radio, el autopiloto y los primeros aviones sin piloto. 3. Los torpedos aéreos. 4. Los juguetes de radioccontrol como impulsores de la evolución de los RPVS. 5. Los primeros drones de ataque efectivos. 6. Los RPVS de la Guerra Fría. 7. Los RPAS soviéticos. 8. Los modernos impulsores de los RPAS: Israel y el Predator. 9. Expansión y crecimiento de los drones de combate.—III. CLASIFICACIÓN DE LOS RPAS.—IV. EL FUTURO: 1. La utilización civil de los RPAS.—V. EPÍLOGO.

«Los drones, o vehículos aéreos no tripulados, son aviones pilotados a distancia de varios tamaños, formas y niveles de sofisticación, que están transformando la geografía y las infraestructuras de la Violencia de Estado. Si todos los objetos que hemos creado mediatizan de alguna manera la condición humana, entonces habría que plantearse preguntas de más enjundia, acerca de cómo los drones están cambiando el futuro de la guerra, la seguridad y la libertad de los seres humanos. Esos ojos que nos vigilan desde el cielo están reconectando el sistema internacional, desafiando el significado de la soberanía, el territorio e incluso la aplicación de las leyes nacionales. En consecuencia: ¿qué significa para los seres humanos existir en una era de violencia estatal dronificada?».

Ian G. R. SHAW, 2016

I. INTRODUCCIÓN

Los vehículos aéreos no tripulados (RPAS o UAV) son aviones pilotados a distancia que pueden transportar cargas útiles como cámaras, sensores y equipos de comunicaciones y armas. Todas las operaciones de vuelo (incluyendo despegue y aterrizaje) se realizan sin un piloto humano a bordo.

En los medios de comunicación suele utilizarse el término «*drone*» (abejorro), que es el que se ha hecho popular para el gran público. La misión de los RPAS es realizar operaciones críticas de vuelo, sin riesgo para el personal y de una forma comparativamente más rentable que los sistemas tripulados. Los RPAS civiles están diseñados para llevar a cabo misiones a un menor coste y produciendo menos impacto que un avión tripulado equivalente.

En las últimas décadas ha habido un enorme énfasis en los vehículos aéreos no tripulados, tanto de ala fija como de ala rotatoria. Históricamente, todos los RPAS se diseñaron con la vista puesta en maximizar su autonomía y alcance, pero sus demandas de diseños han cambiado en los últimos años. Las aplicaciones abarcan tanto los dominios civiles como los militares, siendo estos últimos los más importantes en la actualidad (SADRAEY, 2017). Según NONAMI *et al.* (2010), los RPAS ofrecen grandes ventajas cuando se utilizan para la vigilancia aérea, reconocimiento e inspección de entornos complejos y peligrosos, ya que se adaptan perfectamente al trabajo silencioso en esos entornos que no pueden alcanzar los aviones tripulados. El bajo riesgo y mayor confianza en el éxito de la misión son dos elementos motivadores para la continua expansión de los sistemas de aviones no tripulados. Además, su desarrollo y funcionamiento ha sido favorecido por otros avances tecnológicos, económicos y políticos que han permitido la fabricación de nuevos sensores y sistemas de propulsión que les han hecho ser, cada vez más, más ligeros y más capaces que nunca, llegando a niveles de resistencia, eficiencia y autonomía que exceden, en mucho, las capacidades humanas.

En la película, basada en hechos reales, *Behind the enemy lines*, de John Moore, de 2001, protagonizada por el conocido actor Gene Hackman, un McDonnell Douglas F/A-18 B Hornet, de la Marina de Estados Unidos, pilotado por el capitán Scott O'Grady, es derribado sobre Bosnia en 1995. Los americanos decidieron enviar patrullas de helicópteros para rescatarlo, lo que consiguen después de múltiples peripecias que fueron ampliamente aireadas por los medios de comunicación de entonces. Dos meses más tarde, un avión de reconocimiento de la USAF se estrelló también sobre territorio hostil. No se hizo ningún intento por rescatar a la tripulación, no apareciendo prácticamente nada sobre el caso en los periódicos. La explicación es bien sencilla, se trataba de un RPAS (UAV) Predator¹, cuya tripulación estaba cómodamente sentada en un refugio con aire acondicionado a cientos de kilómetros de distancia en Aviano (Italia).

Esa es la principal ventaja de un RPAS, militar o civil, un aparato menos costoso y más ligero que un avión tripulado, del que se ha eliminado todo el sistema de soporte vital, incluido el piloto. Menos peso y encima sin el peligro de

¹ <https://1995blog.com/2015/08/12/predator-drone-down-over-bosnia-20-years-ago/>.

perder el más costoso de los equipos que lleva un avión de caza/reconocimiento, el piloto.

La definición más aceptada de un RPA (Remotely Piloted Aircraft), UAV (Unmanned Aerial Vehicle) o ROA (Remotely Operated Aircraft), es la de que se trata de un vehículo aéreo que opera sin un piloto a bordo y, que se controla por control remoto, o mediante navegación autónoma por un sistema preprogramado. Por tanto, ni un cohete que vuela en órbita balística, ni un misil, proyectil de artillería, etc., pertenecen a esta categoría. Tampoco lo son los dirigibles no tripulados que se sustentan en el aire gracias a la ayuda de un gas encerrado en una estructura más o menos flexible.

Por otro lado, la AIAA (American Institute of Aeronautics), define a un RPA/UAV, como un avión que está diseñado o modificado para no llevar un piloto humano a bordo y que es operado gracias a los «*inputs*» electrónicos que manda un controlador de vuelo, o un sistema autónomo, mediante un equipo de gestión a bordo.

CLARK (1999), defendió una tesis doctoral en la Escuela de Estudios Avanzados de la Universidad del Aire de París, cuyo título era enormemente sugestivo, a la hora de definir un RPA: «Poder Aéreo por el Pueblo, para el Pueblo, pero sin el Pueblo».

En ella, se definía un RPAS como un avión autopropulsado que realiza vuelo sostenido, gracias a la sustentación aerodinámica y sin llevar un humano a bordo. Hasta aquí, podríamos estar hablando de numerosos equipos que se han diseñado desde que el hombre ha tratado de producir máquinas voladoras. Pero en realidad va más allá, ya que añade que deben estar diseñados para que retornen a su punto de partida y, por tanto, puedan ser reutilizados. Recuerde el lector el viejo aserto aeronáutico: «Un buen aterrizaje es aquel en el que el piloto sale por su propio pie del avión; uno excelente es aquel en el que el avión puede ser reutilizado y volado de nuevo».

Esta es una definición un tanto excluyente que nos lleva la historia de los RPAS hasta épocas muy recientes. De esta manera, no serían RPAS, los vehículos más ligeros que el aire, globos aerostáticos, zepelines, *blimps*, ni cualquier otro dirigible, controlado desde tierra y elimina de la ecuación RPAS a aquellos aviones autónomos que se están desarrollando en la actualidad y que no llevarán pilotos, pero sí pasaje humano. Tampoco incluye a los misiles balísticos que no emplean sustentación aerodinámica, aunque sí los misiles cruceros, aunque claro, estos no están hechos para volver, sino para destruirse en su destino. Nosotros, en el apartado de historia que sigue, hemos sido más laxos y, para ajustarnos a una praxis histórica, sí incluimos a todos los mencionados anteriormente, con tal de que no sean tripulados por un ser humano.

II. HISTORIA DE LOS DRONES

1. Los albores

La historia de los aviones no tripulados es la historia de cualquier aeronave construida por el hombre y va desde la antigüedad más remota, cuando las co-

metas chinas inundaron los cielos, pasando por el primer globo de aire caliente de los hermanos Montgolfier. De hecho, el arte del vuelo no tripulado llegó antes de que alguien subiera a bordo de un avión, como consecuencia del riesgo que ello conllevaba.

El primer vuelo sin tripulación se llevó a cabo dos mil años atrás, cuando un joven en China estaba parado en una colina azotada por el viento volando el primer vehículo remotamente controlado de la historia, una cometa agarrada a un trozo de cuerda como sistema de control desde el suelo.

Algunos siglos más tarde, entre el año 428 y el 347 antes de nuestra era, el filósofo y matemático griego Archytas de Tarento construyó el primer modelo no tripulado de avión del mundo, «la Paloma», un pájaro mecánico realizado en madera y accionado por el aire comprimido encerrado en su estómago, voló más de doscientos metros antes de estrellarse y necesitar de su reconstrucción (DALAMAGKIDIS, VALAVANIS y PIEGLE, 2012).

Las primeras referencias a cometas utilizadas en aplicaciones militares se remontan al siglo II antes de nuestra era, cuando Ham Hsin, un general chino, utilizó cometas para triangular la distancia que debía medir un túnel que estaba cavando para entrar bajo las murallas de una ciudad sitiada por su ejército. También en China y por la misma época, otro general chino, Zhuge Lian, utilizó globos de papel equipados con lámparas de aceite que calentaban el aire en su interior y los hacía subir a gran altura durante la noche, de tal manera que el enemigo creyó que una fuerza divina acompañaba al general, rindiéndose asustado.

En Europa, las cometas cautivas volaban desde el siglo II de nuestra era, aunque el primer uso militar ocurrió durante la batalla de Hasting en Inglaterra, donde fueron utilizadas para la señalización de la posición de las fuerzas en combate.

La tecnología del vuelo de las cometas avanzó rápidamente en el siglo XIX, gracias sobre todo a los trabajos de sir George Cayley, tercer barón de Brompton, el verdadero «padre de la aviación» (DEE, 2007) y su trabajo sobre cometas y planeadores (HARDING, 2006).

Otro contribuidor significativamente temprano de la aviación no tripulada en combate fue el periodista William A. Eddy (1893-1909) pionero de la aviación no tripulada de combate, que tomó fotografías de la guerra hispano-estadounidense con cámaras que instaló en cometas (ERHARD y STRAUCH, 2015). El interés de Eddy en las cometas se renovó cuando conoció los avances de Douglas Archibald, que usó cometas para medir las diferencias en la velocidad del viento, y Alexander McAdie, que repitió los experimentos de la cometa de Benjamin Franklin con un electrómetro. En 1887, Eddy oyó hablar de las cometas maniobrables de Woodbridge Davis y, basándose en las cometas romboidales sin cola comunes en Java, trató de completar los detalles que les faltaban a estas. En las cometas romboidales de diamante, la cola era necesaria para la estabilización, pero esta cola se convertía en un problema al encadenar varias cometas con objeto de alcanzar mayores altitudes. De esta manera, agregó un arco en el mástil de la cruz y realizó un agujero en el cruce de los palos que le permitió encadenar varias de ellas. La Exposición Mundial Colombina de Chicago 1893

le dio la oportunidad de adquirir una cometa malaya auténtica, que le inspiró mejoras adicionales y le llevó a construir lo que ahora se conoce como la cometa de diamante de Eddy. También mejoró el método para encadenar varias cometas². La publicación de Eddy de las temperaturas del aire medidas con cometas atrajo la atención de la Sociedad Meteorológica Americana. Más tarde, el 30 de mayo de 1895, Eddy tomó la primera fotografía aérea de América, treinta y siete años después de las primeras fotografías realizadas por Nadra en globo y siete años después de las primeras fotografías desde cometas de Arthur Batut. Eddy mejoró la técnica de Batut, e incluso experimentó con la telefonía y mensajería, a través de cometas y espejos colocados en ellas^{3,4}.

Aunque las cometas contribuyeron significativamente a la aviación en general, su principal aporte no fue su uso como sistemas no tripulados, sino como precursores de los vuelos tripulados. En 1900, el inventor norteamericano Samuel Franklin Cody experimentó con cometas que podían transportar a una persona. La patente de su invento se la ofreció en 1901 al UK War Office para que se usara como «*spotter*» de reconocimiento en la guerra de los Bóers en Sudáfrica. Con tal fin, realizó algunas exhibiciones en Londres, donde llegó a alcanzar en una ocasión una altitud de cerca de setecientos metros, más tarde llegó a atravesar el canal de la Mancha con una de sus cometas remolcada por una lancha (HARDYNG, 2006).

A estos ensayos siguieron los vuelos con planeadores, en cuyos diseños realizó grandes avances que tuvieron gran importancia en el trabajo de los hermanos Wright, y en los del pionero de la aviación alemana, Otto de Lilienthal que empleó planeadores no tripulados como aparatos experimentales de prueba, que le permitieron realizar diseños de alas y el empleo de estructuras ligeras que luego tuvieron gran importancia en el desarrollo posterior de la aviación. Lilienthal murió en un accidente en 1896, volando uno de sus últimos diseños.

Volviendo atrás, hay que señalar que el 22 de agosto de 1849, los austriacos lanzaron 200 globos no tripulados cargados de bombas sobre Venecia. Los ataques crearon pocos daños, pero Venecia se rindió dos días después. Los globos iban armados con bombas controladas por espoletas de tiempo. La prensa de Viena de aquella época publicó lo siguiente: «Dado que las lagunas de la ciudad impiden el asentamiento de artillería a una distancia que les permita el tiro, Venecia ha tenido que ser bombardeada por globos. Cinco globos de ocho metros de diámetro se han construido en Treviso. Cuando el viento sea favorable, serán lanzados sobre Venecia, donde al llegar sobre su vertical, serán incendiados por un mecanismo electromecánico por medio de un largo alambre aislado de cobre, conectado a una gran batería galvanométrica que se hallará en las orillas de las lagunas. La bomba caerá verticalmente, y explotará al llegar al suelo»⁵. En sentido estricto un RPA.

² Anteriormente, cada cometa se ataba a la anterior, en cambio, él hizo que las líneas de las cometas individuales se ramificaran en una línea principal común.

³ «Messages over kite wires: Telephoning and telegraphing my means of a midair line», *New York Times*, 1, 7 de diciembre de 1896.

⁴ «New phase of kite flying: Inventor Eddy has a machine to reflect surrounding country», *New York Times*, 8, 30 de agosto de 1897.

⁵ *Scientific American*, marzo de 1849.

La construcción del primer avión sin piloto propulsado por un motor de vapor, lo realizó Samuel Pierpont Langley, con el que llegó a realizar, el primer intento serio de vuelo de un más pesado que el aire, sostenido y controlado desde tierra. Este avión recibió el nombre de «Aerodrome» núm. 5, lanzándose sobre el río Potomac, cerca de Washington en mayo de 1896, en un vuelo que duró más de un minuto. A Karl Jatho, en Alemania, parece corresponderle el honor de haber hecho volar realmente, el primero más pesado que el aire, precediendo a los hermanos Wright, aunque su vuelo nunca fue homologado como tal. Entre agosto y noviembre de 1903, Karl Jatho probó su gran máquina voladora cerca de Hannover, Alemania. Según parece, al principio la máquina tenía tres superficies de elevación, que pronto fueron reducidas a dos. Jatho logró hacer algunos saltos cortos en el aire, el mejor de los cuales alcanzó menos de 60 m y a una altitud de unos tres metros. Sin embargo, no quedó satisfecho con sus magros resultados, que atribuía a la falta de potencia del motor de un solo cilindro 10 HP Buchet que movía una hélice de dos palas. Además, las alas de su aparato eran esencialmente planas, no teniendo al parecer ninguna curvatura en sección, por lo que su sustentación era muy limitada. Lo mismo que el sistema de control, que al parecer también tenía muy poca efectividad. Seis años después, Jatho construyó y voló sin problemas un avión más robusto, pero ya era tarde, los Wrights se le habían adelantado con su Flyer en Carolina del Norte (GIBBS-SMITH, 1966).

2. La radio, el autopiloto y los primeros aviones sin piloto

Como ocurre a menudo con muchos avances tecnológicos, las invenciones de elementos aparentemente sin relación dan lugar a avances considerables que sirven como catalizadores de nuevos conceptos.

Tal es el caso de las aeronaves no tripuladas. Incluso antes del primer vuelo de los hermanos Wright en 1903, el famoso inventor, ingeniero mecánico, físico, etc., de origen croata, Nikola Tesla, promovió a finales de 1890, la idea de que un aparato volador tripulado remotamente podría usarse como bomba guiada hasta un objetivo.

Su concepto pudo haber nacido, como consecuencia de la construcción por el mismo, del primer torpedo naval guiado a distancia en 1898, el «Teleautomaton»⁶. El invento de Tesla precedió a la invención de la radio, demostrando una de las primeras aplicaciones prácticas de un dispositivo conocido como el «transmisor de espectro amplio», desarrollando los primeros equipos que permitían la separación de las frecuencias de radio y, por ello también, se le considera por muchos, como el verdadero inventor de la radio moderna. En 1897, cuando la radio estaba aún en su infancia, el inglés Ernest Wilson, patentó un sistema que por medio de radiocontrol era capaz de pilotar un vehículo naval. Su objetivo primario, era crear un arma naval que en forma de un torpedo dirigible a distancia desde la costa o desde otro barco, pudiera alcanzar un blanco. No existen evidencias de que nunca se construyera un vehículo de estas características basado en los planos de Wilson (VAN NOSTRAND, 1916).

⁶ <http://teleautomaton.com/post/1373803033/how-teslas-1898-patent-changed-the-world>.