

Simuladores: adiós a las armas

La simulación permite el adiestramiento de los soldados sin arriesgar su seguridad, en el tiempo más breve posible y con el menor gasto

EN la madrileña base aérea de Cuatro Vientos se interceptan cada día veinte aviones enemigos cuando vuelan a dos veces la velocidad del sonido sin que un solo aparato español despegue del suelo. En Rota (Cádiz), quince pilotos toman y despegan diariamente en la cubierta del *Príncipe de Asturias*, aunque el buque insignia de la Armada se encuentre en aguas de Galicia. Y en Toledo, rara es la semana que no se efectúan media docena de maniobras sin que nadie oiga un solo

tiro. Estos ejemplos son sólo algunos de los cientos de posibilidades que ofrecen los simuladores que las Fuerzas Armadas tienen instalados en Cuatro Vientos, Rota y Toledo.

Al igual que los principales ejércitos del mundo, las Fuerzas Armadas españolas han apostado por los simuladores para llevar adelante el adiestramiento de buena parte de su personal especializado.

No en vano su uso resulta más económico que los equipos reales y menos peli-

Volar sin alas

Los simuladores de entrenamiento acercan al usuario lo más posible a la realidad. En los simuladores de aviones el piloto se sitúa en una plataforma (A) que reproduce exactamente la cabina del avión (B) y el paisaje (C) tal como se vería desde el aparato. La plataforma cuenta con sistemas auxiliares que reproducen los sonidos y los movimientos del avión al responder a las acciones del piloto (D), de acuerdo al programa instalado en el ordenador central (E). El instructor, desde su puesto (F), controla y dirige el ejercicio, introduciendo las variables oportunas.

groso que los ejercicios sobre el terreno.

Aunque la historia está plagada de ejemplos de simulación de situaciones reales para ensayar tácticas o probar armas, el concepto moderno de simulación nace en 1929 cuando el ingeniero estadounidense Edwin A. Link puso en funcionamiento el primer simulador de vuelo. Pero hasta la Segunda Guerra Mundial no recibe el impulso decisivo con el desarrollo de la matemática moderna y del ordenador. Desde entonces, esta industria avanza al ritmo de la tecnología de vanguardia. Su exigencia constante de aproximación a la realidad consigue que las grandes firmas cuenten con divisiones

especiales para investigar nuevos productos.

Para el ingeniero Juan Revuelta, jefe del departamento de simulación de INISEL, hacer un simulador requiere sólo «tomar un sistema que ya existe y reproducirlo con la mayor fiabilidad posible de forma que cumpla los objetivos de entrenamiento que se pretendan al menor costo posible».

Divididos en tres categorías (didácticos, de instrucción y adiestramiento táctico, y estratégicos), los simuladores, efectivamente, abarcan toda la actividad de las Fuerzas Armadas. Los didácticos son adiestradores parciales que sirven para introducir a un alumno en el funcionamiento de un sub-

sistema, como la navegación en un avión, la dirección de tiro de un carro de combate o la familiarización con el instrumental de un determinado aparato. Su configuración es muy sencilla, hasta el punto de que pueden instalarse en cualquier lugar, ya que en muchos casos constan únicamente de un ordenador personal dotado de un programa específico.

Los de instrucción y adiestramiento son los más extendidos y pueden ser la réplica de un arma (como los lanzamisiles), la representación de un instrumental o elementos mediante los cuales se realizan operaciones (defensa aérea, maniobras, guerra electrónica, etcétera) o la simulación de un sistema de armas (avión, submarino, carro de combate, entre otros). Su objetivo es adiestrar personal cualificado en el tiempo más breve posible, sin riesgos y con el menor gasto. Entre sus funciones destaca su utilidad para la selección y evaluación del personal, la posibilidad de entrenar en fases iniciales y avanzadas y, desde luego, acostumbrar a los usuarios a posibles escenarios futuros.

Juegos de guerra. A los simuladores estratégicos se les conoce también como *juegos de guerra*. Se utilizan para evaluar planes operativos en los que intervienen numerosos factores, desde la moral de un pueblo hasta el nivel de adiestramiento de las unidades de un ejército. Los datos son manejados por un ordenador que valora las decisiones adoptadas para solucionar un supuesto. Un instructor actúa de árbitro y corrector de situaciones confusas creadas por los equipos contendientes en el juego.

Estos juegos están dirigidos a la formación de alumnos de Estado Mayor y al mantenimiento de la preparación de jefes de Estados Mayores Conjuntos que han

de sostener vivos sus conocimientos e instintos estratégicos. El Ejército estadounidense los emplea con asiduidad para la formación de sus mandos. La OTAN utiliza un simulador llamado *Command Post Office* para estudiar las dificultades a las que podría enfrentarse la organización.

En lo fundamental, todos los simuladores constan de una plataforma, un ordena-

nes que ha de ver como resultado de sus maniobras y los movimientos, sonidos y percepciones que producirá la máquina cuando reaccione a sus órdenes, o responda a las supuestas condiciones externas tales como las características del terreno, condiciones atmosféricas, etcétera.

Según Gary George —ingeniero jefe de CAE-LINK, una de las compañías líderes

aviones y submarinos hasta carros de combate y lanzadores de misiles. Los simuladores de entrenamiento colectivo son los que suponen un mayor ahorro, ya que sustituyen en su trabajo costosos movimientos de tropas —simuladores de maniobras— o representan acciones en las que habrían de participar armas o material cuya puesta en marcha requiere una elevada inversión —caso de los simuladores de defensa aérea, o guerra naval o electrónica.

SEWS. Como ejemplo del funcionamiento y de las prestaciones de un simulador colectivo se puede citar el *Strike Electronic Warfare Simulator* (SEWS).

El SEWS es el simulador de guerra electrónica de la Armada estadounidense en el Centro de Armas Navales, en California. Desde principios de este año evalúa las modificaciones que se producen en los sistemas de guerra electrónica y orienta las innovaciones que deben incorporar las flotas que portan estos instrumentos.

El sistema cuenta con dos superordenadores que ocupan, cada uno, una superficie de 150 metros cuadrados y dispone de otro en el que se almacena una completa biblioteca de amenazas. Su mantenimiento anual cuesta tres millones de dólares (más de 300 millones de pesetas), aunque sus promotores afirman que ahorra «tiempo, dinero y aviones». Como ejemplo, el *Journal of Electronic Defense* asegura que las pruebas de guerra electrónica de un avión A-6E dentro del circuito de pruebas real de la Navy cuesta por término medio 20.000 dólares por prueba, mientras que el simulador reduce su coste «a unos pocos cientos de dólares».

Los supuestos tratados con el SEWS además no son detectables por satélites espía, y gracias a él se podrán



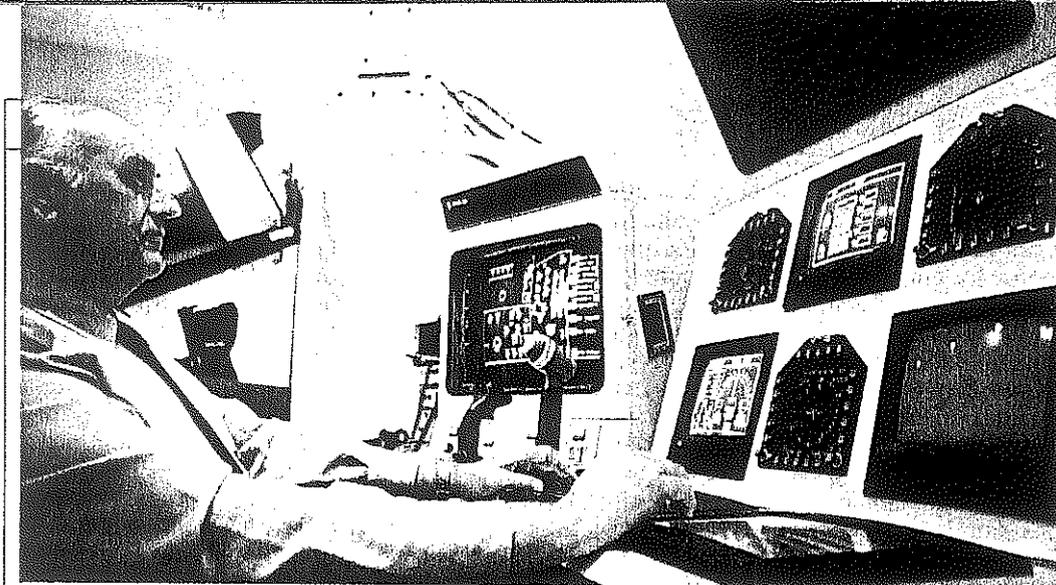
Escenario. El simulador del Harrier consigue imágenes casi reales.

dor dotado de un programa determinado, un *interface* que comunica el ordenador y la plataforma, un puesto de instructor desde el que se controlan los ejercicios, y los sistemas auxiliares que producen los efectos especiales para aumentar la sensación de realidad.

De igual forma, todos los simuladores de entrenamiento han de resolver los mismos problemas. Tienen que ser verosímiles y acercar al usuario lo más posible a la realidad en varios aspectos: el entorno físico en que se ha de situar el usuario para trabajar, las imáge-

del sector—, «con la simulación podemos reproducir un 99 por 100 de la realidad; lo único que no tenemos en el simulador es la mugre, el sudor y la sangre del campo de batalla».

Basándose en que todo sistema real puede simularse y que, para la formación, el uso de los sistemas reales resulta caro y peligroso, existen simuladores de prácticamente todos los sistemas de armas conocidos. Por su uso se pueden dividir en dos grandes grupos: los individuales y los colectivos. Entre los primeros existe una gran variedad que abarca desde



Control. El instructor dirige y valora desde su consola cada uno de los ejercicios que realiza el alumno.

probar todos los sistemas de guerra electrónica que utiliza la Armada frente a cualquier amenaza archivada en su biblioteca, que habrá de abastecerse con las aportaciones de los servicios de inteligencia.

Aviones. En cuanto a los de uso individual, los más representativos son los simuladores tácticos de vuelo de aviones de combate, ya que, debido a las altísimas velocidades a las que tienen que trabajar, sus soluciones técnicas tienen que superar a las del resto.

Los simuladores de uso individual, como factor común, comparten su total dependencia de la informática en sus componentes (*hardware*) y programación (*software*). De todos ellos los que más avances han experimentado (y aportado más conocimientos al sector) son los de vuelo, y dentro de éstos, los de aviones de combate.

Los simuladores de vuelo incluyen, al menos, tres niveles en su manejo. El *part task trainer*, entrenador parcial, que sirve para que el piloto se familiarice con los mandos del avión hasta memorizarlos. El simulador operacional de vuelo, con el que el alumno aprende a volar y practica con despeques, aterrizajes y en si-

tuaciones de extremo peligro que sólo experimentaría en caso de incidente grave. Y por último, el simulador táctico y de armas que involucra los sistemas de armas del aparato en condiciones de combate. A todos estos simuladores sólo llegan pilotos que ya son expertos en vuelo con otros aviones.

Un simulador de combate aéreo, por lo general, consiste en una cabina de avión situada dentro de una habitación dotada de una cúpula bajo la que se sitúa el avión y en la que se proyectan imágenes que imitan la realidad. La cabina, idéntica a la del avión auténtico, está instala-

da en una plataforma movida por medio de pistones hidráulicos. En una habitación aparte se encuentra el ordenador y el *interface* que le pone en contacto con la plataforma, haciendo que las imágenes en tiempo real que ve el piloto, la sensación de vértigo y los sonidos sean idénticos a los que se perciben a bordo de un avión en acción.

Para completar las sensaciones visuales y acústicas, las cabinas de simulación suelen incorporar un asiento para el piloto que puede ejercer presión sobre las zonas de su cuerpo con el fin de provocarle reacciones si-

milares a las provocadas por el aumento de la fuerza de gravedad.

En una tercera habitación se halla situado el puesto de instructor, quien establece cuáles van a ser las condiciones de la misión encomendada al piloto. Por medio de una consola conectada al ordenador conduce la lección y tiene completo control sobre los ejercicios: puede alterar las condiciones, introducir imprevistos mecánicos o meteorológicos, establecer ataques inesperados de enemigos e incluso entablar un combate con el piloto. Todas las reacciones y decisiones del alumno quedan registradas en el ordenador, de modo que, como asegura Enrique Gutiérrez Bueno, director de comunicaciones de Ceselsa, «la repetición de las jugadas más interesantes otorgan a los simuladores un gran valor añadido en el capítulo de adiestramiento».

Carros. Los simuladores de carros de combate y otros vehículos terrestres son relativamente sencillos de construir si se domina la técnica

España busca su camino

ENTRE los profesionales de este sector industrial y los responsables de Defensa con competencias en el campo del adiestramiento del personal, la creencia es unánime: el uso de la simulación va a crecer necesariamente durante esta década en España, y lo debe hacer manteniendo una política constante de investigación y desarrollo nacional de los productos que se precisan.

El jefe de la Escuela de Transmisiones del Ejército del Aire, el coronel Juan Fernández Jarrín, es tajante en este punto. «En España —dice— contamos con una magnífica estructura para desarrollar el *software* de nuestros simuladores. Y las capacidades están demostradas en la práctica con productos de primera línea fabricados en nuestro país.»

El uso de los simuladores en España comenzó en los 70, aunque entonces sólo se les dedicó una parte muy pequeña del presupuesto. El coronel Felipe Martínez Paricio escribe en un artículo para *Military Simulation and Training* que la simulación en España «era entonces comparable al entrenamiento de los maletillas, que se han de conformar con dar pases a unos cuernos empujados por otro aspirante a torero». Pero en esta década, afirma, «veremos un

constante crecimiento en las demandas de simulación en España, y la industria nacional será capaz de cubrir la mayoría de estas necesidades».

Las industrias nacionales que mantienen actividades en este campo son actualmente cuatro: Ceselsa, Inisel, Seidef y Sainco. Entre los profesionales de esta actividad, sin embargo, se considera que en España se habrá de tender a la fusión para conseguir empresas mejor dimensionadas de cara a la competencia exterior.

Los más importantes simuladores con que cuentan las Fuerzas Armadas españolas en la actualidad son los siguientes:

Ejército del Aire. F-18. Dos simuladores tácticos de vuelo construidos por Ceselsa, y situados en Torrejón y Zaragoza.

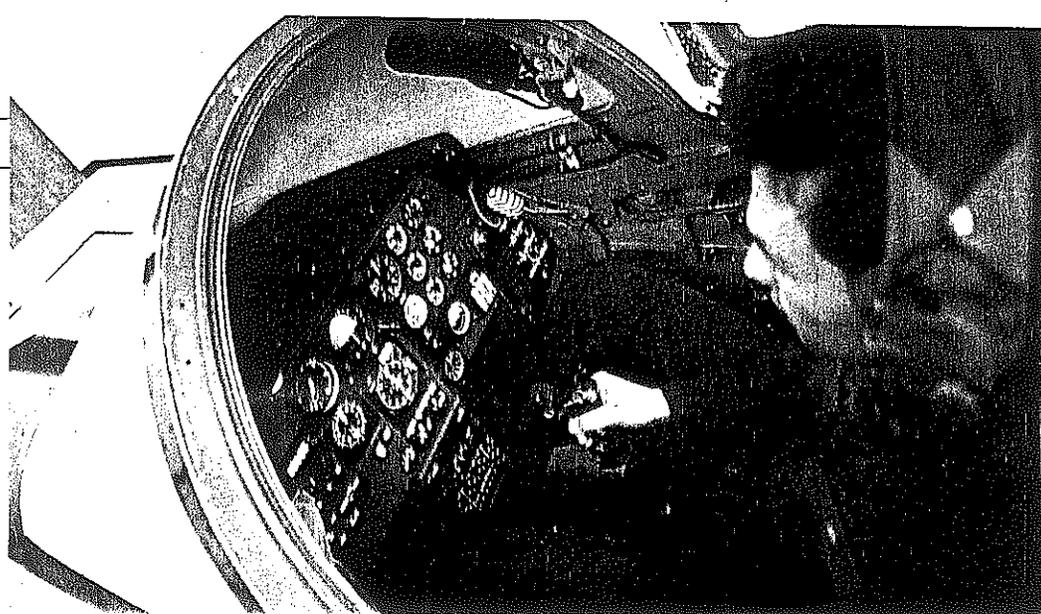
F-1. Simulador de fabricación francesa, aunque algo anticuado ya por no contar con sistema visual. Está situado en Albacete.

C-101. Para introducir a los cadetes en el manejo del avión, Ceselsa construyó dos simuladores que están situados en la Academia General del Aire, en San Javier.

de fabricación de un simulador de avión de combate supersónico. Los grandes avances que se han producido en la generación de imágenes y en la adaptación de ordenadores al campo de la simulación han favorecido enormemente el perfeccionamiento de simuladores de vehículos.

Los simuladores de los carros de combate más avanzados son los que fabrica General Electric en Estados Unidos para el adiestramiento en los *M-1* y los que produce Thomson-CSF para los *Leopard-2* alemanes. Ambos tienen un campo de visión de 120 grados y pueden representar escenas diurnas o nocturnas. Las imágenes se representan con relieve y los paisajes pueden incluir humo, niebla o cualquier otra alteración atmosférica. La plataforma en que se sitúa la cabina reproduce todos los movimientos que registra el carro al pasar por accidentes orográficos.

Los sistemas de simulación del *M-1* y del *Leopard 2* pueden destinarse al adiestramiento de conductores, tiradores o de tripulaciones completas. Además permi-



C-101. Todas las decisiones adoptadas por el piloto quedan registradas en el ordenador del simulador.

ten que varios carros marchen juntos para lograr la conjunción en maniobras. En Estados Unidos, un sistema del Ejército de Tierra denominado SIMNET (*Simulation Network*, Red de Simulación) permite que más de cien simuladores de carros participen simultáneamente en unas supuestas maniobras.

El éxito de la simulación táctica está basado, en gran parte, en el empleo de sistemas de simulación visual, de acuerdo con un viejo aforismo militar que dice: «en combate, cuanto más ves, más ganas». En la actualidad, la simulación visual,

cada vez más perfecta, es producto de ordenadores capaces de digitalizar paisajes completos para luego devolverlos al usuario a la velocidad y desde los ángulos que éste le pida.

Por el momento son tres los sistemas que han impuesto su ley en este terreno: el *Compu Scene* de la compañía estadounidense General Electric, el sistema *Visa* de la francesa Thomson y la exhibición en casco de fibra óptica de la canadiense CAE.

Los dos primeros reproducen las imágenes mediante un ordenador en *domos* o pantallas de rayos catódicos que se sitúan frente al usua-

rio y ofrecen escenarios con un 90 por 100 de realismo, en un campo de visión que puede alcanzar hasta 300 grados en horizontal y 150 grados en vertical. Las imágenes son reproducidas por ordenadores previamente alimentados con datos tridimensionales del paisaje a emplear en la simulación.

El secreto de la calidad de las imágenes está en la capacidad para renovarlas de los ordenadores. En el caso de los aviones de combate, la velocidad es demasiado elevada para hacerlo simultáneamente en todos los metros cuadrados de pantalla, pero los diseñadores han

ideado un truco. Unos sensores colocados en el casco del piloto indican al ordenador cual es, en cada momento, el campo de visión del usuario, según la posición del ojo y la cabeza. Así, el ordenador concentra su potencia en la zona que está siendo observada en ese momento y cambia la escena cada 20 milisegundos.

CAE, sin embargo, ha ido más lejos y ha creado un casco con un campo de visión de 360 grados que permite al piloto ver la escena a través de cables de fibra óptica al mismo tiempo que observa los objetos y el instrumental de la cabina.

Otros fabricantes están experimentando

SIGEL. Fabricado por Inisel, y situado en la Escuela de Transmisiones del Ejército del Aire en Cuatro Vientos (Madrid), el SIGEL permite un buen apoyo real y práctico, tanto en el campo técnico como en el operativo, a la enseñanza de la guerra electrónica.

Defensa Aérea. También localizado en la Escuela de Transmisiones y desarrollado por Ceselsa, permite la formación de operadores de radar y mandos para la defensa aérea. Trabaja en tiempo real en labores simuladas de vigilancia, identificación, y control del espacio aéreo. Su diseño se ha hecho como copia del sistema real de defensa aérea desarrollado en Canarias. Se proyecta hacerlo funcionar en el futuro en conexión con simuladores de aviones de combate que actuarían como interceptores, dando así un primer paso en el concepto más vanguardista de la simulación, las redes de simuladores.

Armada. AV 8B Harrier. Es la joya de la corona de los simuladores de vuelo en España. Fue construido hace tres años por Ceselsa y está situado en Rota (Cádiz) para entrenar a los pilotos en vuelo, misiones tácticas, sistemas de armas y procedimientos de emergencia.

Guerra Naval. Construido por Sainco se usa para

el adiestramiento de oficiales de Estado Mayor en la Escuela de Guerra Naval, en Madrid. Dispone de 20 posiciones para alumnos y otra para instructores.

Seisae. Es un simulador para operaciones anfibias diseñado y elaborado por Seidef para la Infantería de Marina. Actúa con dos bandos y un equipo de dirección, y simula todas las fases de que se compone una operación de este tipo. Actúa en tiempo real y consta de un ordenador central, una estación gráfica de tres dimensiones y ocho puestos de trabajo enlazados entre sí por una red local. Está situado en la Escuela de Aplicación de Infantería de Marina.

Ejército de Tierra. Eneas. Construido por Seidef, e instalado en la Academia de Infantería de Toledo, el Eneas es un simulador de ayuda a la enseñanza y el adiestramiento de unidades de nivel grupo táctico. Consta de unas estaciones de trabajo, con gráficos de alta resolución, instaladas en cabinas que actúan como puestos de mando y desde las que se pueden ejecutar todas las órdenes que se dan en maniobras reales, tales como movimiento, apoyo con fuego, logística, etc. Actúa en tiempo real y sus fabricantes consideran importante haber superado en su programación las 100.000 líneas de lenguaje ADA.

Simulación, una cuestión de precio

UNA de las principales ventajas que reporta la simulación en el campo militar es el importante ahorro que supone su empleo. Las tecnologías empleadas en la fabricación de armamentos son cada día más avanzadas y, por ello, más caras de adquirir y más costosas de emplear para el adiestramiento de las constantemente renovadas generaciones de soldados.

El Ejército norteamericano es, quizás, el que con mayor profusión emplea los simuladores para iniciar y mantener entrenados a sus efectivos en el uso de sus respectivas armas, desde los simples camiones hasta los misiles de última generación, y desde submarinos hasta aviones de combate.

El Pentágono, en sus peticiones presupuestarias para 1992, ha mantenido sus estimaciones para el desarrollo

desde hace tiempo este tipo de cascos con la intención de lograr lo que denominan «realidad artificial» o «realidad virtual». Esto supondrá un enorme avance debido a que sus reducidas dimensiones permitirán corregir una de las dificultades que ahora afectan a los grandes simuladores: su inmovilidad.

Ventajas. El éxito de la implantación de los simuladores en las Fuerzas Armadas se basa en las ventajas que aporta sobre el empleo de las armas reales.

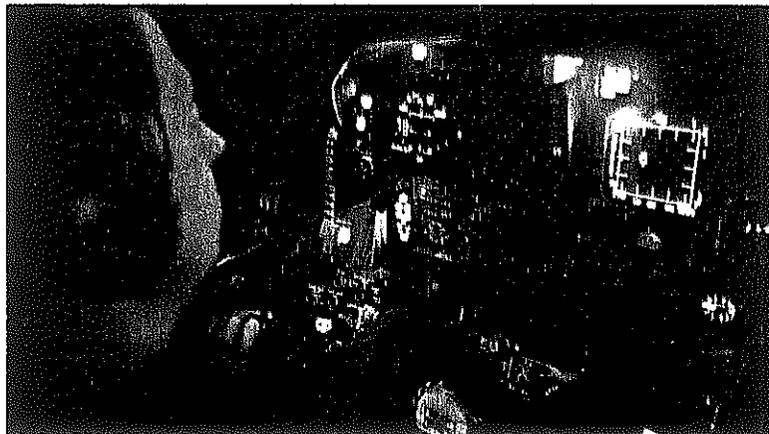
Cualquier experto, a la hora de contar sus bondades, comienza hablando del ahorro. Y es que su uso supone reducir los costes desde un mínimo de cinco veces hasta casos en los que su empleo divide por miles los gastos que implica la realización de un ejercicio con fuerza real. Es decir, permiten efectuar prácticas que, de otra manera, jamás se harían por falta de medios.

de programas de simulación, pese a que los presupuestos de Defensa han sufrido un recorte bastante respetable en ese país. La Armada gastará en simulación 446,6 millones de dólares, el Ejército de Tierra, 187 millones, y el Ejército del Aire, 210,6 millones, o sea, un total de 844,2 millones de dólares, más de 90.000 millones de pesetas.

Los expertos señalan que es lógico que los mandos recurran a la simulación cuando, en un accidente, se ponen en juego los 33 millones de dólares que cuesta un caza F-14 *Tomcat* sin extras, o los 32 millones que cuesta un F-15 *Eagle*, y, en el caso de que el accidente implicase la pérdida

del piloto, también se perderían los 7,5 millones de dólares que cuesta su formación.

En el caso del AV 8B *Harrier* que emplea la Armada, supone un coste por hora en su uso real de entre 1,5 y 2 millones de pesetas por hora, en tanto que el simulador cuesta unas 300.000 pesetas. El Ejército alemán estima que en la formación de sus conductores de carros blindados *Marder* y *Leopard 2* se ahorra un 300 por 100 utilizando un sistema mixto simulador-arma real. Mediante el sistema convencional, cada alumno formado cuesta unos 15.000 marcos, en tanto que con el sistema mixto cuesta 5.000. En sus cálculos, los alemanes consideran que un equipo de simulación de conducción de carros de combate se amortiza totalmente en tres años con un uso diario de 16 horas.



F-18. El simulador de los Hornet representa la cabina con la máxima fidelidad.

El segundo por qué del empleo de los simuladores radica en su seguridad, al permitir realizar ejercicios en condiciones extremas que en la realidad pondrían en grave peligro la vida del soldado y la integridad del aparato que estuviera manejando. Despegar, por ejemplo, con un solo motor y a plena carga permite un adiestramiento imposible de conseguir en la vida real.

La disponibilidad es otra de las ventajas. Con los simuladores no hay días malos que impidan la ejecución de los ejercicios programados, o, por el contrario, se crea un día de perros si así lo desea el instructor.

Además, está la eficacia en el aprendizaje gracias a que el manejo de los simuladores puede ser modular, haciendo hincapié cada alumno en las partes que más dificultades tiene para aprender. Un piloto tiene la posibilidad de aterrizar con su simulador veinte veces en una hora, mientras que, en la realidad, se daría por contento si lo hiciese en dos ocasiones en el mismo tiempo. La enseñanza con simuladores permite también la reflexión sobre un ejercicio, al repasar la grabación de lo hecho previamente.

El factor ecológico es también otra de las grandes ventajas que aporta la simu-

lación, pues sustituye en numerosas ocasiones el empleo de las armas reales y evita así ejecutar maniobras innecesarias.

Y aún se debe añadir una ventaja táctica: reduce el desgaste de las armas reales y aumenta, en consecuencia, su ciclo de vida y la disposición para ser empleadas en óptimas condiciones cuando fuera preciso.

De todas formas, a pesar de los aspectos positivos, a nadie escapa que cualquier entrenamiento con simulador se ha de completar necesariamente con el uso del arma real.

El futuro de la simulación, por encima de cualquier otra consideración, pasa por la creación de redes integradas

de simuladores que trabajen al unísono, como si de unas maniobras reales se tratase. Las dificultades técnicas son enormes, pero también son grandes los medios que las Fuerzas Armadas están dispuestas a dedicar a esta iniciativa.

El Ejército de Estados Unidos está empeñado en desarrollar para mediados de esta década el *Close Combat Tactical Trainer* (CCTT), un supersimulador al que destinará, según las previsiones

iniciales, 1.000 millones de dólares (unos 107.000 millones de pesetas) y con él será posible simular una batalla completa.

El periodista especializado David Saw afirma en la revista *Military Simulation and Training* que, si de la guerra del golfo Pérsico se puede extraer alguna lección, es que «los militares deben estar provistos de los mejores medios de entrenamiento. Si se decide dar poco énfasis a esta área, estaremos haciendo una falsa y posiblemente funesta economía».

Enrico Oliva
Fotos: Pepe Diaz