

## 5. ELECTRÓNICA

### 5.1

# Los sistemas de simulación: otra forma de entrenar para el combate

Por el Coronel Ingeniero Militar José Alberto Guglielmone\*

#### Resumen

Desde el Centro de Estudios de Prospectiva de Tecnología Militar “Gr1 MOSCONI”, se ha emitido un documento rector, el No. 010514/02, referido a las “Tecnologías y Objetos de Estudio Relacionados con la Defensa”, allí hay una gran cantidad de disciplinas, todas importantes y complejas para ser abordadas. Una de ellas es el Área de “SIMULACIÓN”, la cual reviste una significativa trascendencia tanto actual como futura.

En este artículo, producto de la experiencia y de lo actuado dentro de la Vigilancia e Inteligencia Estratégica, se acordará referirse al área mencionada, sin la profundidad técnica que debería tener dirigida a expertos en el tema. Por el contrario, será una visión general, haciendo hincapié especialmente en la importancia que se le da en el mundo moderno. Se orientará no solo a aquellos que les interesa el tema o que lo desconocen, sino particularmente a los que tienen el poder de decidir a fin de proporcionarles fundamentos valederos para sus acciones futuras, lo cual es una de las motivaciones y objetivos de la creación del CEPTM “Gr1 Mosconi”.

Se darán algunos fundamentos de la importancia que este tema reviste, pasando por lo desarrollado en nuestro país y las tendencias en la tecnología, la importancia que reviste en el mundo, para concluir con un idea proyecto para Ejército Argentino.

#### Introducción

En la ciencia, y desde tiempos inmemoriales, siempre ha existido la simulación de un fenómeno, mediante otro más sencillo que permitiese analizar sus características o comportamiento.

Consecuentemente, el simulador en el arte de la guerra no es nuevo en sí mismo. Un ejemplo de ello son las reproducciones de réplicas de armas en la antigüedad, las mesas de arena del Estado Mayor Prusiano con situaciones tácticas y sus juegos de guerra, la implementación de sub-municiones para armas de fuego de grueso calibre utilizadas a menor distancia, entrenadores de manejo o los simuladores de vuelo. El primero en su tipo surge en 1929, obra del ingeniero y pionero de la aviación estadounidense Edwin A. Link, que se denominó “*Blue Box*” o “*Link Trainer*”, hasta llegar a nuestros días con un grado de sofisticación verdaderamente sorprendente. Con todos ellos se buscaba y aún se persigue poseer hombres y organizaciones con mayor capacidad para desempeñar eficientemente su misión.

Si bien cuando se dice “simulación”, expresión tan utilizada y popular en los últimos años, se cree entender de qué se está hablando, existe una gran cantidad de definiciones sobre el significado de esta palabra, como así también una diversidad en la clasificación de los diferentes tipos de simuladores. Algunos podrán distinguirse como entrenadores o simuladores, desarrolladores de habilidades, de procedimientos o tomas de decisiones, por sus finalidades y características técnicas, entre otras cosas. En definitiva, dependerán, en gran medida, de las empresas que los fabrican o aquellas organizaciones que los utilizan. Hace unos años se podía, clasificar, tipificar o categorizar los simuladores, pero en la actualidad por el gran auge y avance que estos han experimentado, se podría tropezar con que algunos de los equipos entrarían en más de una categoría, dando lugar a errores involuntarios.

Sin pretender simplificar o restar importancia a las diferentes divisiones que se realizan, en el concepto de “Sistemas de Simulación” se incluirán todos los tipos y clasificaciones. De esta manera, se entenderá y asociará a la simulación como un sistema, con todo lo que ello involucra y se dará con este concepto la verdadera dimensión de complejidad que ello implica. Por lo tanto, se podrá relacionarlo en nuestro ámbito o fuera de él, diciendo que “Sistema de Simulación” es todo aquel sistema que encierra un cierto artilugio con un grado de sofisticación técnica, con el objeto de capacitar individuos, fracciones u organizaciones.

## **MOTIVOS PARA SU IMPLEMENTACIÓN**

### **Costo versus eficacia**

A nadie escapa la ingente erogación de gastos que significa preparar y realizar una ejercitación militar, a lo que se suma el consumo de combustible en la movilización de los vehículos, el alto costo en el empleo de munición y el desgaste del material empleado.

Los sofisticados sistemas de armas hacen que sea cada vez más difícil su adquisición y aún más las inversiones para entrenar al personal que los operará. En ciertas oportunidades se utiliza en forma desmedida el material operacional provisto con fines de instrucción y suele ocurrir que el deficiente grado de entrenamiento del personal no permite lograr la eficacia adecuada que haga rentable esa erogación.

El costo inicial de los sistemas de simulación, resulta relativamente oneroso, pero el período de amortización es corto, no sólo si se lo vincula económicamente, sino sobre la base de la relación costo - eficacia.

Los sistemas de simulación en un sentido económico pueden ser usados en forma continua, durante muchos años a un bajo costo de mantenimiento y tienen una vida útil prolongada.

La aplicación de los sistemas de simulación no es un fundamento valedero para la disminución de los gastos requeridos para las ejercitaciones militares a escala real; por el contrario, ellos hacen un aporte muy importante para la optimización del empleo de los escasos recursos operacionales disponibles.

Evidentemente, una de las principales ventajas que proporciona el uso de la simulación, quizás la más trascendental de ellas, sea la de economizar en los gastos de Defensa, con la consecuente obtención de un alto grado de capacitación del personal.

### **El soldado**

Es sabido por aquellos que han tenido la oportunidad de instruir a reclutas que el riesgo de sufrir accidentes disminuye cuanto mayor sea el nivel de adiestramiento alcanzado. Por ende, un gran índice de percances ocurre en los comienzos de los períodos de instrucción, ya sea por desconocimiento, por ignorancia o simplemente por la peligrosidad propia del manejo de

armas. Existen también riesgos por exceso de confianza o bien cuando los individuos participan en ejercitaciones de combate en las que se busca obtener mayor realismo.

La utilización de los sistemas de simulación para el entrenamiento, tanto en los primeros periodos de instrucción como en los más avanzados o en las comprobaciones, posibilitan alcanzar excelentes resultados, sin que el instructor tenga limitaciones para realizar acciones, pensando en la posibilidad de que se produzca alguna desgracia irreparable.

### **Conservación del material**

En estrecha relación con el tema presupuestario y los accidentes sufridos durante los entrenamientos, se busca necesariamente preservar el material existente dentro de las Fuerzas. Las estadísticas indican que el 68% de las fallas que presenta el material bélico, se debe al mal uso y esto se entiende como una falta de instrucción que, en general, se produce en el período de aprendizaje.

A título de ejemplo, cada tubo-cañón de material de defensa antiaérea debe ser cambiado a los 5.000 tiros, un tubo-cañón de fusil se ve afectado a los 10.000 tiros, las zapatas de los blindados deben ser reemplazadas tras circular una determinada cantidad de kilómetros y así podríamos enumerar una larga lista de desgaste de material; su reemplazo y el mantenimiento es indispensable para poder sostener la aptitud operacional.

Haciendo una analogía con un simulador de tiro de armas portátiles, al término de una semana de uso, podrían registrarse más de 50.000 disparos virtuales por cada fusil, utilizando munición real, un arma no podría soportar tremenda exigencia y quedaría, en consecuencia, fuera de servicio.

Es por ello que en el momento de ser utilizados en una situación práctica real, el hombre debe haber adquirido un grado de entrenamiento tal que le permita el correcto uso de su arma, sistema de armas y vehículo, entre otros y el aprovechamiento óptimo de esa experiencia, lo que incluye aquellas acciones propias de la utilización del material en incidentes reales y que no se hayan podido representar dentro de los sistemas de simulación.

### **Campos de instrucción**

La disponibilidad cada vez menor de campos para la realización de ejercitaciones y tiro práctico hace que estos estén circunscriptos a escenarios de limitada topografía y campos de tiros que no se ajustan a la realidad de los alcances de las armas de gran calibre y de las zonas de seguridad que estas exigen. Sumado a ello, existen las limitaciones que imponen las poblaciones circundantes, los espacios aéreos y la protección del ambiente, entre otros aspectos, lo que hace más sensible aún la presencia y desplazamiento de vehículos y tropas en sus ejercitaciones de combate.

En gran parte, esta difícil situación puede solucionarse con la utilización de los sistemas de simulación, ya que ellos pueden ser usados para el entrenamiento individual o de fracciones sin la necesidad de la práctica en el terreno real y con la posibilidad adicional de crear escenarios virtuales, con la atractiva alternativa de entrenar en diferentes tipos de terreno bajo condiciones climáticas diferentes. En ocasiones permite un relevamiento computarizado de probables teatros de operaciones, situados a miles de kilómetros de distancia, cuya utilización sería impensable en la realidad por el costo y los lapsos exigidos para su aprovechamiento, o simplemente porque ese campo podrá ser el teatro de operaciones futuro.

Con el transcurrir del tiempo se irá reduciendo cada vez más la cantidad y disponibilidad de campos de instrucción de tropas y en el futuro quizás los pocos que queden, se deberán ir trans-

formando en centros de entrenamiento de combate, teniendo como núcleo fundamental el uso de los mencionados sistemas de simulación y su complementación con actividades en el terreno.

### **Medio ambiente**

El planeta nos proporciona recursos naturales de todo tipo; sin embargo, esos recursos son finitos y es preciso reducir y racionalizar su consumo. Por esta razón, el desvelo por el medio ambiente ha ido en aumento en todo el mundo, creándose asociaciones y organismos dedicados a su estudio y protección y además se han firmado tratados y protocolos entre diversos países con idéntica finalidad.

El nuevo concepto sostiene que los problemas del medio ambiente se están acentuando e incluso precipitan muchos de los conflictos mundiales que pueden transformarse luego en enfrentamientos bélicos.

Los daños que pueden ocasionar los ejercicios de combate a gran escala hacen que estas ejercitaciones produzcan un indeseable impacto en la naturaleza.

Un hecho concreto y sin lugar a dudas el de mayor trascendencia que aportan las Fuerzas Armadas para lograr contribuir a la preservación del medio ambiente es la utilización de sistemas de simulación para el adiestramiento de su personal, reduciendo las ejercitaciones en el terreno y, por ende sus consecuencias; esta actitud es muy valorada y apoyada por todos aquellos que sienten una espontánea preocupación por el tema.

### **OTRA FORMA DE AQUIRIR EXPERIENCIA**

Las estadísticas de las acciones de guerra en la historia militar indican que la probabilidad de sobrevivir que tiene un combatiente en un conflicto armado aumenta en proporción directa a su participación efectiva en acciones de combate. Sin lugar a dudas, también en la guerra existe un proceso cruel de eliminación y, por ende, de selección, en el que casi siempre sobrevive el más apto y el mejor preparado.

La leyenda que aparece en muchas propagandas de materiales bélicos que dice “probado en combate” también es válida para los individuos.

Esta consideración nos lleva a pensar que gran parte de la llave del éxito en una acción militar es la experiencia de combate directa y real que tienen los hombres de armas. Consecuentemente con ello, es también trascendente la suma de experiencias relacionadas entre los diferentes individuos que se vinculan para operar conjuntamente en esas acciones. No sólo vale la experiencia personal sino la de toda la fracción, cualquiera sea el nivel de conducción del que se trate. Pero ante la imposibilidad de que todos posean experiencias reales, se busca en los sistemas de simulación una herramienta nueva y absolutamente potencial para la obtención de esas destrezas. Por esa razón, los sistemas deberán ser una réplica del espacio donde se va a operar y de la situación a vivir, lo más aproximada a la realidad como sea posible. De hecho, en los sistemas más modernos, con empleo de alta tecnología, los resultados obtenidos al respecto son sorprendentes.

La experiencia que necesita el individuo comienza a gestarse en el entrenamiento básico, que tiene como inicio la repetición, y principalmente en la adquisición de las habilidades psicomotoras, que son obtenidas rápidamente a través de los sistemas de simulación, pues ellos posibilitan un alto volumen de entrenamiento en cortos períodos de tiempo. Los instructores podrán realizar los ejercicios la cantidad de veces que consideren necesario para obtener el nivel de entrenamiento fijado. Cabe acotar que los sistemas de simulación son aplicables en todos los niveles de entrenamiento.

FIG. 1- LA EXPERIENCIA DE COMBATE<sup>149</sup>

Quizás una de las actividades más difíciles en el combate es la toma de decisiones, acción que se encuentra acompañada de condiciones particulares que sólo se experimentan en esa circunstancia crítica. El corto tiempo, la poca información, la duda en el éxito de la misión, la posible pérdida de la vida de sus subordinados, el combate mismo, y otros, son incidentes desfavorables para la toma de decisiones, tensiones que solamente los hombres debidamente entrenados podrán minimizar. La toma de decisiones correcta está basada en la experiencia y la historia militar está llena de ejemplos esclarecedores, tanto positivos como negativos.

Los sistemas de simulación cubren un amplio espectro de los requerimientos necesarios para el entrenamiento del combate. Es inevitable que no se pueda cubrir la totalidad de los aspectos y que existirán zonas grises que no se pueden reproducir en forma realista. Difícilmente un sistema de simulación logre hacer incidir sobre el hombre todas las presiones físicas y psíquicas que se sufren en el combate y que condicionan su desempeño, pero sí permitirá incrementar sensiblemente su entrenamiento y el de la fracción, incidiendo decisivamente en su moral, en su voluntad de lucha (confianza en sí mismo, en el conjunto y en el jefe) y, por ende, en su eficiencia en combate y en sus posibilidades de sobrevivir.

No debe olvidarse que, si bien se busca que los sistemas tengan una gran cuota de realismo, la excesiva práctica con estos hace que el individuo se adapte inconscientemente en forma completa al mundo simulado, lo cual resulta contraproducente.

La gran cantidad de bajas producidas en las etapas iniciales de los conflictos, tal como lo muestra la historia de guerra, es una razón de peso para poner el debido énfasis en el entrenamiento empleando sistemas de simulación, en los cuales se le posibilite tanto a los individuos como a las unidades en su conjunto, obtener, consolidar y mantener las habilidades que deben poseer, ganando así la experiencia requerida para poder participar en un conflicto armado, en donde tendrán que demostrar todas las capacidades que las exigencias propias del combate le demanden, a fin de lograr el éxito.

## EL AYER Y HOY DENTRO DE LA FUERZA

Las Fuerzas Armadas poseen sistemas de simulación desde hace muchos años para algunos materiales específicos, principalmente extranjeros. Si se hace un poco de historia reciente, específicamente el Ejército tuvo sus primeros simuladores modernos en los años 80, con la adquisición de los puestos de tiro de Defensa Antiaérea ROLAND y su simulador asociado, en el cual el operador se instruía dentro del mismo puesto de tiro y el instructor se encontraba en una consola de control externa, donde programaba los ejercicios y evaluaciones. De similar concepción era también el simulador del Director de Tiro SKYGUARD, con ellos los operadores se instruían en la adquisición de los blancos, el seguimiento y el disparo. Es para destacar la valiosa preparación que estos dos simuladores mencionados proporcionaron a los soldados,

149. Fuente: del autor.

lo que se vio plasmado ante la sobresaliente actuación que los hombres de Defensa Antiaérea demostraron en el Conflicto del Atlántico Sur.

Con menor sofisticación, pero no por ello menos efectivo, era el simulador del misil antitanque Cobra. A nivel nacional se puede nombrar el simulador de adiestramiento de conductor de la familia del TAM. También se debería mencionar el área de Aviación de Ejército, con sus simuladores de vuelo de aviones y el más moderno de helicópteros.

Es necesario recordar que Aerolíneas Argentinas supo tener un centro de entrenamiento de pilotos modelo, con la más alta tecnología, con modernos simuladores de vuelo, en funcionamiento en el conocido edificio Catalinas de la zona de Retiro. La capacitación de los pilotos se desarrollaba en el país con los más elevados estándares de capacitación a nivel mundial y también recibía pilotos de otros países y compañías. Durante los años 1992 y 1993, esa gestión vendió tanto equipos como infraestructura y se eliminó así la posibilidad de entrenamiento en el propio país; por lo que se tuvo que recurrir a capacitaciones externas. En la actualidad se puede afirmar que dicha situación ha sido revertida con la creación de CEFEPRA.<sup>150</sup>

Ante la necesidad y la importancia en la materia, a mediados de la década del 90, el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA), alentado por el Ejército Argentino, concibió la puesta en marcha de un ambicioso plan y estableció un Departamento de Simulación sobre la base de personal con experiencia en trabajos similares. Dotándolo de recursos, medios y personal capacitado, su objetivo y sus misiones apuntan al estudio, análisis y desarrollo de aquellos ingenios que simulan efectos y procedimientos operacionales a fin de incrementar el nivel del personal en el empleo de los distintos sistemas de armas como también en la toma de decisiones.

Como primera fase de investigación y desarrollo, se inició con aquellos sistemas de simulación que permitiesen desarrollar las destrezas del entrenamiento de los combatientes individuales, como son los simuladores de tiro para armas portátiles, tiro antitanque, tiro para cañones de 20 mm, tiro de tanque, *upgrade* de manejo de vehículos blindados y adiestradores tácticos para la práctica de impartición de órdenes, entre otros. Una segunda fase de investigación y desarrollo consistió en experimentar y diseñar novedosos sistemas, tales como simuladores de "duelo", los cuales permiten el entrenamiento de las fracciones de combate en el terreno (entre fracciones de infantería y/o de tanques).

FIG. 2 - SIMULADOR DE TIRO SIMRA II (FIJO Y VERSIÓN TRANSPORTABLE)



150. Centro de Formación y Entrenamiento de Pilotos de la República Argentina

Otro son los Simuladores para Observadores Adelantado, para el tiro de artillería y morteros, que poseen una variada panoplia de escenarios y situaciones; este fue un gran desafío que culminó con éxito y con una gran aceptación por parte de los usuarios; ante nuevos requerimientos, se ha finalizado con su tercera versión, que trabaja con tecnología actual, que le brinda novedosas prestaciones. Además, se disminuyeron considerablemente los costos, lo cual permitió adquirir un número mayor de sistemas.

Similar camino de evolución y crecimiento ha seguido el Centro de Investigación y Desarrollo de Software (CIDESO), dependiente de la Dirección General de Investigación y Desarrollo (DIGID), con su exitoso software de entrenamiento en la toma de decisiones de diferentes niveles de comando, denominado “Batalla Virtual”. Ante su creciente experiencia, ha ido incursionando en otros tipos de desarrollos, interactuando activamente con organismos del Ejército Argentino. También son de destacar las iniciativas y lo producido por grupos de trabajo de otras dependencias con medios técnicos, orientados y apoyados por dicha dirección.

El esfuerzo puesto en estos proyectos ha llevado a una investigación avanzada referida al basamento estructural de todos y cada uno de los sistemas tales como: algoritmos gráficos, registradores, animación, sonido, efectos especiales, sistemas mecánicos, comunicaciones, electro neumático, entre otros.

Todos los desarrollos de sistemas de simulación operan con una tecnología propia, tanto en su hardware como en su software, lo que los pone en una situación de privilegio frente a otros sistemas adquiridos en el extranjero. Al poseer el “*know how*”, se logra desarrollarlos a la medida del cliente y se le brinda un servicio de posventa eficiente en cuanto a su mantenimiento, como así también la oportunidad de actualizarlos en las nacientes tecnologías o nuevas prestaciones que se desarrollen.

**TABLA 1. SISTEMAS DE SIMULACIÓN - DESARROLLOS NACIONALES (UTILIZADOS POR EL EA)**

DESIGNACIÓN	APLICACIÓN	USUARIOS	DESARROLLADOR
Adiestrador Táctico	Destinado a la instrucción y evaluación en la impartición de órdenes, aula con mesa de arena, recreando las condiciones ambientales y de terreno.	Institutos del Ejército Argentino	CITEFA
CONDUCTOR DE TAM	Tipo cabina, destinado al entrenamiento y evaluación del desempeño del conductor de la familia TAM.	Unidades e Institutos del Ejército Argentino	upgrade CITEFA
RELÁMPAGO	Tipo de salón, destinado al entrenamiento y evaluación del desempeño del apuntador de Tanque de 105 milímetros, VCTP cañón 20 mm y Lanza Cohete Antitanque.	Desprogramado reemplazado por SIMRA II	CITEFA
ENTIR	Tipo de salón, destinado al entrenamiento del tirador con armas portátiles.	Desprogramado reemplazado por SIMRA II	CITEFA
SIMRA I	Tipo de salón, destinado al entrenamiento y evaluación del desempeño del apuntador de Tanque 105 milímetros, cañón 20 mm, Lanza Cohete Antitanque y tirador con armas portátiles.	Unidades de Infantería, Caballería e Institutos del Ejército Argentino.	CITEFA
SITAN	Tipo de duelo, destinado a la capacitación de la tripulación en el combate entre tanques.	Prototipo.	CITEFA

CONTINÚA EN PAGINA 106 >



**TABLA1 . SISTEMAS DE SIMULACIÓN - DESARROLLOS NACIONALES (UTILIZADOS POR EL EA)**

DESIGNACIÓN	APLICACIÓN	USUARIOS	DESARROLLADOR
SIMRA II y Transportable	Tipo de salón, destinado al entrenamiento y evaluación del desempeño del tirador con armas portátiles, del apuntador de Tanque de 105 mm, VCTP cañón 20 mm, Lanza Cohete Antitanque. La versión SIMRA II Transportable se lleva en cajas y se arma en 20 minutos.	Unidades de Infantería, Caballería e Institutos del Ejército Argentino. OTRAS: Armada Argentina, Fuerza Aérea Argentina, Policía Federal Argentina, Prefectura Naval Argentina, Gendarmería Nacional, policías provinciales	CITEFA
SISEVALTIR I y II	Tipo de duelo, destinado a la evaluación del desempeño de fracciones de tiradores en el terreno. Versión II posee nueva tecnología y más prestaciones.	Institutos del Ejército Argentino.	CITEFA
SIMOA I y II	Tipo Salón, Simulador para Observador Adelantado, destinada a la capacitación y evaluación del Observador Adelantado en el tiro de Artillería y de Morteros.	Desprogramado reemplazado por SIMOA III	CITEFA
SIMOA III	Tipo Salón, Simulador para Observador Adelantado, destinado a la capacitación y evaluación del Observador Adelantado en el tiro de Artillería y de Morteros. Nueva tecnología y mejores prestaciones.	Unidades del arma de Artillería e Institutos del Ejército Argentino.	CITEDEF
NEONAHUEL I	Tipo cabina, destinado al entrenamiento y evaluación del desempeño de la tripulación de TAM.	Unidades de Caballería e Institutos del Ejército Argentino.	DIGID
NEONAHUEL II	Tipo cabina, destinado al entrenamiento y evaluación del desempeño de la tripulación de TAM. Nueva tecnología, mejores prestaciones y software propio.	Unidades de Caballería e Institutos del Ejército Argentino	DIGID y Software CITEDEF
SITARAN II	Montado sobre el arma, Simulador de Tiro de Artillería Antiaérea, destinado a la capacitación y evaluación de apuntador de Cañón de 20 mm.	Unidades de Artillería, Infantería e Institutos del Ejército Argentino.	DIGID
SITARAN II Sección	Montado sobre el arma, Simulador de Tiro de Artillería Antiaérea, destinado a la capacitación y evaluación de apuntador y nivel Sección de Cañón de 20 mm.	Unidades de Artillería, Infantería e Institutos del Ejército Argentino.	DIGID
BATALLA VIRTUAL	Tipo juego de guerra en red. Simulador destinado a la capacitación y evaluación en la toma de decisiones de los Estados Mayores y niveles inferiores. Puede usar EMERCAT simulador emergencias y catástrofes.	Grandes Unidades de Batalla e Institutos del Ejército Argentino.	DIGID - CIDESO
SIMUPAZ	Tipo en red, simulador destinado a capacitación de Fuerzas para Operaciones de Paz.	Centro Argentino de Entrenamiento Conjunto para Operaciones de Paz	DIGID - CIDESO / CHILE
CRISIS	Tipo en red. Simulador destinado a la capacitación y evaluación en la toma de decisiones en situaciones de emergencias y catástrofes.	Estado Mayor Conjunto y Ministerios.	CITEFA/CITEDEF
SIM SK 105	Montado sobre arma, simulador destinado a la capacitación y evaluación apuntador tiro de Tanque SK 105.	Prototipo en evaluación	DIGID
SIMTIATIC	Tipo salón y exterior. Simulador integrador para Observador Adelantado, Centro de Dirección de Tiro y Sección Piezas, destinado a la capacitación y evaluación del sistema de Tiro de Artillería y Morteros.	En desarrollo	CITEDEF - DIGID



FIG. 3 - SIMULADOR SITARAN II



A diferencia de otros países de Sudamérica que recientemente han optado asociarse con empresas reconocidas internacionalmente en el área de simulación para ir creciendo acompañadas por estas, el Ejército Argentino particularmente ha confiado desde hace tiempo y apostado en los desarrollos nacionales, lo que le ha permitido evolucionar quizás más lentamente, pero con conocimiento sólido, con un futuro de próximos objetivos más complejos, con la certeza de ser alcanzados.

### ALCANCE EN LA ACTUALIDAD

Los sistemas de simulación han encontrado tal inserción y trascendencia en la sociedad que en la actualidad este tipo de herramienta en sus distintas modalidades, se encuentra diseminado y aceptado en gran cantidad de disciplinas. Los individuos y hasta las grandes empresas no conciben prescindir de estos sistemas de simulación, como parte del aprendizaje y la capacitación.

Como ejemplo relevante del uso de la simulación en la ingeniería, se debe mencionar que durante el transcurso del año 2016, un importante grupo europeo de Industria para la Defensa, con amplia experiencia en el área de simulación militar, se adjudicó contratos por valor de 250 millones de euros para construir (en tres años) y operar (por el lapso de doce años) un “Centro de Adiestramiento en Procesos de Producción” (CAPP), para la formación inicial y avanzada del personal de la plataforma de petróleo y gas, de un país centroamericano. Este Centro preparará a sus empleados con simuladores del estado de la técnica para la producción y procesamiento de petróleo y gas, además contará con simuladores de misión completa para grúas y modelos a escala de equipos de producción de petróleo, junto con laboratorios, aulas e instalaciones de aprendizaje y se estima que a partir de 2019, alrededor de un millar de operarios será sometido al entrenamiento en dicho centro cada año.

Otra área de interés que ha incursionado con la simulación es la medicina, ámbito en el que principalmente es utilizada para la enseñanza, planteándose la necesidad de evitar errores médicos mediante una mejora en la formación. Además, es indispensable garantizar la seguridad y la intimidad de los pacientes durante el proceso de aprendizaje, lo que se convierte en una exigencia ética. La variedad de simuladores que existe en la medicina es muy amplia y variada, partiendo de los simples maniqués básicos, hasta llegar a simuladores de paciente completo interactivo realístico y de alta tecnología. Pero lo que nos hace entender su importancia, ante este nuevo paradigma de la educación médica basada en la simulación, es la conformación de los grandes “Centros de Simulación y Laboratorios de Habilidades Clínicas” tal es el caso de MRS “The Israel Center for Medical Simulation”<sup>151</sup>, líder internacional en el campo de la simulación médica, fundado en 2001 permitiendo en la actualidad la formación de más de 7000 profesionales de la salud cada año. Existe una gran cantidad de centros similares y de menor envergadura en el mundo, aproximadamente<sup>152</sup> 1430 de los cuales 1000 son de Estados Unidos y Canadá.

151. MSR.(s.f.). <http://www.msr.org.il>

152. BMSC.(s.f.). [http://www.bmsc.co.uk/sim\\_database/centres\\_europe.htm](http://www.bmsc.co.uk/sim_database/centres_europe.htm)

Esta misma concepción, de concentración en grandes centros de entrenamiento basados en la simulación, es una modalidad que vienen adoptando ya hace tiempo los ejércitos de las principales potencias. Un grupo de industria para la defensa europea tiene la experiencia de haber implementado uno similar en Alemania, en la localidad de Altmark, el “Centro de Entrenamiento de Combate de Alemania” (Gefechtsubungszentrum Heer)<sup>153</sup>, modelo en su tipo. El objetivo es la formación y evaluación de las Brigadas de Infantería Mecanizada, Blindadas reforzadas o toda fuerza que deba prepararse para ser empeñada en algún Teatro de Operaciones particular. Un principio de seguimiento con registro electrónico de las actividades de cada individuo le asegurará su formación exitosa, su entrenamiento avanza, pasando por diferentes etapas y grados tanto de capacitación como de evaluación, asistidos con distintos tipos de sistemas de simulación, a fin de ir sumando e integrando las diferentes fracciones, hasta llegar al objetivo final que será la participación de ejercicios en el terreno con Simuladores de Duelo con Láser. Las unidades y formaciones durante los ejercicios de

combate en vivo con simulación pueden ser entrenadas en las operaciones militares, desde el soldado individual hasta el comandante, mediante redes de comunicaciones y filmaciones, para lo cual se realiza un seguimiento pormenorizado en tiempo real de todas las acciones que se desarrollen, para que luego de varias semanas de entrenamientos y evaluaciones, cada Brigada que pase por el centro formación, lo haga obteniendo una certificación del nivel alcanzado.

FIG. 4 - PREPARACIÓN DE BLINDADOS PARA SIMULACIÓN EN VIVO CON SISTEMAS LÁSER . CENTRO DE ENTRENAMIENTO DE COMBATE DE ALEMANIA



Los grandes centros agrupados con todas las variantes de sistemas de simulación, con personal capacitado, con planes y programas de entrenamiento y evaluación estructurados, resultan ser la tendencia en diferentes áreas como hemos visto en los ejemplos. De esta manera, nada nos queda para dudar de la importancia que le da el mundo moderno al área de simulación.

### LA EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGÍA

Como ya mencionamos, se reconoce como el primer simulador de vuelo el llamado “Link Trainer”, que solo simulaba movimientos mecánicos y luego se le incorporaron instrumentos de vuelo y control, este fue usado por los pilotos durante la Segunda Guerra Mundial, en 1940 se introdujeron las computadoras analógicas, que fueron utilizadas para resolver las ecuaciones de vuelo, lo que dio lugar a los primeros simuladores modernos electrónicos.

153. Heer.(s.f.), <http://www.deutschesheer.de/>

154. Fuente: Rheinmetall Defence

En 1948, Curtiss-Wright<sup>155</sup> (empresa que aún se encuentra en actividad), desarrolló un simulador para el Stratocruiser de Pan American, el primer simulador de vuelo completo utilizado por una aerolínea, aunque no se habían simulado movimiento ni vistas exteriores, la cabina entera y sus instrumentos fueron bien logrados, así que los usuarios lo percibieron muy efectivo.

El alto beneficio que trae aparejado obtener mayor seguridad aérea con el entrenamiento de los pilotos llevó a que las aerolíneas invirtieran en simuladores de vuelo, es por ello que estos siempre fueron a la vanguardia obteniendo nuevos y más modernos sistemas a medida que evolucionaba la tecnología.

Silicon Graphics International, o históricamente conocida como Sistemas Computacionales Silicon Graphics (SGCS), desarrolló hardware y software de computadoras, comenzó como fabricante de terminales gráficas, se introdujo, entre otros, en el área de simulación, permitiendo mayor velocidad de procesamiento y mejorando los efectos visuales, pero estos sistemas, por sus elevados costos y sus sistemas operativos exclusivos, eran privativos para las grandes empresas u organizaciones. Pero con la evolución de la electrónica y con ello el advenimiento de Computadoras Personales (PC), lo que era privativo de algunos dejó de serlo para llegar al público en general, permitiendo que aquellos con escasos recursos pudiesen incursionar en el mundo de la programación.

La incursión y el aumento de jóvenes desarrolladores repercutió en una avalancha de diferentes tipos de juegos, a los cuales hay que darles un singular protagonismo, en ellos se combinan computación gráfica, teoría de juegos, tácticas militares, interfaz hombre máquina y otros ingenios, para llevar a que estos sean realmente atractivos para el público.

Una muestra de ello es la “Conferencia de Desarrolladores de Juegos”<sup>156</sup> (GDC), que es la mayor reunión anual de profesionales desarrolladores de videos juegos, centrada en el aprendizaje, la inspiración y la creación de redes. Dicho evento incluye exposiciones, conferencias, mesas redondas y otros, realizadas por profesionales de la industria sobre temas relacionados con la programación, diseño, audio, producción comercial y de gestión de las artes visuales. Como este existen otros tipos de eventos relacionados en todo el mundo, sin poder de dejar de mencionar los Juegos Olímpicos de Río de Janeiro, con algo poco ortodoxo como fueron los “eGames Olímpicos”; si esto fue una iniciativa como prueba, ¿qué se podrá esperar para Tokio Japón 2020?

Cabe recalcar que las nuevas generaciones de las Fuerzas Armadas, íntimamente familiarizadas con la tecnología, son propensas a los video juegos, muchos de ellos ligados con, por ejemplo, las tácticas, las estrategias, simuladores de vuelos, de blindados, incluso algunos tan logrados que han pasado a integrar indirectamente la formación personal, en la adquisición de destrezas o conocimientos relacionados con el arte de la guerra, inclusive desde muy temprana edad.

Si bien los videos juegos no son parte que ataña a este trabajo, queda claro que con estos y otros ejemplos se quiere poner de manifiesto, la masividad que adquirió este tipo de tecnología, participando con un papel significativo, acompañando e incluso promoviendo el avance de los sistemas de simulación de uso militar.

Según el Coronel Benjamin Solomon<sup>157</sup>, “el adiestramiento del cerebro es la puerta de entrada para mejorar la disponibilidad, el rendimiento y el poder mental”. En la conferencia en

155. Curtiss Wright, (s.f.). <http://www.curtisswright.com>

156. Conferencia desarrolladores de videojuegos. (2016). <http://www.conferenciasvj.com.ar>

157. CCoronel B Solomon: neurólogo y director del programa de salud del cerebro de la Oficina de Cirugía General del Ejército.

la National Defense Industrial Association dijo: "A medida que evolucionan las tácticas, las pequeñas unidades actúan de forma más independiente en el campo de batalla, por lo que adquieren mayor responsabilidad al tener que tomar más decisiones de forma independiente. En estas condiciones el rendimiento cognitivo será tan importante al menos como las tecnologías". Con ello toma significativa importancia el entrenamiento del individuo, para razonar y crear ante situaciones inesperadas; el concepto de *brain training*, será tema a investigar para lograr mejores resultados con nuevas tecnologías de entrenamiento sobre el cerebro.

La medicina asociada con el estudio del análisis de señales permite que mediante sensores, las ondas cerebrales y la implementación de la estimulación neuronal directa al cerebro, tenga la novedad de alcanzar la interacción con las sensaciones y los sentimientos del individuo.

Mediante dispositivos capaces de interpretar los mensajes enviados por el cerebro, se podrá conocer el estado en que se encuentra el individuo en determinadas circunstancias, en un importante número de expresiones o estados de ánimos, tales como la ansiedad, la calma, la frustración, el miedo, la excitación, entre otros, como así también de la misma forma se podrán generar en él, diferentes sensaciones. Será así que mediante esta comunicación entre el hombre, que por intermedio de sus ondas cerebrales podrá llegar a los dispositivos que procesarán estas señales, se conseguirá una evaluación aún más minuciosa al conocer sus acciones o reacciones, ante diferentes estímulos que por este medio también podrán ser introducidos.

En su momento muchos profesionales expertos tiradores se veían reticentes a utilizar simuladores de tiro, porque manifestaban la necesidad de sentir el "olor a pólvora" para motivarse, esto se creía un simple dicho. Sin embargo, recientes estudios han revelado que al quitarle el olor particular de los disparos, como ocurre en el campo virtual, la puntería puede disminuir su efectividad. Es por ello que la simulación busca con el avance de la tecnología, lograr asemejarse a la realidad y mediante estas técnicas será posible introducir cada vez más sensaciones, a fin de lograr una inmersión total en los sistemas de simulación.

Los sistemas de simulación naturalmente apuntan a ser escalables, ampliarse cada vez más, conformando grandes redes que permitan interactuar con sistemas que sean de características y tipos distintos, que se encuentren en zonas alejadas unos de otros, ejercitando todos al mismo tiempo, para lo cual será necesario desarrollar "sistemas de sistemas", los cuales deberán correr sobre plataformas compuestas por hardware y software suficientemente complejas, que permitan atender y entender los requerimientos de cada uno de los sistemas que participen.

Los retos tecnológicos serán transcendentales: no solo se deberá lograr operar dentro de las Fuerzas Armadas, sino que las ejercitaciones tendrán que permitir actuar con las Fuerzas de Seguridad, organizaciones civiles e incluso con países extranjeros.

Los objetivos técnicos estarán dados en el desarrollo de interfaces y protocolos de comunicaciones, que sean compatibles para conseguir integrar los diferentes niveles de entrenamiento asociados a las disímiles características de cada uno de los sistemas de simulación. Las grandes potencias están encaminadas a fijar políticas en esa dirección.

## **NECESIDAD DE CONTINUAR AVANZANDO**

Los sistemas de simulación constituyen una inestimable herramienta para el entrenamiento de combate, cuya importancia, eficacia y valor no siempre fueron adecuadamente dimensionados, con el paso del tiempo se ha percibido la necesidad de evolucionar en su utilización en forma progresiva y lograr una toma de conciencia real en todos los usuarios.

Dicha herramienta creada y operada por el hombre presenta serios inconvenientes que se derivan de su incorrecta utilización. Para minimizar esta falencia, es necesario perfeccionar

y optimizar la dirección y el empleo. Los ejecutores no deben estar capacitados solamente en la manipulación idónea de los sistemas, sino que también deben poseer el detallado conocimiento técnico y táctico de aquellos ejercicios o evaluaciones que se ejecuten.

Con una buena selección y capacitación del personal que deba conducir la simulación se logrará explotar toda la capacidad que posibilitan esos sistemas, para no permitir que determinados equipos se conviertan en obsoletos en forma temprana y optimizar su empleo. También se evitará que el uso excesivo de los sistemas tenga consecuencias negativas en la instrucción y se minimizarán los defectos y maximizarán las ventajas de los sistemas. Otros aspectos a tener en cuenta serán no emplear los sistemas en forma distinta a la finalidad para la que fueron diseñados, no considerar a la máquina como un sistema infalible, pretendiendo aún más de lo que se pueda alcanzar.

Inquestionablemente, un sistema relativamente eficiente se podrá convertir en uno más o menos valioso, según la capacidad e idoneidad de su operador. De ello se concluye que, al final del camino, siempre es el individuo el que obtiene el mayor rendimiento de la sofisticada maquinaria.

Se entregaron más de un centenar de sistemas de simulación y se encuentran en funcionamiento en el Ejército Argentino. Es necesario que sean mantenidos en servicio y al mismo tiempo puedan evolucionar en nuevas y más completas versiones, acordes con el crecimiento de la tecnología.

Por esta razón es que debemos concentrar aún más el principal potencial que tienen estos sistemas que es el personal, tanto aquellos Oficiales y Suboficiales que poseen mayor experiencia en la implementación y uso de los mismos, como así también los técnicos e ingenieros desarrolladores, para lo cual es conveniente que sean agrupados en organizaciones, a fin de lograr el máximo rendimiento y aprovechamiento de los recursos.

En el planteo de medidas globales para encarar “la simulación” dentro del Ejército y como idea proyecto, se propone formular la conformación de un “Centro de Entrenamiento Asistido con Simulación”, el cual podría encontrar su basamento en el actual Centro de Educación Operacional “Duque de Caxias”. Como soporte asociado a dicho centro y otros organismos relacionados, se podría ampliar lo ya existente para el desarrollo de sistemas de simulación y congrega al personal que posea conocimiento y experiencia, lo cual permitirá fijar políticas de desarrollo, capacitación, mantenimiento y otras incumbencias que se puedan determinar.

## **CONCLUSIONES**

La preocupación por el medio ambiente que existe en todo el mundo, la adquisición de armamento cuyas zonas de seguridad no se ajustan a los campos de tiro existentes y la reducción del presupuesto en los ejércitos, son causas valederas que limitan los “ejercicios a escala real”. El riesgo actual radica en que las unidades militares tiendan a estar más tiempo en los cuarteles donde el entrenamiento es repetitivo, no realista y tedioso. Para sostener los niveles de eficacia operacional hay que proporcionar a los oficiales, suboficiales y a la tropa una oportunidad de entrenarse para el combate; los sistemas de simulación, conjuntamente con los centros de entrenamientos asistidos con simulación, en donde se realizan ejercicios en vivo mediante sistemas de duelo con láseres, otorgan al soldado un elevado nivel en su adiestramiento.

Teniendo en cuenta que el mejor apoyo para el entrenamiento es el propio material sobre el que opera el soldado, los sistemas de simulación han de ser una réplica del entorno, tan auténtico como sea posible. Si bien todavía no se ha logrado representar una completa acción de

guerra y lo que ella genera, se sabe que la tecnología actual representa niveles de veracidad asombrosos, los cuales irán incrementándose con nuevos desarrollos.

La simulación no puede ser usada como único método y menos en forma indiscriminada, jamás sustituirá al entrenamiento real, sino que es complementaria. No obstante, utilizada con personal idóneo y adecuadamente conducida, es una herramienta de inconmensurable valor en el entrenamiento individual, fracciones de combate y niveles superiores.

Los futuros desafíos serán incursionar en los más complejos sistemas de simulación que se avecinan, incorporando a los equipos de trabajo nuevas especialidades de profesionales, a fin de compartir conocimientos que permitan el desarrollo de metodologías de educación mancomunadas a los avances tecnológicos, para lograr la interrelación con redes en vivo con todos los niveles de entrenamiento.

Si bien se ha dicho que la aplicación de los sistemas de simulación no es un fundamento valioso para la disminución de los gastos requeridos para las ejercitaciones militares a escala real, ellos hacen un aporte muy importante para la optimización del empleo de los recursos operativos disponibles, es por ello que la inversión en los sistemas de simulación debe ser prioritaria, para acompañar en el entrenamiento eficiente del soldado moderno.

(\*) **José Alberto Guglielmone:** Coronel de Artillería (R); Ingeniero en Sistemas de Armas Electrónicas (Instituto Universitario del Ejército / Escuela Superior Técnica); Posgrado en Criptografía y Seguridad Teleinformática (Instituto Universitario del Ejército / Escuela Superior Técnica); Docente Investigador (Ministerio de Educación) Miembro COPITEC. Se desempeñó en la recepción de materiales y proyectos de Defensa Antiaérea con la fábrica Suiza Oerlikon; como Secretario de Investigación de la Escuela Superior Técnica; en el Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa, como Jefe del Departamento de Control Guiado y Simulación, Gerente de Tecnología e Innovación y Director de Proyectos. Docente Universitario de la Facultad de Ingeniería del Ejército (Escuela Superior Técnica) y de la Universidad de Palermo. Participa en proyectos en el Centro de Investigación de Desarrollo de Software del Ejército y Analista del CEPTM "Grl MOSCONI".