

# Simulador para Observador Adelantado SIMOA

María V. Galán, Javier E. Luiso, Lucas E. Guaycochea, and Horacio A. Abbate

Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF)  
mvgalan, jluiso, lguaycochea, habbate@citedef.gob.ar

**Resumen** El presente trabajo describe un sistema de entrenamiento para el Observador Adelantado (OA). Esta es la persona en la Artillería de Campaña que tiene visibilidad sobre el lugar dónde se desarrolla la acción, él debe dirigir el fuego de la batería que normalmente se encuentra entre 4 y 10 km de distancia. El sistema simula tanto el Centro de Dirección de Tiro (CDT) quien toma las decisiones sobre el fuego de las piezas, como las propias piezas (cañones) responsables de realizar los disparos.

La visualización del escenario donde se desarrolla el entrenamiento y los efectos propios de las acciones realizadas se generan utilizando un motor gráfico propio. Los terrenos sobre los que se trabaja están georeferenciados y corresponden con campos de tiro normalmente usados por las fuerzas armadas.

**Key words:** simulación, entrenamiento, motor gráfico

## 1. Introducción

Los distintos factores que en la actualidad hacen que las Fuerzas Armadas (FFAA) encuentren dificultades para realizar entrenamientos a través de ejercicios reales en el terreno, así como las características de los nuevos desafíos que se presentan en las tareas que deben enfrentar los ejércitos modernos, hicieron que la Escuela de Artillería del Ejército Argentino se viera interesado en buscar soluciones en el campo de la simulación para el entrenamiento de Observadores Adelantados.

La inquietud fue presentada al Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF), dónde se formó un equipo de trabajo con profesionales en Informática y Electrónica con el objetivo de dar respuesta a dicha necesidad a un costo compatible con las disponibilidades de las FFAA argentinas.

En el ámbito del combate terrestre, la efectividad lograda mediante los fuegos de armas - morteros, obuses y cañones - de mediano y gran alcance, tiene fundamental incidencia en el desarrollo de las acciones bélicas. La eficacia obtenida depende de varios factores, entre ellos se destacan la precisión y la sorpresa en la ejecución de los fuegos.

El Observador Adelantado (OA), dentro de este marco, adquiere singular importancia en el logro de aquellos objetivos, contribuyendo decididamente a la

obtención de la consabida eficacia. Por lo tanto, el mejoramiento de su capacitación individual constituye un desafío tan real como prioritario. El Simulador de Observador Adelantado (SIMOA), aquí presentado, es un sistema que está concebido para que el personal que se desempeñe como tal, pueda desarrollar el entrenamiento de las distintas técnicas y procedimientos de trabajo durante el cumplimiento de sus misiones específicas, y que se hallan comprendidos en la Doctrina del Ejército Argentino (EA) y están descritos en el Reglamento TIRO PARA LA ARTILLERÍA DE CAMPAÑA - TOMO II - OBSERVACIÓN DEL TIRO (RFP-03-51-II). [2].

## 2. Situación - Problema u Oportunidad

La formación y entrenamiento de las Fuerzas Armadas tienen características diferentes a aquellas que se presentaban en siglos anteriores, por distintos motivos.

Por un lado la probabilidad de grandes guerras es menor y los combates se encuentran localizados en puntos específicos del planeta donde participan ejércitos de diversos países en forma conjunta coordinando sus acciones. Esto hace que sea necesario mantener las capacidades en ejércitos que pasarán la mayoría de su vida en situaciones de paz. Ocasionalmente parte de ese ejército participará de acciones conjuntas en misiones de paz en diferentes lugares del planeta donde se les presentarán situaciones a las que no están habituados e incluso con procedimientos que difieren de aquellos que siguen en sus países de origen.

Por otro lado hoy en día las crisis económicas aparecidas con el nuevo siglo han puesto de manifiesto la necesidad de bajar los costos de los entrenamientos. El entrenamiento virtual de habilidades achica estos valores, entre otras cosas disminuyendo los costos de mantenimientos, evitando errores de entrenamiento onerosos y achicando los gastos de logística asociados con la coordinación de ejercicios multifacéticos. No es provechoso hacer una práctica con despliegue sobre el terreno sin una adecuada capacitación en la doctrina y los procedimientos. Hay que tener en cuenta el costo que insume el traslado del material y personal así como el soporte logístico más el costo de la munición, el desgaste del equipamiento, etc.

Otro de los factores que han cambiado la modalidad de los entrenamientos en los ejércitos modernos es la creciente importancia que se le da al cuidado del medio ambiente. En este sentido toda capacitación que pueda realizarse en el aula colabora con el mantenimiento del entorno.

Además de todo esto la utilización de la tecnología ofrece posibilidades que el entrenamiento real no tiene.

Los sistemas computarizados proveen la habilidad de recolectar y analizar datos a través del registro de las actividades de los participantes durante el progreso del ejercicio de una manera que no sería posible hacerlo en situaciones reales o capacitaciones no computarizadas. Tal información puede ser usada tanto para hacer evaluaciones en el tiempo usando comparaciones de secuencias de historias de entrenamientos como directamente proveyendo análisis y realimentación en

relación a un ejercicio usando por ejemplo visualizaciones o herramientas para revisiones una vez terminado el ejercicio como por ejemplo el replay del ejercicio, [1]. Otro aspecto es que muchas de las prácticas que se pueden realizar en un simulador serían imposibles de ejecutar en el campo real debido al alto riesgo de cobrarse vidas humanas que ello representa.

Más allá de todos los beneficios que la simulación introduce es importante tener en cuenta que de ninguna manera suplanta totalmente a las prácticas en el terreno. El entrenamiento en simuladores complementa esas prácticas haciendo que sean más eficientes.

En el país la necesidad nació con fines académicos. El gran problema de la Artillería de campaña es que no posee línea de visión con el objetivo ya que dispara a 8, 15, 30, 45 y hasta 90km del blanco. La solución a este problema está garantizada por el cumplimiento de procedimientos dentro de un proceso sistemático.

Es así que se pensó en en la utilización de un sistema computarizado para un mejor entrenamiento de nuevos cadetes en el Colegio Militar de la Nación (CMN) en el año 2001, el resultado fue una primera versión del Simulador de Observador Adelantado, SIMOA, desarrollada sobre la plataforma MS-DOS. A partir del éxito de esta primera versión y con la necesidad de obtener más funcionalidades se desarrolló una segunda versión que fue instalada en el año 2004 ya sobre la plataforma Windows XP.

Con el transcurso del tiempo, a medida que las promociones de cadetes que habían sido instruidos con el SIMOA egresaban, eran destinados a Unidades de Artillería del interior del país y alcanzaban rangos con mayores responsabilidades se empezó a ver la importancia que el simulador ofrecía no ya en el entrenamiento básico sino en el mantenimiento de capacidades, atento a que los ejercicios reales por cuestiones económicas eran cada vez menos en el transcurso del año. También se evaluó que utilizando el SIMOA se podría entrenar los procedimientos en los campos de tiro locales mediante la inclusión de escenarios sintéticos que recrearan el entorno de cada Unidad. De este modo se llega al desarrollo de la última versión del SIMOA (versión III) que fue instalada en la Escuela de Artillería de Campo de Mayo y en el Grupo de Artillería 10 de la localidad de Junín, Pcia de Buenos Aires (GA 10).

A partir de ese momento se aceleró el crecimiento de las instalaciones del SIMOA, el cual sigue en constante evolución tanto en cuanto a funcionalidades como a expansión a diferentes plataformas.

### 3. Solución

Los Observadores Adelantados (OA) de Artillería son especialistas capaces de enviar a un Centro de Dirección de Tiro (CDT) datos precisos de la posición de los blancos en la zona bajo su observación en una misión de fuego.

Representarán los “ojos” de todos los sistemas de apoyo de fuego indirecto; localizará blancos y mediante procedimientos detallados en el reglamento [2], ubicará el fuego sobre los mismos, ver fig. 2. Su importancia radica en que normalmente,

será el único integrante del sistema que verá el blanco y los efectos del fuego sobre el mismo. Son responsables de la dirección y corrección del fuego de artillería y de apoyo.

El Observador adelantado participará en el planeamiento, coordinación y ejecución del apoyo de fuego, serán sus misiones:

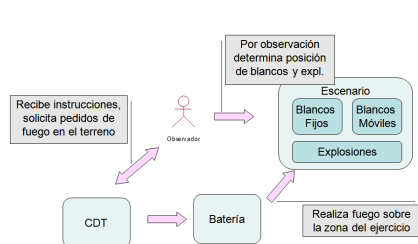
- Localizar blancos, es decir ubicar de forma lo más precisa posible el blanco.
- Reglar el tiro, esto es ajustar la puntería de la batería para lo cuál se ajusta el tiro de una de las piezas, la pieza base. Las otras piezas lo harán localmente sin necesidad de efectuar un tiro en relación a la base.
- Controlar el tiro de eficacia, el cuál es el que debe alcanzar el objetivo de la misión.

Una vez en el terreno determinará su ubicación y realizará un estudio del terreno mediante la confección de un esquioc panorámico, que es la representación en perspectiva de la zona del terreno que constituye su sector de observación. Deberá estar en condiciones de determinar rápidamente la distancia que lo separa de los distintos blancos, objetos o accidentes del terreno y explosiones, y de éstos entre sí, a fin de poder determinar con precisión los datos necesarios para la localización de blancos o para el reglaje del tiro.

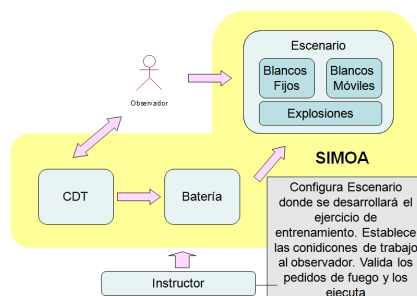
El SIMOA permite al OA realizar todas las tareas que le corresponden una vez llegado a su puesto de observación en el terreno. Para esto muestra una visualización del campo de tiro que puede o no corresponder con una localidad georeferenciada pero en todos los casos tiene asociada una carta topográfica ya sea la real del terreno representado o bien la del ficticio.

Por otro lado crea en el OA la ilusión de la existencia de un CDT y una batería cuya ubicación es conocida a la cuál guía para la ejecución de los disparos con el objetivo que su misión establece, ver fig. 1.

Quien coordina la acción en el simulador es un instructor, el cuál inicia ejercicios para los OA que se están entrenando y oficia de CDT en cuanto a la recepción de los datos enviados por éstos, validándolos o bien modificando parte de los mismos, sobre todo lo que tiene que ver con la clase de tiro (disparo, ráfaga, serie de disparos, etc).



**Figura 1.** Tareas del Observador Avanzado



**Figura 2.** Entorno de Simulación

### 3.1. Capacidades del simulador

El simulador tiene la capacidad de entrenar distintos procedimientos de observación y adquisición de blancos como así también simular distintas condiciones en las cuales se desarrollan los ejercicios. Un resumen de estas capacidades se puede ver a continuación:

- **Tiro de registro:** se puede realizar el procedimiento de un tiro de registro, teniendo en cuenta las correcciones que hace el observador en dirección, distancia y altura.
- **Tiro de zona:** se puede realizar el procedimiento de un tiro de zona, teniendo en cuenta las correcciones que hace el observador tanto en dirección, distancia y altura, teniendo la posibilidad de generar un Punto de Localización Conocida (PLC) para usar en ejercicios posteriores.
- **Múltiples observadores:** puede haber más de un observador realizando ejercicios en forma simultánea. Los PLC generados por un observador son accesibles para todos los observadores que estén conectados.
- **Escenarios fotográficos:** son escenarios fijos elaborados a partir de una foto y una topografía en 3D que coincide con la foto para simular elevaciones y depresiones del terreno real.
- **Escenarios sintéticos:** son contruidos en forma virtual, tanto la topografía como los objetos sobre el mismo (árboles, rocas, juncos, etc.) son creados artificialmente, ver fig. 4. Permiten el desarrollo de escenarios con distintas condiciones de iluminación, distintos puntos de observación para un mismo escenario y la capacidad de agregar a futuro distintas prácticas como la observación conjugada, Observador Adelantado en Movimiento (MOA), observación aérea, etc.
- **Distintos tipos de municiones:** permite el uso de munición explosiva con espoleta instantánea y espoleta a tiempo y proyectil iluminante. Con la incorporación de escenarios sintéticos se pueden desarrollar escenarios nocturnos. En éstos es posible utilizar proyectil iluminante para ver distintas zonas del terreno si es de noche.
- **Tiro nocturno:** en el caso de los escenarios sintéticos se disponen de escenarios en distintas condiciones de iluminación, siendo uno de ellos un escenario nocturno.
- **Telemetría virtual:** el observador cuenta con un modo de observación en su pantalla que simula el uso de un telémetro láser, pudiendo medir dirección y distancia de los objetos presentes, puntos del terreno, explosiones, etc.
- **Reportes:** cuenta con la generación de reportes que contiene toda la información transmitida por el observador, pedido inicial de fuego (PIF), correcciones y los cambios hechos por el entrenador que permite realizar una evaluación posterior.
- **Blancos fijos y móviles:** los casos armados cuentan con blancos fijos con distintos grados de destrucción y blancos móviles con distintas trayectorias.
- **Dispersión del tiro:** está simulada la dispersión de las baterías en general y de cada una de la piezas, pudiendo el entrenador modificar los valores para lograr distintos efectos al aumentar, disminuir o anularla completamente.

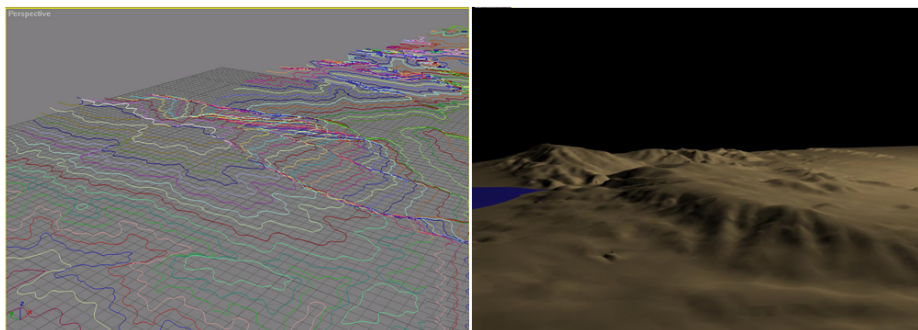


**Figura 3.** Destrucción de los objetivos en función del fuego recibido

### 3.2. Software de entrenamiento

El software de entrenamiento aquí presentado contempla los aspectos doctrinarios vigentes en la Fuerza, relacionados con las técnicas y procedimientos de trabajo que el OA desarrolla durante el cumplimiento de sus misiones específicas. A los efectos de un mejor entendimiento, la explicación del mencionado software se hará por separado para los tres módulos operativos: Servidor Gráfico (SG), Puesto del Entrenador y Puesto del OA.

**Aplicación del Servidor Gráfico** Esta aplicación se ejecuta en la PC designada como Servidor Gráfico (SG) al cual están conectados los proyectores. Esta aplicación es la encargada de generar la visualización del terreno donde se llevará a cabo el desarrollo de la acción en los sucesivos ejercicios. Los terrenos pueden ser escenarios fotográficos o totalmente sintéticos. También genera los efectos de las explosiones, condiciones climáticas, etc. ver fig 7. Esta aplicación no supone mayor interacción con el usuario que simplemente su inicialización al comienzo.



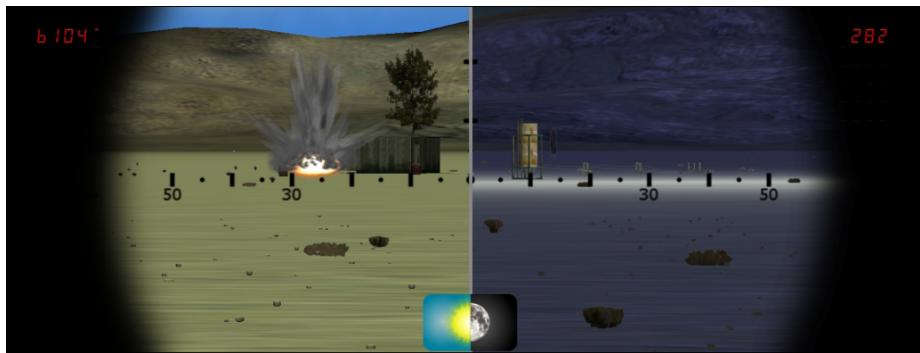
**Figura 4.** Modelado de topografías



**Figura 5.** Escenario Fotográfico: Mezquita, Pcia. Córdoba



**Figura 6.** Escenario Sintético de campo de tiro de Azul, Pcia. Bs.As.

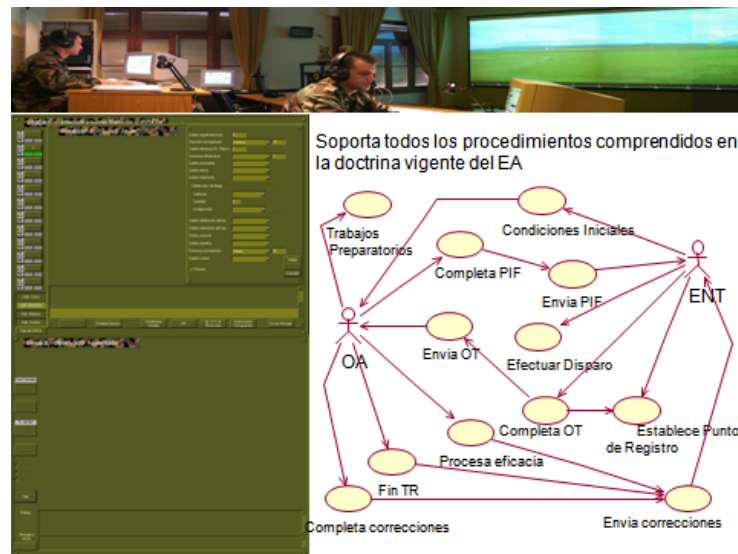


**Figura 7.** Simulación de una explosión y el efecto de una bengala sobre un blanco en un escenario nocturno

**Aplicación del Entrenador** La aplicación del Puesto del Entrenador ofrece la funcionalidad necesaria para la administración general del sistema. El Entrenador puede controlar desde su puesto la carga de casos y el desarrollo de la dinámica de los ejercicios de cada OA, ver fig. 8. Desde la pantalla de inicio de su aplicación puede acceder al menú principal, desde donde puede cambiar el contexto de trabajo para administrar distintos aspectos del sistema y del desarrollo de la acción.

El Entrenador debe cargar un ejercicio de trabajo el cual determina un escenario, un conjunto de objetos fijos y móviles ubicados sobre el terreno que pueden oficiar como posibles blancos para el ejercicio. También quedarán determinados un conjunto puntos característicos del terreno cuya localización es conocida por el observador (PLC), la posición geográfica de la batería y la posición del propio observador.

Es posible controlar también la aparición y trayectoria de blancos móviles. Es posible hacer aparecer varios blancos con distintas trayectorias simultáneamente, pausar y reiniciar el movimiento (detención de los blancos y puesta nuevamente en marcha), cambiar su velocidad y eliminarlos del escenario.



**Figura 8.** Casos de uso con los procedimientos soportados en el SimoaIII

A partir de que el ejercicio ha sido cargado, el cual estará visible para todos los OA, y una vez que cada uno de los OA hayan arrancado su aplicación en una estación de trabajo el entrenador podrá comenzar la instrucción. El Entrenador oficia de Centro de Dirección de Tiro (CDT) validando Pedidos Iniciales de Fuego (PIF) enviados por los distintos OA.

El formato del PIF que emite un OA se ajusta a la doctrina del EA. Cuando el entrenador analiza y valida el PIF recibido está oficiando de CDT y de batería efectuando los disparos correspondientes a los parámetros especificados en el PIF. Tras la validación el sistema ejecuta los disparos.

Antes de validar un PIF, el entrenador puede modificar algunos campos del formulario y de esta manera alterar el resultado que el OA esperaría. Los motivos más importantes de un entrenador para modificar un formulario de disparo enviado por el OA son para corregir un error evidente que el entrenador considere trivial y que no justifique reiniciar un ejercicio o su cancelación, o bien para inducir un error de disparo importante sin que el OA pueda preverlo, de manera de forzar luego una corrección de fuego mayor.

Si el entrenador considera que un formulario es incorrecto o es inadecuado siempre puede finalizar abruptamente el ejercicio y considerarlo fallido según su criterio, o simplemente anulado. Un historial de los formularios enviados a lo largo de un ejercicio queda registrado en el reporte de la sesión.

De acuerdo a lo establecido en la doctrina el entrenador puede enviar el formulario Información Transmitida por el CDT al OA (INFO-CDT-OA) en cualquier momento del ejercicio y por única vez, desde que se inicia el mismo. Este for-



mulario comprende informaciones varias que el CDT transmite habitualmente al OA según los procedimientos a realizar.

Una vez que el entrenador valida el PIF de un OA se simula en la escena una explosión la cual aparecerá en un tiempo acorde con el tiempo de vuelo del proyectil teniendo en cuenta la distancia de la batería y la Tabla de Tiro de la munición utilizada. También está simulado el sonido del momento de la detonación y luego el de la explosión en el terreno. Éste último siempre será escuchado, no así el primero ya que dependerá de la distancia a la que se encuentran las piezas.

El entrenador recibe las correcciones sucesivas que el OA haga para completar la misión tras el disparo inicial del PIF.

Es de destacar que el objetivo del entrenamiento es que el OA pueda batir el blanco con la menor cantidad de disparos posibles de modo de que no sea detectado ni él ni la batería.

Más allá de guiar el ejercicio del OA la aplicación del entrenador ofrece otras funcionalidades, algunas de corte netamente administrativas como es la de administrar la base de datos de alumnos y otras que lo asisten en la elaboración de situaciones para el planteo de ejercicios de entrenamiento.

Una de las funcionalidades relevantes es la que le permite al entrenador modificar la dispersión de los tiros que incide en un error en el punto de impacto. La dispersión lleva a modelar las condiciones reales donde más allá de la precisión en la medición hecha con el telémetro existen errores intrínsecos en los disparos efectuados por las piezas que tienen que ver con diversos factores y que pueden ir desde situaciones climáticas hasta defectos sistemáticos en del armamento. Se modelan tres tipos de dispersiones:

- Dispersión de Piezas: intrínseca de las piezas.
- Dispersión de Primer Tiro: representa la incertidumbre del 1er tiro.
- Dispersión de Tiros Sigüientes: propia de los tiros sigüientes al 1ero, que tienen una incertidumbre menor

Por último el entrenador podrá acceder a los reportes generados después de finalizado cada ejercicio.

Los reportes no son una evaluación de desempeño de los alumnos en el desarrollo de los ejercicios sino que son una herramienta para facilitar dicha tarea al instructor.

Al iniciarse una sesión de trabajo se identifica al alumno asociado a la misma. El reporte de entrenamiento es generado por el SIMOA III al finalizarse la sesión y consiste en un resumen detallado de los hechos relevantes de los distintos ejercicios realizados durante la sesión, aún en distintos casos. El reporte es en definitiva un resumen de formularios y mensajes intercambiados entre el OA y el entrenador, que oficia de CDT. En el envío de un formulario, los campos triviales o no modificados no se incluyen en el reporte (por ejemplo, para una corrección efectuada únicamente en deriva no se muestra el campo alcance).

**Aplicación del Observador** La aplicación que se ejecuta en los Puestos de OA tiene por objeto permitir la edición, envío y recepción de formularios y men-

sajes al Puesto del Entrenador, quien finalmente los procesará para dar lugar a la acción correspondiente. El OA aprecia la acción en la pantalla principal del salón, aunque también tiene una pequeña ventana en su Puesto de Trabajo para efectuar mediciones con el telémetro. El propósito principal de la aplicación es presentar un medio sencillo para la comunicación con el entrenador a través de los formularios que modelan la comunicación de campo, de acuerdo a la doctrina del EA.

Los distintos formularios que modelan las comunicaciones tienen algunos campos con opciones precargadas por defecto. Se asume que si el OA no especifica el valor de esa opción, el mismo es el valor estándar, predeterminado por el reglamento de referencia, RFP-03-51-II.

La lógica general de un ejercicio en el SIMOA III está comprendida por el envío de las CI por parte del entrenador, el envío del PIF por parte del OA, el envío de información del entrenador oficiando de CDT al OA a través del formulario INFO-CDTOA, la validación del entrenador del PIF, y finalmente el envío de correcciones del OA al entrenador y su validación por parte de este hasta que el OA envíe una corrección de “misión cumplida” o de “fin de tiro de registro”, que se habilitará oportunamente según sea el tipo de ejercicio que se está llevando adelante.

El puesto del OA tiene además de la ventana principal, en la que dispone de los comandos para operar sobre los formularios y comunicaciones con el entrenador, una ventana de visualización del escenario idéntica a la proyectada sobre la pantalla principal del salón para utilizar el módulo de telemetría. El SIMOA III simula el funcionamiento del telémetro VECTOR 21 NITE. Se modelan sus funcionalidades relevantes a los fines de los procedimientos que ejecuta un OA en estos ejercicios. Se reproduce su retícula respetando sus aumentos ópticos y puede devolver sus cinco ecos por cada medición, en caso de tener el aparato varias lecturas. Devuelve además la dirección en cada medición. Esta ventana del módulo de telemetría se abre en el Puesto del Observador recién cuando el entrenador inicia un ejercicio al alumno en su puesto de trabajo, y se cierra al finalizar el mismo, ver fig. 9.

#### 4. Innovación e Inédito

El SIMOA es el único software de entrenamiento en el país que apoya la instrucción de una porción de la Artillería de Campaña mediante el uso de la simulación. En el mundo, especialmente en los países desarrollados es común que tanto sus fuerzas armadas como las operaciones conjuntas entre fuerzas de distintos orígenes entrenen a sus Observadores Adelantados (OA) con simuladores. Los mismos se utilizan para dar instrucción básica, para mantener capacidades y también para coordinar procedimientos de apoyo de fuego conjuntos. En cada caso son fundamentales los protocolos a entrenar ya que más allá de la capacidad del simulador de sumergir al personal a entrenar en un ambiente virtual similar al que encontrará en la realidad, es necesario que se lo entrene en los



**Figura 9.** Viste del telémetro virtual en un puesto del OA con la visualización del terreno de fondo

procedimientos y protocolos vigentes. Éstos si bien presentan similitud no necesariamente son idénticos para todos los ejércitos por lo que cada simulador debe ser ajustado a las necesidades de cada uno.

En éste sentido el SIMOA es el único simulador competente para entrenar correctamente la tarea de los OA de acuerdo a los procedimientos descritos en el reglamento RFP-03-51-II descrito en el Manual de Tiro para la Artillería de Campaña, Tomo II, Observación del Tiro, publicación del Ejército Argentino.

[2]

## 5. Beneficiarios y relevancia para el Estado

El beneficio que el presente Simulador trae aparejado para el Estado Nacional y el Ejército Argentino en particular que es el principal usuario del sistema, por el momento, reside en la capacidad de poder instruir Observadores Adelantados en todos los procedimientos requeridos por la doctrina, en diferentes escenarios y con distintos tipos de blancos a muy bajo costo.

El Simulador para Observadores Adelantados sumerge al personal entrenado en un ambiente interactivo realista de entrenamiento y lo prepara para operar en potenciales áreas de adiestramiento o eventualmente de conflicto sin necesidad de contar con los requerimientos logísticos y económicos que exige cada sesión de entrenamiento en el campo. Además permite abordar casos dónde los objetivos son blancos móviles de distintas características, con diferentes modalidades de movimiento y ubicación para los cuales se pueden aplicar todos los procedimientos previstos en la doctrina vigente.

Esto implica:

- Incrementar la capacidad tecnológica para el desarrollo de futuros Sistemas de Simulación en CITEDEF.
- Importante ahorro en consumo de munición y velocidad de aprendizaje.
- Importante ahorro en gastos de traslado de personal y material.
- Conservación del medio ambiente.
- Seguridad del personal.

### 5.1. Despliegue de Instalaciones del Simoa III en Argentina

El simulador se encuentra instalado en las siguientes unidades militares:

- Instalado en 2013:
  - GA 10, Junín, Bs. As.
  - EDA Escuela de Artillería, Bs. As.
- Instalado en 2015:
  - GABL 1, Azul, Bs. As.
  - GA 3, Paso de los Libres, Corrientes.
  - GA 7, San Luis.
  - GA 16, Zapala, Neuquén.
  - GABL 11, Piedra Buena, Santa Cruz
- Instalado en 2016:
  - GAM 5, San Salvador de Jujuy.
  - GAPARA 4, Córdoba.
  - GAM 8, Uspallata, Mendoza.
  - GABL 2, Rosario del Tala, Entre Ríos.
  - GABL 9, Sarmiento, Chubut.
  - CMN, El Palomar, Bs. As. (actualización)
- Instalado en 2017:
  - GA 15, Salta
  - Liceo Militar Gral. Paz, Córdoba.
  - GAMte 12, Mercedes, Corrientes.
  - GAM 6 - Junín de los Andes, Neuquén.
  - RA 1, Campo de Mayo, Pcia. Buenos Aires

## 6. Efectividad

Las fuerzas armadas en todo el mundo enfrentan un desafío abrumador, aumentar la calidad de entrenamientos y bajar los costos al mismo tiempo. El uso de simuladores en el entrenamiento apunta a resolver este dilema.

A partir de las investigaciones realizadas en el marco del proyecto MOSES (Military OpenSimulator Enterprise Strategy) llevado adelante por el Human Research and Engineering Directorate (HRED) of the U.S. Army Research Laboratory (ARL), se descubrió un efecto significativo del uso de la simulación en la percepción de la carga de trabajo que tenían los soldados al usar el simulador. Se comprobó que en comparación con las situaciones reales cuando se trabaja en un mundo virtual simulado se presenta una mayor demanda mental, de exigencia

en lo temporal y de desempeño así como mayores niveles de esfuerzo. Los participantes también deben enfrentar más situaciones de frustración. La excepción son los resultados de la demanda física, según los cuales los soldados califican la ejercitación real como físicamente más exigente que la simulación del mundo virtual, un resultado no inesperado.

Estos resultados pueden desafiar la noción de que la simulación en el mundo virtual no puede aproximarse a la carga de trabajo percibida en la instrucción en vivo. El decreciente presupuesto de entrenamiento de las fuerzas armadas está forzando a examinar si existen métodos más eficientes, efectivos y más baratos para entrenar a los soldados. Si bien el entrenamiento de simulación virtual ha demostrado ser una clase de instrucción económica y efectiva, aún hay percepciones que deben superarse para que la fuerza realmente adopte esta clase de simulación para el entrenamiento.

Creemos que cuando el entrenamiento en vivo se complementa con el entrenamiento de simulación en el mundo virtual, esta técnica ofrece mayores beneficios que el uso de una sola clase de entrenamiento. [3]

## 7. Ambiente de Hardware y Software

El simulador consiste en distintas piezas de software instaladas en una red de área local de computadoras con Windows 7, en que las distintas terminales o puestos cumplen una función determinada. Esta red debe estar conformada por un Servidor Gráfico (SG), un Puesto del Entrenador y entre uno (1) y quince (15) puestos para OA (alumnos).

El simulador se entrega con el software instalado sobre un paquete de hardware estandarizado, listo para usar. Este paquete en su conjunto conforma una unidad funcional del simulador, la cual es una unidad operativa indivisible del SIMOA III. Está conformada por un Servidor Gráfico, un Puesto de Entrenador y entre uno y quince Puestos de OA. Además incluye del hardware y software necesario para su funcionamiento, ver fig. 10.

Una Unidad Funcional Básica, con dos Puestos de OA está compuesta por los siguientes elementos de hardware:

- Cuatro (4) Computadoras.
- Un (1) Servidor Gráfico.
- Un (1) Puesto del Entrenador.
- Dos (2) Puestos de OA.
- Dos (2) Proyectoros.
- Pantalla de Proyección
- Parlantes Potenciados.
- Switch Ethernet.

## 8. Facilidad de reproducción

La función de Observador Adelantado no es exclusiva de la Artillería de Campaña del Ejército, otras instituciones dentro de las fuerzas armadas contemplan



**Figura 10.** Instalación de una simulador SIMOA

la misma figura dentro de sus procedimientos. Éste es el caso de la Armada que recientemente ha solicitado la adquisición de un simulador SIMOA.

El relevamiento de los procedimientos abarcados por el SIMOA dio como resultado que el mismo cumple con los requisitos para el entrenamiento de los OA de la Infantería de Marina. La adaptación para la Armada completa sumar los escenarios correspondientes de los campos de tiro utilizados por dicha fuerza. Esto se puede considerar más bien como un accesorio ya que no modifica en nada el desarrollo pero sin embargo amplía el espectro de la ejercitación.

Dado que el simulador utiliza hardware estándar la implantación de una nueva instalación de SIMOA no incurre en gastos mayores que la compra de un par de computadoras personales, proyectores y una pantalla para la proyección.

## 9. Conclusiones

El presente trabajo refleja el resultado de un proceso de introducción de sistemas informáticos en entrenamientos que históricamente se realizaron mediante ejercicios reales. Las etapas que se debieron superar para llegar a la actualidad donde cada unidad de artillería en la Argentina tiene un simulador con el que mantener sus capacidades, sin contar con los que se encuentran en los lugares de entrenamiento como son el Colegio Militar de la Nación (CMN) o la Escuela de Artillería, reflejan el normal proceso de adaptación a los cambios.

El SIMOA fue concebido por algunos oficiales con visión de futuro y en un primer momento resistido por muchos que no concebían hacer las prácticas en un salón con una pantalla y desconfiaban de que los resultados fueran semejantes a los de la realidad.

Con el tiempo y el devenir de nuevas generaciones así como la masificación del uso de la informática en casi todas las áreas de nuestra vida se empezó a ver las ventajas del uso de la simulación. Más allá de la disminución de los costos se valoró la capacidad de realizar ejercicios que en la realidad no podían llevarse adelante como por ejemplo tiros sobre blancos móviles.

Este camino que ha abierto el SIMOA en el entrenamiento de las Fuerzas Armadas (FFAA) en nuestro país está en este momento siendo seguido por otros simuladores que empiezan a ser requeridos.

Es importante, más allá de la adaptación a las nuevas tecnologías, el hecho que se puedan llevar adelante en el país este tipo de iniciativas ya que permite contar con los conocimientos de base para poder desarrollar tecnología que de otro modo debería ser comprada al exterior con los costos que ello implica, no solo en la adquisición sino en la adaptación a los procedimientos específicos que nuestras FFAA requieren.

## Referencias

1. Joel Brynielsson, Sinna Lindquist, Linus Luotsinen: Efficient Implementation of Simulation Support for Tactical-Level Military Training. FOI Swedish Defence Research Agency SE-164 90 Stockholm, Sweden. Interservice/Industry Training, Simulation, and Education Conference (I/ITSEC)
2. Tiro Para la Artillería de Campaña Tomo II – Observación del Tiro, RFP-03-51-II, 1995
3. Jonathan Stevens, Sean C. Mondesire: Workload Analysis of Virtual World Simulation for Military Training University of Central Florida (UCF). U.S. Army Research Laboratory Orlando, FL Orlando, MODSIM World 2016