

APLICACIONES MILITARES EN EL SEMINARIO DE INVESTIGACION OPERATIVA

Mateo F. Chicarro

Comisión Estadística de la Armada
General Orgaz, 9. 28020 Madrid.

Se trata de exponer, en síntesis, los temas que fueron tratados durante los Cursos impartidos por el autor en el Seminario de Investigación Operativa de la Escuela de Estadística de la Universidad de Madrid sobre Aplicaciones Militares.

Palabras clave: Investigación Operativa. Aplicaciones Militares

Clasificación AMS (1980): Primaria, 90B25; Secundaria, 62N10.

Military Applications in the Operations Research Seminar

The content of this paper is about the Military applications of Operations Research including the topics developed in the Operations Research Seminar of the Statistic School of the University of Madrid.

Key words: Operations Research. Military Applications.

AMS Classification (1980): Primary, 90B25; Secondary, 62N10.

1. INTRODUCCION

El Curso de 1962-63 en la Escuela de Estadística de la Universidad de Madrid, fue de extraordinaria importancia para el desarrollo de la Investigación Operativa en España. En dicho Curso se impartieron por primera vez las asignaturas correspondientes a la Rama de Investigación Operativa y de allí salió un núcleo importante de investigadores operativos de procedencia militar.

Comprendiendo que la Investigación Operativa tenía innumerables aplicaciones en las Fuerzas Armadas, en el seno de las cuales había nacido, por mi doble cualidad de Marino de Guerra y Licenciado en Ciencias Exactas, me ofrecí al Profesor D. Sixto Rios para desarrollar las aplicaciones militares dentro de la

Asignatura Seminario de Investigación Operativa, sugerencia que D. Sixto con su fina intuición admitió rápidamente y en efecto a partir del Curso 1964-65 me cupo el honor de dirigir durante muchos años la asignatura "Seminario de Investigación Operativa (Sección Militar)" por la cual pasaron la inmensa mayoría de los Jefes y Oficiales de los distintos Ejércitos que en número siempre numeroso se diplomaron en dicha Escuela de Estadística y en la Rama de Investigación Operativa.

Por ello quiero desde aquí rendir mi reconocimiento a la siempre comprensiva actitud de D. Sixto Rios para acoger con benevolencia cuantas sugerencias se le hacían. No es preciso exaltar la personalidad científica de D. Sixto Rios reconocida tanto nacional como internacionalmente, pero si quiero hacer constar la enorme labor desarrollada por D. Sixto a través de tantas Reuniones Nacionales de la SEIO y los innumerables cursillos y conferencias organizadas en el Instituto de Estadística e Investigación Operativa del Consejo de Investigaciones Científicas. Basta para ello lo que sigue .

La década de los sesenta fue de intensa actividad en la Rama por la que tanto cariño sentimos. En efecto, por aquellas fechas se clausuraba el II-Curso de I.O. para Hispano Americanos (Proyecto Extracontinental nº. 36 de la Organización de Estados Americanos). Se terminaba también un Curso-coloquio sobre "Técnicas de Gestión al día" dirigido por el Profesor D. Sixto Rios, se celebraba en Madrid el coloquio Hispano-Francés sobre la "Investigación Operativa en el desarrollo económico" y tenían lugar también en Madrid, en la sede de la Sociedad Española de Investigación Operativa, innumerables conferencias y cursillos impartidos por Profesores nacionales y extranjeros destacando entre estos últimos los Profesores T.L. Saaty, William S. Jewell, D. Adorno, D. K. Rybicki, C. Bell, Neveu, etc. y tantos otros que con sus conocimientos nos tenían al día en sus investigaciones.

Hacer una relación de la actividad desarrollada por el Profesor Rios ocuparía muchas páginas y ello no es el objeto de este pequeño trabajo. Sólo pretendo desde estas páginas exponer las distintas materias que fueron desarrolladas sobre Aplicaciones Militares de Investigación Operativa en la Asignatura Seminario de Investigación Operativa (Sección Militar), asignatura que después de veinte años aún perdura.

2. FORMACION DE GRUPOS DE INVESTIGACION OPERATIVA

Iniciábamos el Curso con unas ideas sobre la formación de grupos de I.O. no sólo en las fuerzas armadas de los EE.UU. e Inglaterra sino también en la armada Española de la cual teníamos cierta experiencia.

Por supuesto que los grupos debían estar integrados por Matemáticos, Físicos, Ingenieros, etc., es decir personas con una sólida base matemática, pero también según el tipo de problema debían formar parte sociólogos, psicólogos, economistas, etc.

Dada la escasez de recursos no podía pretenderse en España el formar grupos numerosos de especialistas en Investigación Operativa. Por ello se optó por la siguiente composición, que nos dió resultados satisfactorios.

En primer lugar el personal de Investigadores Operativos se clasificaba en grupos de especialistas de tres personas con conocimientos de ramas afines de Investigación Operativa dirigidos por el más antiguo de ellos.

Para todo problema era nombrado un grupo que poseía los conocimientos más apropiados al problema planteado y se añadía un cuarto componente representante del Organismo peticionario el cual velaba por que se diese realidad al problema, evitando que los científicos condujesen el mismo desde una perspectiva cuyos resultados excesivamente teóricos no se adaptasen a la práctica.

Por otra parte, se insistía en que cualquier organismo pudiese plantear directamente a los Gabinete de I.O. sus problemas sin el tamiz de la Jerarquía ya que de lo contrario se inhibirían en sus peticiones de apertura de trabajos.

Una vez por semana se reunían todos los grupos de trabajo para exponer las líneas generales del problema que se encontraban resolviendo y recibir la aceptación o las críticas de los restantes grupos de trabajo.

Naturalmente que había que realizar una mentalización en los distintos niveles de las FAS o de las empresas exponiendo semanalmente mediante charlas y coloquios las diversas aplicaciones de la I.O. a las Fuerzas Armadas.

Se señalaba la importancia de elegir como trabajo inicial alguno que no fuera difícil de resolver pero que al mismo tiempo fuera espectacular en sus resultados y de este modo pudiera servir dicho trabajo como propaganda de los Grupos de I.O.

También se insistía en que la misión del Investigador Operativo consistía en proporcionar al Mando diversas alternativas que éste podía elegir si lo consideraba oportuno o podía simplemente archivarlos en un cajón. Nunca el Investigador debía sentirse herido por tal decisión toda vez que el Mando o el Político tenían la misión de decidir lo más conveniente de acuerdo con la circunstancias.

En cuanto a las técnicas de Investigación Operativa más usuales, dependían de los problemas de cada Ejército y de su grado de mentalización. En la Armada tuvieron bastante aceptación las siguientes:

- Teoría de Sistemas.
- Estudios de Eficacia-Coste.
- Teoría de la Búsqueda.
- Fiabilidad de Sistemas.
- Control de Calidad en la Recepción de Materiales.
- Simulación, etc.

3. ANALISIS ESTADISTICO DE LAS OPERACIONES MILITARES

Teniendo por fundamento la Investigación Operativa, el Cálculo de Probabilidades y la Estadística se puso especial énfasis en el análisis de los datos estadísticos y su debida presentación al Mando ya que en ocasiones se sacan grandes enseñanzas de un simple estudio. Como ejemplo de lo anterior se desarrolló el conocido caso de los ataques a convoyes aliados por los Submarinos alemanes en el Golfo de Vizcaya durante la Segunda Guerra Mundial. De todos es sabido que agrupados los datos del número de componentes de un convoy en clases y comparándolos con el número de submarinos atacantes, número de buques y submarinos hundidos y número de buques de escolta acompañantes se dedujeron dos leyes empíricas de gran importancia para el Curso de la guerra, siendo la primera ley la de que el número de buques hundidos era independiente de la longitud del convoy y la otra ley consistía en que la razón del número de submarinos hundidos al número de mercantes hundidos era proporcional al cuadrado del número de buques de escolta del convoy. Ello dió origen a la decisión de aumentar en centenares de barcos la longitud de los convoyes ya que prácticamente el número de mercantes hundidos permanecía constante.

4. APLICACIONES DE LOS ESTADÍSTICOS DE DISTRIBUCION LIBRE

La asistencia a un cursillo sobre "Estadísticos de Distribución Libre" impartido por el Profesor C.B. Bell, de la Universidad de California en los Angeles, me hizo ver la importancia de ciertas técnicas cuando el número de datos que se poseen es reducido como ocurre en las pruebas de lanzamientos de cohetes o bien con algunos problemas de detección de señales, sociológicos, biológicos, médicos y económicos.

La aplicación de dichos métodos fue particularizada a ejemplos sobre errores de alcance de ciertos cohetes calculando estimaciones, intervalos de confianza, límites de tolerancia, etc., utilizándose los estadísticos de Kolmogorov-Smirnov, Cramer-Von Mises y Sherman-Kimball.

5. INFLUENCIA DEL COMBATE SOBRE EL SOLDADO.

Basados en los trabajos realizados por un grupo de investigadores Americanos bajo los auspicios de la Oficina de Investigación Operativa, Oficina de Investigación Naval del Instituto de Investigaciones Médicas de la Marina y de la Oficina de Cirugía General del Ejército de Tierra, todos ellos organismos de los Estados Unidos, se discutieron los elementos necesarios para estudiar la influencia del combate sobre el Soldado de Infantería con el fin de mejorar el rendimiento del soldado y de su armamento. Estos elementos podrían resumirse así :

- De que forma y en qué medida disminuye la capacidad del Soldado a medida que el combate prosigue.
- ¿Cuanto tiempo pueden permanecer los hombres en combate?.
- ¿Qué objetivos excluidos los puramente militares pueden serles asignados?.
- Entre varios grupos ¿cuál escoger para determinada misión?.
- ¿Cuáles son los factores esenciales del rendimiento en combate y como es preciso estudiarlos?.

Para el estudio se utilizaron medidas de tipo psicológico y fisiológico abordándose la noción de rendimiento de una unidad en este problema de raíces bio-sociológicas.

6. ECUACIONES DE LA GUERRA DE LANCHESTER.

Después de las aplicaciones estadísticas a las operaciones militares nos pareció importante el estudio de las Ecuaciones de la Guerra de Lanchester, para nosotros considerado como el precursor de la Investigación Operativa con su célebre libro "Aircraft in Warfare. The Dawn of the Fourth Arm" publicado en Londres en 1916. En este año Lanchester expuso sus ecuaciones diferenciales, tanto las simplificadas como las generalizadas, con las que pretendía obtener unos resultados indicativos de la evolución de la Guerra. Se aplicaron dichas expresiones a desembarcos de unidades de Infantería siendo indudablemente complicada la obtención de las tasas de destrucción, tasas de producción, tasas de pérdidas humanas, etc. para cada uno de los bandos. También se estudió bajo esta perspectiva la evolución de la guerra antisubmarina en el Atlántico.

7. TEORIAS DE LA DETECCION Y DE LA BUSQUEDA.

Si existen unas teorías profundamente matemáticas que pueden estudiarse en un laboratorio o Gabinete de Investigación son las Teorías de la Detección y de la Búsqueda. Desarrolladas, entre otros, primordialmente por Bernard O. Koopman de la Universidad de Columbia fueron objeto de parte importante de los diversos Cursos.

Siendo el objeto de estas teorías el de localizar unidades enemigas para destruirlas eran precisas unas ligeras ideas de cinemática aeronaval ya que con frecuencia se trata de la localización de submarinos por unidades de superficie o aviones antisubmarinos.

En lo que se refiere a la Detección se estudiaron los procedimientos por serie de impulsos o barridos (sonar) o por punteo permanente hacia un objetivo (vigilancia óptica en dirección determinada) siendo el caso de la Detección Radar intermedio entre estos dos que se acaban de citar, ligado a uno u otro de los procedimientos, según la velocidad de barrido de la antena y a la persistencia de los ecos sobre la pantalla o indicador. Con cierto detalle se analizaban tres casos importantes.

- Detección por impulsos o barridos separados en condiciones ambientales variables.
- Detección por impulsos o barridos paralelos, en condiciones ambientales constantes.
- Vigilancia continua.

En cuanto a la Detección Radar se estudiaron los métodos del doble contacto (que a su vez se apoya en los procedimientos de "tracking runs" y de "detection runs") y el Práctico que permite el cálculo de la probabilidad de detección durante el tiempo que un avión pasa a través de "m" intervalos de distancia.

Por lo que se refiere a la "Búsqueda", después de conocer las definiciones de "distancia lateral" y de "ancho eficaz de barrido" el programa se extendía con el estudio de las Búsquedas Aleatoria Uniforme, por Barridos Paralelos y siguiendo la Ley de la "Inversa del cubo de la Distancia".

También se motivaba a los alumnos a la consulta de las Revistas "Naval Research Logistic Quarterly" (Washington) y "Operations Research" en las que tantos artículos han aparecido sobre estas Teorías.

8. CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD

Sabida es la importancia de esta Teoría basada fundamentalmente en el cálculo de Probabilidades y Teoría de Muestras. Elaboradas por el "Statistical Research Group" de la Universidad de Columbia, sus tablas y mantenidas en secreto por los Estados Unidos durante la guerra, adquirieron pronta expansión al finalizar la misma hasta el punto que las famosas tablas de las que hablaremos a continuación son utilizadas tanto en los países occidentales como en los del Este, según pudimos comprobar en el no lejano Congreso de Control de Calidad celebrado en Madrid.

Se estudió el control estadístico de Calidad tanto en la recepción de materiales como en curso de fabricación utilizando para el primero las Tablas "Military Standard 105" y para el segundo las "Military Standard 404", en sus últimas versiones.

En el control de recepción se estudiaron los distintos tipos de muestreo simple, doble, múltiple y progresivo poniendo énfasis en los riesgos del Proveedor y del Cliente, así como en la clasificación de los defectos.

Por lo que se refiere al control estadístico de calidad en curso de fabricación se estudiaban los límites de control y de vigilancia, la interpretación dada a los mismos y las condiciones impuestas por las especificaciones.

La importancia para las FAS de los diversos controles de calidad es fundamental. En embrión está recogida por los Reglamentos de Contabilidad de

Arsenales del pasado siglo, pero eran tiempos en los que existía la posibilidad de que todo el material se examinase en cuanto a calidad, peso y medida. Cuando el número de repuestos de un Buque o avión se cuentan por muchos millares esto es imposible y de ahí la aparición de estas técnicas que tienen que decidir si aceptar o rechazar a la vista de los resultados de una muestra con el consiguiente riesgo de aceptar lo que debiera haberse rechazado o de rechazar aquello que debiera haber sido admitido .

Por supuesto se insistió en la necesidad de cumplir las normas de control que deben aparecer en todo contrato de adquisición de materiales y a las que deben someterse los proveedores de las Fuerzas Armadas, como ocurre en todo el mundo occidental.

9. FIABILIDAD DE SISTEMAS.

Adoptada como definición de "Reliability" o "Fiabilité" la dada en el año 1962 por la Academia de Ciencias de París en el sentido de "Magnitud que caracteriza la seguridad de Funcionamiento o medida de la probabilidad de funcionamiento, de un aparato según determinadas normas" se expuso esta Teoría que tanta importancia ha alcanzado después de la Segunda Guerra Mundial, hasta el punto de que la mayor parte de los contratos, además de las tradicionales normas de Calidad se especifican también las normas de Fiabilidad.

Esta teoría es interesantísima. Los alemanes no la habían descubierto y por ello al montar sus V-1 y V-2, con los subsistemas en serie, cualquier fallo producido en un subsistema llevaba consigo el del sistema total. Por el contrario los Americanos al aplicar sistemáticamente la Fiabilidad a los sistemas han conseguido llegar a la Luna.

Fundamentada la Fiabilidad en los fallos se obtenían expresiones de la fiabilidad y del MTBF (tiempo medio de buen funcionamiento) con aplicación a sistemas complejos, en serie y paralelo y utilización de los papeles probabilísticos Normal y de Weibull.

Complementando las ideas anteriores se expusieron conocimientos sobre Renovación y Mantenimiento de Equipos así como consideraciones generales sobre los Contratos de Suministro y Fiabilidad en los contratos de compra .

10. ESTUDIOS DE COSTE-EFICACIA.

Especial énfasis se puso en los estudios de eficacia-coste, traducción de los términos americanos "cost-effectiveness studies" cuyos métodos fueron introducidos en los Estados Unidos durante la Administración del Presidente Johnson y el grupo de Mac Namara en el año 1965. Posteriormente, en Francia, fueron ordenados por V. Giscard d'Estaing y desarrollados en 1966 aplicándose en España por la Armada Española en 1970.

El fin primordial de los estudios de eficacia-coste es el poder presentar a las Autoridades una gama de soluciones con el fin de que éstas puedan elegir aquel sistema de Armas que más interese a las necesidades de la Nación y sea compatible con el tanto por ciento del producto interior bruto que el Estado está dispuesto a gastar.

Ahora bien, aunque estos métodos fueron diseñados con la finalidad de preparar las decisiones sobre sistemas de armas futuros, lo cierto es que en Economía se han divulgado bajo el nombre de "Estudios de Utilidad-Gasto" o de "Coste-Beneficio".

Cualquiera que fuese el punto de vista, militar o económico, fueron estudiados primordialmente los siguientes extremos:

- Objetivos.
- Alternativas.
- Sistemas y Misiones.
- Costes.
- Eficacias.
- Modelos.
- Criterios de decisión.

En particular se estudiaron los métodos "ELECTRA" francés y el de las Pertinencias, "Planning Assistance Through Technical Evaluation of Relevance Number", desarrollado por Honeywell, que permiten una selección desde diversos puntos de vista o criterios.

Se dieron algunas ideas para el estudio del Coste-Eficacia de los Buques e Infraestructura de la Armada señalándose que pueden servir para una política de desguaces o de supresión de Unidades poco eficaces y costosas.

11. OTRAS APLICACIONES.

11.1 CENTRALIZACION DE ALMACENES.

Complementando la Gestión de Stocks ya impartida en otra Asignatura se estudiaron los factores que intervienen en la centralización de Almacenes comparando los casos de gestión autónoma para cada almacén y gestión uniforme para un conjunto de Almacenes.

11.2 SIMULACION

Se aplicaron los métodos de simulación en particular a la gestión de Stocks mediante el empleo de muestras artificiales empleando diversas políticas para seleccionar la mejor.

También se utilizó el método para la determinación de la ley que parecen seguir las pérdidas de contacto sonar en un ejercicio consistente en realizar una serie de observaciones a efectuar en la fase de aproximación de un submarino a velocidad de dieciocho nudos, anotando en cada corrida, minuto a minuto, si el contacto se mantiene o se pierde.

11.3 PROBLEMAS DE MINADO

Generalizada la guerra de minas durante la primera guerra mundial se estudiaron modelos de campos minados como es el aleatorio y los factores que influyen en la eficacia de este tipo de guerra sucia repudiado por los grandes marinos de todas las épocas.

11.4 APLICACIONES TACTICAS DEL ANALISIS DE SISTEMAS

Se abordaron diversas cuestiones prácticas mediante la utilización del Algebra de Diagramas-Bloques, de las Funciones de Transferencia y del Método de Mason para la resolución de modernos sistemas de Control, con el fin de mostrar a los Alumnos la fecundidad de las Técnicas empleadas en el Análisis de Sistemas por estimar que las mismas conducen a resultados de una forma más rápida y elegante que otros métodos más tradicionales y ello sin pérdida del rigor matemático. Se aplicaron dichos procedimientos a estudios de coste-eficacia de unidades guerrilleras y al estudio de las interacciones entre diversos factores del sistema "proyectil-cañón".

11.5 APLICACIONES DE LOS JUEGOS DE ESTRATEGIA

En relación con este tema se estudiaron algunos juegos de reconocimiento, de ataques a objetivos ocultos y diversos juegos de guerra aérea.

REFERENCIAS

- BELL, C.B. (1962). Some Industrial Applications of Distribution Free Statistics. Los Angeles.
- CHICARRO, M.F. (1971). Aplicaciones Aeronavales de la Investigación Operativa. Madrid.
- CHICARRO, M.F. (1972). Aplicaciones de la Investigación Operativa a la Gestión de Material. Madrid.
- DRESHER, M. (1961). Games of Strategy. Prentice Hall.
- DRESHER, M. (1968). Fundamentals of Naval Operations Analysis. Annapolis. Maryland.
- KOOPMAN. (1955/56). Search. (op. Res. vols. 4 y 5).
- MAC KINSEY (1960). Teoría matemática de los Juegos. Madrid. Aguilar.
- MORLEY ENGLISH (1968). Cost-Effectiveness. J. Wiley. New York.
- MORSE-KIMBALL (1951). Methods of Operations Research. New York.
- MORSE-KIMBALL (1951). Naval Manual of Operational Planning. (N.W.C.).
- PRO, R. (1.963). Apuntes de Teoría de la Búsqueda. Madrid.
- RIOS, S. (1.953). La Investigación Operacional. Madrid.
- RIOS, S. (1.963). Métodos Estadísticos. Teoría de Muestras. Madrid.