

ARMAMENTISMO, CIBERNETICA Y PRONOSTICO DE GUERRAS

Juan L. Hernández Sánchez

Introducción

La guerra es un fenómeno, aparentemente consubstancial a la especie humana, que ha aquejado a la Humanidad desde sus orígenes y que ha sido tratado por muchos autores de todos los tiempos. Pero mucho más consubstancial es el deseo de paz, y secularmente ha habido intentos para evitar la guerra, como concepto. Tradicionalmente, los estudios sobre el fenómeno bélico han sido cualitativos, de carácter filosófico, sociológico, histórico, militar, político, o de otras índoles, y no arriban a resultados computables o numéricamente explícitos en el sentido científico o tecnológico actual. Ello no necesariamente es un demérito, pero es deseable a veces disponer de algún método cuantitativo que permita predecir, por ejemplo, cuándo se podría producir una guerra. El evitar que una guerra efectivamente se produzca es, desde luego, otro problema muy diferente.

Una manera de arribar a resultados numéricamente explícitos, y que objetivamente indiquen cuando podría ocurrir una guerra, consiste en plantear modelos matemáticos que representen la situación relativa de las naciones en pugna, que al ser resueltos indiquen el posible conflicto bélico a través del valor que asuma algún criterio, o funcional, de comportamiento. La utilidad y confiabilidad de este tipo de modelos y su simulación o resolución en computadores son ampliamente reconocidas en ciencia, ingeniería, tecnología y otras áreas y disciplinas (1,5). En este artículo se considera uno de tales modelos.

El empleo de modelos matemáticos y computacionales o, más bien, "cibernéticos", requiere de la adopción de alguna variable conceptual que sea susceptible de ser representada por valores numéricos, como se explicara más adelante.

Se ha observado (5) que muchas guerras, o cuasi guerras, han sido precedidas por alguna carrera armamentista. Por ello, parece promisorio concentrarse primero, en plantear modelos para el estudio del armamentismo. Este fenómeno presenta diversas variables cuantitativas, tales como cantidad de soldados, de armas, o de otros elementos. Una variable cuantitativa más general y uniforme es el gasto global en tales elementos.

Una carrera armamentista puede ser estudiada por modelos matemáticos, dado que es un fenómeno dinámico. De su conducta temporal se puede predecir el posible estallido de una guerra (5).

Respecto al armamentismo se puede agregar que, a juzgar por la prensa diaria, prácticamente no hay rincón del planeta en que no haya, en cualquier tiempo, algún par de países, o bloques de naciones, armándose el uno contra el otro, o respecto a terceros. Las causas son numerosas: pretensiones hegemónicas; disputas o ambiciones territoriales; orientaciones políticas antagónicas; resabios de guerras pretéritas; razones demográficas, ideológicas, religiosas; y muchas otras. En la actualidad, hay muchas carreras armamentistas con grandes diferencias tecnológicas y de escala. Estas van desde las hegemónicas o de igualdad entre las superpotencias, y sus respectivos bloques y aliados, hasta otras de simple preparación de reclutas, con armas convencionales sencillas, entre países pequeños.

En este artículo se consideran modelos para el análisis del problema del armamentismo entre dos países adversarios, con miras a pronosticar o predecir el peligro de una guerra entre ellos. Por países entendemos naciones, bloques de ellas o alianzas. Desde 1970 ha habido un creciente interés en este tema, particularmente a raíz del redescubrimiento del llamado "modelo de Richardson", el que ha demostrado ser exitoso en la "predicción" de varias guerras que han ocurrido en el presente siglo (5)

Cabe aclarar que este problema de la predicción de guerras con modelos matemáticos y computacionales es distinto, y muy diferente, a los llamados "juegos de guerra". Estos últimos son simulaciones estratégicas o tácticas de un conflicto, real o imaginario, declarado, los que generalmente se basan en la *teoría de los juegos*, una disciplina matemática. Los modelos del presente artículo, y el modelo de Richardson, están basados en la teoría de *ecuaciones diferenciales* o, más bien, en la *teoría de ecuaciones de diferencia*, otras disciplinas matemáticas. Además, hacen uso de teorías y métodos de estimación e identificación paramétricas estocásticas.

La mejor manera de describir dichos modelos es, naturalmente, plantear las ecuaciones que los representan. Ello no sería apropiado en esta revista y se ha adoptado una forma simbólica de las ecuaciones incorporándolas en algunas de las figuras. Esas ecuaciones son resolubles por métodos conocidos. El empleo de computadores facilita la resolución para una gran variedad de casos en un tiempo breve (1,5).

Conceptos para el planteo de los modelos

En el planteo de modelos matemáticos, como los que interesan aquí, se debe definir *estados y variables* representativas de dichos estados. Uno de los estados es el de *paz*, vocablo definido en el diccionario con varias acepciones. Para nuestro propósito, paz es intuitivamente un estado de tranquilidad (real o ficticia), armonía y concordia o que puede ser asociado con el concepto cibernético de *estabilidad* de operación. En automática y cibernética, el concepto de estabilidad es definido en términos matemáticos y criterios muy precisos.

El diccionario define la *guerra* como, obviamente, el rompimiento de la paz entre dos naciones. Ello envuelve, en el fondo, la aplicación de la fuerza por uno de los contrincantes para lograr del otro la aceptación de ciertos términos, y viceversa. Es innecesario entrar aquí en mayores disquisiciones sobre el tema, dado el objetivo del artículo. Basta considerar que "guerra", es una situación que se debería predecir, precaver y evitar, en forma "matemática". Para eso se puede asociar guerra con el concepto de inestabilidad, y con un estado inestable en el modelo cibernético.

Si el modelo indicara un estado inestable, ello indicaría una situación de peligro de guerra. Es posible sí que, dadas las características de la especie humana, las naciones puedan persistir en conductas que las lleven a la guerra, pese a que el modelo les sugiera modificarlas. El modelo Richardson predijo, por ejemplo, en 1976 la guerra irano-iraquí que estalló en 1980 (5); probablemente, sus gobernantes no supieron de la predicción hecha por W.L. Hollist.

Dada una situación, ella debe ser caracterizada por una o más variables de estado (que conforman un vector de estado). Aquí, en que se tratará del armamentismo, se adoptará como variable de estado el gasto en armamentos. Esto puede extenderse, incluyendo más variables, lo que no se hace aquí.

Carreras armamentistas

Se ha observado, como se dijo, que muchas guerras han sido precedidas por una carrera armamentista entre dos naciones o grupos de ellas. Este hecho fue utilizado por Lewis F. Richardson, un matemático inglés y combatiente en la Primera Guerra Mundial, como base de sus estudios científicos para la comprensión de la guerra, lo que se verá más adelante.

Básicamente una carrera armamentista se produce entre dos naciones o alianzas, cuando ellas tienen algunos objetivos en antagonismo. Si una de ellas adopta algún armamento, es posible que la otra también se arme correspondientemente, y quizás algo más.

La primera nación se arma, a su vez, puesto que ello restablece su superioridad relativa, y así sucesivamente. Hay diversas situaciones algo diferentes a la recién supuesta. Además, hay muchas teorías sobre armar y rearmar, que no interesan aquí.

En nuestro planeta han ocurrido o están ocurriendo al menos tres situaciones, en lo que respecta al armamentismo. Hay, en primer lugar, países que se arman "normalmente", es decir, que están sólo renovando su material obsoleto. En segundo término, las superpotencias, sus potencias aliadas (OTAN y Pacto de Varsovia) y otras naciones avanzadas están envueltas en una carrera armamentista formidable. Finalmente, hay otros países que, por diversas razones, están empeñados en carreras armamentistas, con armas convencionales pero muy poderosas y onerosas.

Parece razonable suponer que en los dos primeros casos no es probable que estalle alguna guerra, en tanto que en la tercera situación es altamente probable que a la larga dichos países se vean envueltos en conflictos bélicos. El empleo de modelos matemáticos confirma este razonamiento. Aun el modelo de Richardson, que es muy simple, ha tenido gran éxito en predecir lo anterior, como ha sido confirmado a posteriori.

Modelado matemático del armamentismo

Un comienzo lógico para establecer modelos apropiados del armamentismo consiste en partir de un sistema de ecuaciones de Volterra, quien planteó modelos para el "estudio de la lucha por la vida" entre poblaciones de animales. Estas ecuaciones son de tipo diferenciales alineales, y no serán descritas aquí. Nos basta exponer algunos conceptos sobre una forma discreta de ellas.

En la figura 1 se presenta un gráfico de influencia que muestra tales ecuaciones para un caso de armamentismo entre dos países, 1 y 2. Los gastos en armas en el presente año son denotados por X e Y, respectivamente, mientras que x e y son los correspondientes al año precedente. En vez del año puede emplearse otros períodos de contabilización o muestreo de los gastos. En la figura 1 se logra la

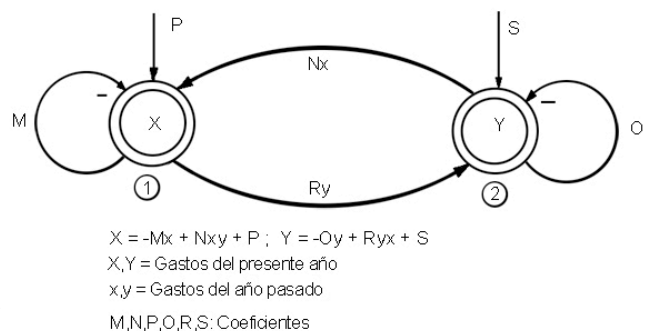


FIG. 1. MODELO ALINEAL PARA EL ARMAMENTISMO BIPARTITO

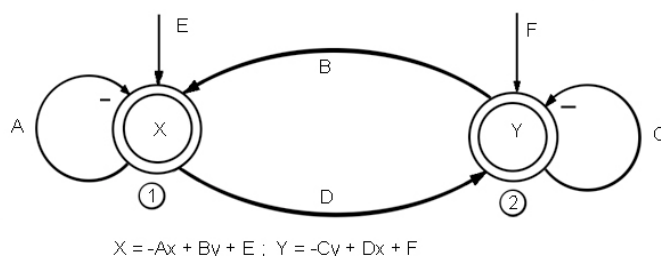
ecuación para X por el razonamiento que sigue; el gasto actual X, de 1, es proporcional, con factor N, tanto al gasto propio, x, como al gasto de 2, y, ambos en el año precedente. Por otra parte, si 1 invirtió x anteriormente, en el presente año podrá gastar menos, con factor -M, pues debe atender otras necesidades nacionales. Habrá también gastos fijos u otras influencias, representados por P. Para el segundo país, 2, rige la ecuación similar, mostrada en la figura.

Los coeficientes, M a S, indicados en la figura 1 son obtenidos de los datos estadísticos de años anteriores.

Para mayor facilidad del estudio conviene realizar las ecuaciones de la figura 1, lo que lleva al modelo lineal de Richardson mostrado en la figura 2. Rigen consideraciones similares a las indicadas para la figura anterior.

En el modelo Richardson, los coeficientes A, B, C y D son positivos, y son obtenidos de datos estadísticos de años pasados, por métodos de estimación de parámetros, y constituyen un conjunto auto contenido. Esto permite usar las ecuaciones de la figura 2 para formular predicciones, hacia años futuros. Los coeficientes E y F pueden ser positivos o negativos.

No afectan la estabilidad y pueden ser considerados nulos para tales estudios.



$$X = -Ax + By + E ; Y = -Cy + Dx + F$$

FIG. 2. MODELO LINEAL PARA EL ARMAMENTISMO BIPARTITO

Cabe agregar que en el mundo hay diversos organismos o instituciones que publican datos periódicos sobre los gastos en armamentos en que incurren los diversos países, incluyendo informaciones sobre el tipo de armas y otros elementos adquiridos. Uno de estos Institutos es SIPRI, de Suecia (6).

Estabilidad del modelo lineal

La estabilidad de un sistema, como el modelado en la figura 2, depende de los coeficientes A, B, C, D. más específicamente el modulo de los autovalores, del sistema, o valores característicos, debe ser menor que la unidad.

Si el sistema es asintóticamente estable, X e Y se van aproximando a valores constantes (estacionarios) a medida que transcurren los años. Las curvas a y b de la figura 3 ilustran el caso del armamentismo estable. Por el contrario, si hay inestabilidad, X e Y van creciendo, en el tiempo, como en las curvas c y d de la figura 3. En realidad, para el armamentista interesan los valores relativos X-Y.

Predicción de guerras

La idea de Richardson (fallecido en 1953) era correlacionarla estabilidad de la carrera armamentista, vista por su modelo, con la probabilidad de estallido de guerra.

El modelo ha demostrado ser un buen predictor de guerras, pues casi todos los conflictos bélicos modernos han sido precedidos por carreras armamentistas inestables (5). M. Wallace encontró, con un modelo Richardson, que de 28 disputas internacionales (entre

1816-1965), con carreras armamentistas previas, 23 derivaron en guerra. De 71 disputas sin carrera armamentista solo 3 terminaron en guerra (5).

Afortunadamente, las carreras armamentistas "NATO - Pacto de Varsovia" han sido, hasta ahora, estables, tipo curvas a y b, figura 3. Pero en el caso Irán-Irak la carrera del tipo de curvas c y d terminaron, lamentablemente, en una guerra franca y cruenta. Se puede dar diversos otros ejemplos contemporáneos de carreras armamentistas estables o inestables.

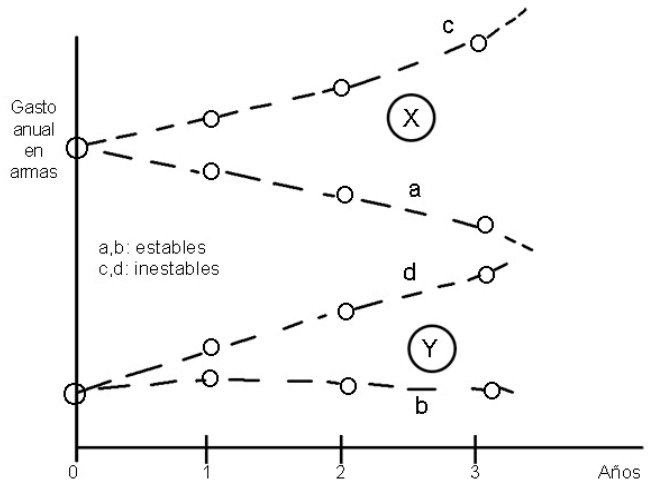


FIG. 3. ARMAMENTISMO ESTABLE O INESTABLE

Estabilización de la carrera armamentista

Si la carrera armamentista es inestable, en realidad los países rivales pueden adoptar acciones apropiadas para atenuarla o eliminarla, disminuyendo así un riesgo de guerra. En el modelo, esto significaría un cambio en los coeficientes A, B, C, D de la figura 2, en forma tal que se estabilicen las curvas c y d y se logre una conducta como las indicadas en las trayectorias a y b.

Podría ocurrir que los países persistieran en su pugna armamentista. En la vida real se puede estabilizar tales situaciones a través de alguna tercera nación o entidad cuyas acciones sean de pacificación o de competencia con las otras. Este país puede iniciar o incrementar su propio armamentismo, en forma tal que las naciones 1 Y 2, rivales entre sí, se sientan inseguras de iniciar una guerra dado que el tercer país se aprovecharía de ella, cualquiera que sea el resultado. En vez de un tercer país competidor pudiera ocurrir que intervenga alguna entidad mediadora, o nación amiga común. Cualquiera de estos casos podría ser representado por un modelo tripartito como el bosquejado en la figura 4. En esta figura habría que agregar las ecuaciones correspondientes, extendiendo las indicadas en la figura 3. Además de agregar una tercera ecuación para el gasto del país habría que considerar términos dependientes de z en las expresiones para X e Y.

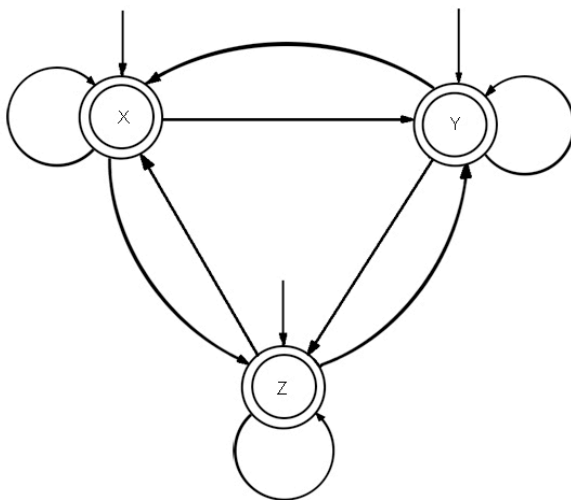


FIG. 4. CASO TRIPARTITO

En determinadas circunstancias es posible que los coeficientes de la figura 4, que no han sido indicados, sean tales que el sistema tripartito sea estable, lo que concordaría con lo indicado para la situación real antes descrita.

Controlabilidad o gobernabilidad

Si la competencia armamentista bipartita es inestable existe, en el modelo de la figura 2, la posibilidad de contrarrestar el crecimiento de las

curvas del tipo c y d de la figura 3, mediante adecuada elección de los coeficientes, o "controles" E y F. Esto es similar al concepto de controlabilidad o gobernabilidad, estudiado en automática. Esta posibilidad correspondería en la vida real al caso en que agentes externos a los países rivales ejercen acciones tendientes a contrarrestar el armamentismo de estos. Ejemplos típicos de esas acciones son la prohibición de venta de armas, la congelación de préstamos, el envío de fuerzas pacificadoras, y otras iniciativas similares. En la referencia el autor ha dado detalles más profundos de estos y otros modelos, matemáticos y cibernéticos.

Comentarios finales

- En este artículo se ha considerado algunos modelos discretos para el estudio del armamentismo y la predicción de guerras, sobre la base de la estabilidad de aquellos.
- Las ecuaciones de las figuras 1, 2 y 4 son fáciles de programar en computadores (2,5).
- Una contribución del autor es la deducción del modelo Richardson a partir de las ecuaciones de Volterra. Esta conexión no ha sido notada en la literatura por quienes han revivido el modelo de Richardson (5). Otras contribuciones del autor aparecen en la referencia y se refieren a la estabilización y controlabilidad del modelo Richardson
- Cabe mencionar, finalmente, que el sencillo modelo de Richardson es aplicable en diversos campos y problemas sociales, económicos y de otros tipos.

REFERENCIAS

1. H.T. DAVIS: *Introduction to Nonlinear Differential and Integral Equations*, U.S. Atomic Energy Commission. Washington, 1960.
2. R. ORDENES V., L. GUERRA G. y J. L. HERNANDEZ S.: *Estudio del modelo de Volterra para un sistema ecológico de dos variables* (Memorial, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, 1975).
3. F.S. ROBERTS: *Discrete Mathematical Models*, Prentice-Hall, 1976.
4. K.J. ASTROM, B. WITTENMARK: *Computer Controlled Systems*, Prentice-Hall, 1974, pág. 341.
5. P.A. SCHRODT: "Microcomputers in" the Study of Politics", *Bute*, July 1982, págs. 103-134
6. SIPRI YEARBOOKS, Stockholm International Peace Research institute, Estocolmo, Suecia.
7. JUAN L. HERNANDEZ S.: *Modelos cibernéticos para el estudio de la génesis, evolución y controlabilidad de la violencia*. Presentado a publicación, 1986.