

## Las dificultades que presentan los problemas de proyectiles dirigidos

Por el Dr. LAWRENCE R. HAFSTAD  
Secretario ejecutivo de la Junta de Investigación  
y Gabinete de Perfeccionamiento.

(Traducción de U. S. Air Services.)

Apenas cabe duda de que una de las características más destacadas de la guerra pasada fué el aspecto de guerra total de las hostilidades. La industria apoyó a los ejércitos como nunca. En los teatros de operaciones, ciudadanos y soldados estuvieron juntos expuestos al peligro, y ambos contribuyeron a la defensa común, como quedó cabalmente demostrado en las batallas de Londres y Stalingado. Los científicos también; aunque gente inclinada a la paz y al retiro, tuvieron que prestar su contribución.

Los créditos para los artefactos creados durante la guerra por la fraternidad de los científicos han sido concedidos generosamente por los militares. Pero ellos saben, y nosotros también, que la guerra fué sostenida y ganada con las armas disponibles al principio. Hemos desarrollado una imponente formación de aparatos y dispositivos para el día de la victoria; pero ¡cuánto mejor hubiese sido; cuánto dinero y cuántas vidas hubiesen podido ser ahorradas si estos aprestos hubieran estado preparados al romperse las hostilidades! En caso de otra guerra, todas las señas muestran que será más corta, más violenta y "mucho más repentina". Únicamente podrá sobrevivir la nación que esté adecuadamente preparada para tal género de guerra. La próxima vez los artefactos han de estar preparados cuando la guerra empiece, con el primer tiro.

Para alcanzar este fin, los militares y los científicos deben trabajar juntos en la paz como lo hicieron en la guerra. Esto será mucho más difícil, como todos los dirigentes experimentados saben, sin la persuasiva influencia de un peligro común inmediato y manifiesto. Diferencias de opinión, que fueron dejadas a un lado en una sola conferencia bajo la presión de la guerra, entur-

biarían semanas y meses la atmósfera, más egoísta, de tiempos de paz.

Tenemos entre manos mal asunto. La necesidad de progreso es imperativa; pero al mismo tiempo cada avance es costoso y penoso. En la investigación militar será necesario un esfuerzo determinado para mantener el respeto mutuo, confianza y la suma casi infinita de tolerancia y paciencia que se precisan tanto de los militares como de los científicos.

### Perspectiva.

Para aproximarse a los problemas de los proyectiles dirigidos es de gran importancia echar una amplia ojeada al campo entero. La perspectiva es necesaria para el juicio, y ya que nuestro conocimiento es inadecuado; se necesita cada vez más el buen juicio para resolver los problemas de los proyectiles dirigidos.

Destacaremos las dificultades mayores, de modo que los hechos desagradables y los problemas puedan ser enfrentados honrada y resueltamente en los medios políticos. Esto no significa que haya motivo para desanimarse. Se está realizando un buen progreso y la niebla de confusión de después del "Día V" va siendo gradualmente despejada. Mucho queda por hacer, sin embargo, y para un ataque eficaz y coordinado de los problemas restantes resultaría valiosa una visión real. Puede resultar muy costoso el fracaso en resolver el problema de los proyectiles dirigidos en la actual atmósfera internacional.

El campo de los proyectiles dirigidos tiene tantas ramificaciones, que aun nuestro lenguaje falla cuando tratamos de describirlo. Se acostumbra, cuando se pretende estimular la imaginación de la gente, emplear frases como: "¡El cielo es el límite!"

Ahora, en este caso, el cielo ya no es el límite, porque debemos considerar también la posibilidad de disparar proyectiles más allá de la influencia de la Tierra y su atmósfera, hacia los espacios estelares. Esto arroja en nuestras manos el problema de la navegación astronómica, cuya solución requerirá investigaciones prolongadas y profundas.

Todos nos hemos burlado de las personas que nunca sabían qué camino seguir, y probablemente hemos soltado una risita de suficiencia y superioridad a costa suya. Sin embargo, tenemos que confesar que en cuestión de proyectiles dirigidos ni aun el más destacado de nosotros puede decir nada de un modo suficientemente preciso o suficientemente general para utilizarlo en los sistemas de dirección a larga distancia.

De este modo, nos fracasan el lenguaje, la astronomía, la geometría, cuando consideramos las posibilidades de los proyectiles dirigidos, y estos no son sino ejemplos de que en el complicado problema del desarrollo de los proyectiles dirigidos se confunde el límite entre lo conocido y lo desconocido, en casi todos los campos del conocimiento humano.

Sin duda, somos algo visionarios, demasiado influenciados por los suplementos dominicales, cuando consideramos los problemas de los proyectiles de gran distancia. En lugar de ello permítasenos considerar un "simple" proyectil dirigido. Pongamos unas superficies de mando en una bomba lanzada al aire y guíemola sólo un poco hasta el blanco designado.

En este caso no tenemos problemas de navegación, ni fuerzas de gran aceleración en el lanzamiento, y podemos utilizar la inteligencia en localizar y escoger un objetivo determinado. Pero, incluso en este caso, el problema es sumamente difícil, como hemos aprendido pronto el grupo de entusiastas que desde hace años estudiamos este "simple" problema.

La ignorancia humana es tan extensa, que hasta las bombas subsónicas constituyen una laguna en nuestro conocimiento sobre los factores de modelado aerodinámicos y otros esenciales, y nos obligan a un programa empírico lento y costoso. A esto se añade el hecho de que las limitaciones de espacio en un proyectil fuselado nos obligan a desarrollar mecanismos de control mecánicos y eléctricos completamente nuevos; que estos nuevos e imperfectos mecanismos están sometidos a fuerzas desconocidas e inobservables y a vibraciones en el espacio libre, a mu-

chas millas de los hombres que están tratando de diagnosticar las perturbaciones; entonces, se comprende que las dificultades en la producción de proyectiles dirigidos son reales.

Se han empleado años en el desarrollo del prototipo de proyectil dirigido conocido por torpedo. El proyectil dirigido con antena combina y amplía todos los problemas, y se espera que la utilizable "quincallería" pueda ser entregada dentro de unos meses en lugar de años.

Por una serie de circunstancias, he estado relacionado con las primeras fases de la investigación de un buen número de nuevos dispositivos militares: "radar", desde los experimentos de Breit-Tuве de 1927-28; energía atómica, desde 1932; espoletas de proximidad, desde 1940, y cohetes, desde 1941, cuando sembramos, por primera vez, bastones de nitroglicerina a mano en los primeros modelos experimentales, en la cabeza de puente india. No me cabe ninguna duda de que los proyectiles dirigidos es el más complejo y difícil de todos; sencillamente, porque el campo de los proyectiles dirigidos incluye todos los demás como partes legítimas y esenciales. Ni mi experiencia civil ni mi experiencia militar ha visto problema alguno que abarque tantas ramas de la ciencia física.

La aerodinámica, "radar", electrónico, telemetría, servomecanismos, giróscopos, termodinámica, combustión, metalurgia, propulsión y química deben contribuir todas al éxito de los proyectiles dirigidos. Estas contribuciones no son en modo alguno rutinarias, sino marcas nuevas, que representan auténticos avances del arte en cada rama. Por esta razón, muchos creemos que los problemas de proyectiles dirigidos deben ser tratados desde el punto de vista de la investigación, más bien que desde el de modelación. Estoy de acuerdo con el axioma militar que enseña: "Nunca desestimes tu enemigo". Animado por el mismo espíritu, puedo recomendar únicamente: no desestimemos las dificultades de los problemas de proyectiles dirigidos.

#### Planes de investigación.

Hasta aquí hemos considerado la importancia de la investigación, sin dar una definición de ella. Una razón parcial de ello es que resulta difícil dar una buena definición. H. D. Arnold dice: "La investigación no consiste en construir y manipular; no consiste en observar y acumular datos; no es la pesquisa ni la experimentación; no es la captación de los hechos, aunque cada una de estas actividades puede representar

una parte indispensable de ella. Investigación es el esfuerzo de la mente para comprender las relaciones que nadie conocía antes."

Este aspecto individualista de la investigación hace casi imposible la formación de planes en el sentido corriente. Nadie puede determinar anticipadamente los datos sobre que han de cristalizar las ideas y presentar soluciones a muchos problemas decepcionantes. Esa es la razón por la que la investigación lleva en sí una gran parte de incertidumbre o riesgo. En la investigación se aprende de los fracasos, y todo investigador, con la "chispa" necesaria o inspiración, no se desalienta por los fracasos, tan grandes como la ciencia que él posea. En la investigación, los fracasos se toman por garantías; en ingeniería un fracaso es una señal de incompetencia.

No nos equivocaremos mucho, sin embargo, si suponemos que la investigación—la investigación real—comprende una gran parte de incertidumbre—casi como una elección intuitiva de apuesta—. La investigación está haciendo algo diferente por primera vez, no algo más grande o mejor o más barato—que eso es lo que se entiende ordinariamente por ingeniería—. Por supuesto, existen ingenieros de investigación o investigadores, y tienen una parte importante que desempeñar; pero piensan, actúan y se conducen como sus colegas científicos temperamentales, y para los propósitos de nuestra discusión pueden ser clasificados como científicos.

Muchos militares han tratado de mediar durante la guerra en las disputas entre los departamentos de investigación y producción de una misma Compañía industrial. Para los no iniciados la diferencia de puntos de vista puede resultar sorprendente. Dado que algunos de vosotros vais a estar relacionados con los proyectiles dirigidos durante la próxima década, y hasta puede ser que destinados a tales centros de batallas intelectuales, resultará conveniente que intente indicar por qué y cómo surgen las diferencias de opinión.

*Todo nuevo desarrollo investigativo es un proceso de crecimiento.*—Existirá generalmente un lento comienzo, luego un período de caminar muy rápido y, finalmente, un ascenso. Existe un período de aparentes balbuceos y tropiezos, donosamente dignificado con el nombre de investigación; después, un período de rápido mejoramiento, y por último, uno de penoso y pausados avances, cuando la perfección está cerca.

Durante la fase de investigación no hay nada que hacer, excepto construir los aparatos, de acuerdo con algunas ideas individuales. Careciendo de hechos técnicos sobre los que basar las decisiones, las conferencias oficiales no son fructíferas, porque la opinión de un hombre es tan buena como la de otro. Las oportunidades de éxito en los ensayos de cualquiera son sumamente escasas; de aquí el factor suerte y lo que dice Conant: "Sólo existe un medio de hacer investigación básica, y éste es coger un hombre de valía y respaldarle sólidamente."

Una vez que se ha logrado un solo éxito, la situación cambia completamente. Queda eliminado el factor suerte, efectivamente; ya no es esencial la fe ciega y perseverante; los escépticos se apresuran a unirse al carro de los vencedores; las cuerdas de las talegas se desatan, y sobreviene un período de rápido desarrollo. Este primer éxito parece de la máxima importancia para el investigador, que, en efecto, considera entonces que el asunto está hecho, y mira hacia nuevos campos que conquistar.

Con respecto al empleo final y el ingeniero de producción, el asunto acaba apenas empezado. El último asegurará que supo en todo momento que el asunto podría ser realizado, que lo habría hecho más rápida y poco costosamente y que debería haber sido consultado en primer lugar. ¡Entonces la batalla está ganada! Estos conflictos son inevitables y no ejercen influencia sobre el personal de cada grupo. Son, simplemente, las penas iniciales de un nuevo desarrollo.

Hay, naturalmente, una buena cantidad de confianza por ambos lados. Está claro cuanto queda por hacer después de que la fase de investigación se ha terminado. Esta es precisamente la situación que el perfeccionamiento y el ingeniero de producción buscan. No obstante, la misma información puede presentarse de otra manera, y otro aspecto del cuadro puede convertirse en foco. Aquí se destaca la tremenda importancia de un primer éxito, y toda la tediosa operación de perfeccionar un dispositivo se relega a una operación de pulimento. Esta es la situación tal como aparece al científico o ingeniero investigador.

La fase de investigación es un período de tentativa e intuición.

Es una partida inevitable, que muy frecuentemente no paga todo, pero que en ocasiones acierta la puesta, y cuando ello ocurre, los ganadores se benefician en grande. Para un

hombre práctico la investigación básica puede parecer un juego, pero en un momento dado puede traer el premio Nóbel.

Esta es la clase de pensamiento que representa la más seria consideración a tener en cuenta sobre los amplios aspectos de la materia. No logra de un modo completo dar una "fórmula secreta" para el perfeccionamiento de un arma victoriosa, pero destaca la necesidad de la investigación básica en los muchos campos que deben contribuir eventualmente al desarrollo de un arma útil.

Observaréis que la contribución académica se verifica principalmente en el campo (aparentemente inútil) de la pura investigación. Por otra parte, la industria se muestra activa casi exclusivamente en el campo de la investigación aplicada. Normalmente, la industria puede permitirse ir bastante rezagada de la ciencia pura para dar tiempo a que la investigación básica sea hecha, aun cuando el esfuerzo empleado en esta región sea relativamente pequeño. Desde la última guerra, sin embargo, hemos aprendido que las armas nuevas no pueden seguir casi pegadas a los talones de los descubrimientos científicos. No estaréis muy equivocados si suponéis que los problemas de los proyectiles dirigidos caen todavía en el campo de la investigación casi pura. Esto puede resultar una desilusión y una píldora amarga de tragar, pero es una realidad.

Aún hay mayor evidencia para convencer a los que dudan, demostrada por la dificultad corriente en el campo de los proyectiles dirigidos, de apartar la "quincallería" (hardware) de los contratistas industriales o universitarios. Es significativo en grado sumo que haya sido entregado poco material nuevo de todo género a las fuerzas en los dos últimos años. Los proyectiles movidos por la gravedad son todavía las únicas armas en función. Ni el grupo industrial ni el universitario están actualmente preparados para realizar la tarea completa, sencillamente, porque no se dispone todavía de fuente de información básica sobre la que los modelos puedan basarse.

No resulta inoportuno señalar en este momento una de las razones por las que la actividad de la OSRD no tuvo éxito durante la guerra. Cada una de sus divisiones eran esencialmente una Asociación de Investigación, que estaban colocadas justamente entre los campos de la teoría y la aplicación, y estaban dotados en la manera posible de hombres procedentes tanto

de las actividades industriales como de las académicas, a fin de salvar tan rápidamente como fuera posible las lagunas de nuestra ciencia, que estaban impidiendo el progreso.

Tal modo de avance lo denominó con gusto investigación de "fuerza especial". Se fija un extenso objetivo, y entonces se estimula la investigación necesaria en ciencia aplicada, básica o pura en todos los campos que puedan contribuir a la solución del problema.

Naturalmente, se intenta simultáneamente lanzar ataques para alcanzar el objetivo en el tiempo más corto posible—estos son los esfuerzos de modelado—; pero cuando esto fracasa hay siempre la seguridad de que el pensamiento firme avanza lentamente hacia el objetivo, en tanto se realizan estudios metódicos en los campos básicos. Con esta aproximación, cada ataque lanzado lo es desde una base más favorable, y definitivamente el objetivo se alcanza.

Hemos hecho una larga digresión sobre la naturaleza de la investigación de los problemas de proyectiles dirigidos; pero esta insistencia resulta justificada porque puede evitar muchas incomprensiones en el futuro. Muchas de las singularidades del proceso de investigación también han sido muy tratadas. Necesitamos añadir únicamente que la investigación es una actividad que presenta dificultades de control e imposible de someter a plan. La dirección de su crecimiento es imprescindible, y también, inevitablemente, sus presupuestos—algunos capaces de desmayar a los contables—. Nos guste o no, la investigación científica y la habilidad investigativa no son cosas que se puedan ordenar como pedidos o adquisiciones, igual que nueces o tornillos. Esta es la realidad número uno y el problema número uno en el campo de los proyectiles dirigidos.

#### Seguridad.

Otro problema auténtico es el que concierne a la seguridad militar. Es característico de los científicos que precisen cambiar ideas sobre algunos puntos oscuros. Es esencial para hacer progresar a una idea que se produzca un fértil entrecruzamiento de ideas. El enclaustramiento en la ciencia sólo conduce al incesto intelectual y al estancamiento.

Sin embargo, existe una presión militar tan fuerte que impide a la información llegar, no solamente al público en general y agentes extranjeros, sino también a otros servicios, otros

burós y otras ramas de dentro del servicio donde tales informaciones se originan.

Esto puede conducir únicamente al atascamiento de todo lo que se relaciona con la ciencia y a la retirada gradual de la cooperación con los militares de los técnicos más destacados—ya demostrado claramente en la experiencia post-bélica en uno de los principales proyectos de la época de guerra—. Tal tendencia es sumamente nefasta, cuando todo induce a la necesidad de una cooperación más estrecha que nunca entre los expertos técnicos civiles y militares.

Supuesto que se hayan eliminado las contendas sin cuartel, el problema permanecerá todavía marcando una línea adecuada entre el trabajo clasificado y el no clasificado en el campo de los proyectiles.

Se precisa otra vez mucho juicio, porque una clasificación demasiado elevada entorpecería a los técnicos, en tanto que una demasiado baja viciaría el esfuerzo total. Afortunadamente, esto se produce en el primer estadio de la investigación y desarrollo, en el que los científicos se sirven más de conversaciones informales y cambio de ideas para el progreso, y esta fase es de menos importancia para los militares en cuanto se relaciona con la seguridad.

A la inversa, cuando se acerca la fase de producción, las precauciones militares sobre seguridad aumentan, naturalmente, mientras que la necesidad técnica de cambio de información disminuye. El problema de seguridad no es insoluble, pero puede ejercer una influencia entorpecedora sobre todos nuestros esfuerzos si se le maneja de una manera arbitraria y antipática.

Los científicos maduros reconocen, tan bien como los militares, la necesidad de secreto en ciertas materias. No debe olvidarse que fueron los científicos mismos quienes impusieron restricciones de seguridad sobre investigación nuclear mucho antes de que los militares sospecharan que un átomo era algo más que un juguete científico. Si se pide a los científicos reconocidos su ayuda para hacer cumplir las medidas de seguridad, ellos, a su vez, pueden ofrecer la necesidad de estas reglas a la fraternidad científica.

Esto constituye meramente una parte de su tarea científica. La seguridad militar en materias técnicas es semejante a un problema en dinámica, en tanto que un secreto de funcionamiento es un problema de estática. Un dato de invasión es un secreto que debe ser guardado. La información técnica debe ser entregada en

la forma que permita una ganancia relativa más grande en posición con respecto a cualquier enemigo potencial.

#### El problema técnico.

Otros problemas de gran envergadura en el campo de los proyectiles dirigidos surgen de la complejidad técnica del arma misma. Basta pensar un momento para darnos cuenta de que realmente esperamos de un proyectil dirigido esencialmente lo mismo que ahora obtenemos de un "B-29", totalmente equipado, o de un acorazado.

Esperamos que nuestro proyectil cruce un océano, localice un objetivo y luego lo bombardee y derribe. Sin embargo, sólo esperamos obtener un cerebro mecánico.

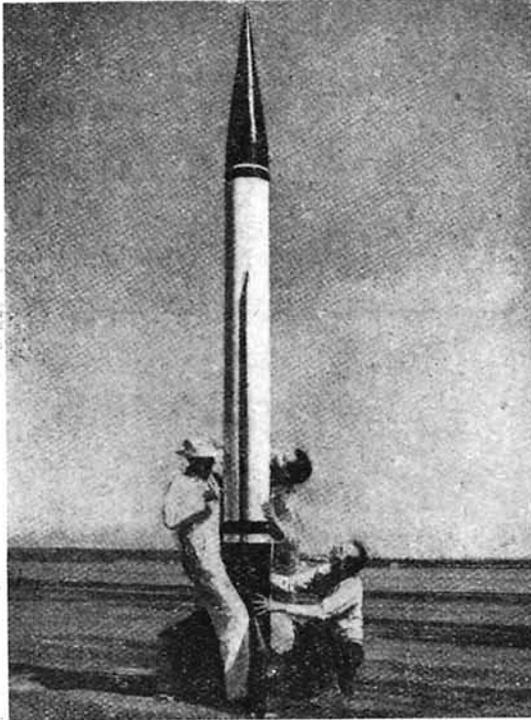
Ahora sería mucho más fácil, dentro de las limitaciones de espacio y carga de un gran barco o aeroplano, hacer un aeroplano o buque automático; no obstante, nunca hemos oído de un "B-29" o un acorazado radiocontrolados capaces de una misión de 200 millas, por ejemplo, o más, bajo el mando directo por radio de una estación fija de superficie.

Uno no puede sino sentirse sorprendido de que el pueblo parezca pensar que guiar un proyectil con sus severas restricciones de peso y espacio, y efectos aerodinámicos, térmicos y de aceleración, va a ser más fácil que el control similar de los vehículos ordinarios.

En aerodinámica, por ejemplo, todos nosotros sabemos la tremenda cantidad de trabajo empírico que ha sido desarrollado por la NACA y otras en el perfeccionamiento del aeroplano. Se hicieron mediciones de innumerables parámetros relacionados con el ascenso, resistencia aerodinámica, números Mach, números Reynolds, estabilidad estática y dinámica, forma de las alas y proporciones de aspecto, "ad infinitum".

En el campo subsónico, los túneles aerodinámicos han sido construídos cada vez más grandes, hasta que algunos pueden acomodar ahora aeroplanos de escala total. Para empleo en el trabajo de los proyectiles dirigidos, las mediciones deben ser efectuadas a mayor velocidad cada vez, requiriendo el empleo de túneles supersónicos. En 1945, prácticamente, todas las Universidades de EE. UU. interesadas en la materia disponían de túneles subsónicos de alguna clase; pero los túneles supersónicos son, realmente, todavía muy escasos, y todos ellos son o instalaciones militares, o poseídos o controlados por establecimientos militares.

Presumiblemente, los túneles supersónicos, como los subsónicos ahora, se ampliarán más, hasta acercarse a la escala total. Desgraciadamente este otro problema no es nada sencillo.



Tan pronto como un proyectil alcanza la velocidad del sonido (número Mach 1), hay que considerar los efectos de las ondas de choque. En un túnel dinámico estas ondas de choque se reflejan fuera de las paredes del túnel, y a menos que el diámetro del túnel sea muy grande, comparado con el del modelo ensayado, la onda reflejada alcanzará el modelo, perturbando la corriente de aire e inutilizando las mediciones.

Los túneles supersónicos deben ser, por tanto, de un diámetro excepcionalmente grande, y, dado que exigen, lógicamente, corrientes de gran velocidad, la necesidad de caballos de potencia crece fantásticamente con el tamaño del modelo. Sin embargo, toda la experiencia sobre cálculo de problemas aerodinámicos demuestra que el efecto de escala es importante y las extrapolaciones de los modelos de pequeña escala pueden resultar no válidas.

¿Qué debemos hacer ahora? Hemos oído hablar de la cantidad de 64 millones de dólares; es cuestión de un billón de dólares lo que necesitamos, y se obtendrá un rendimiento científico de alto grado.

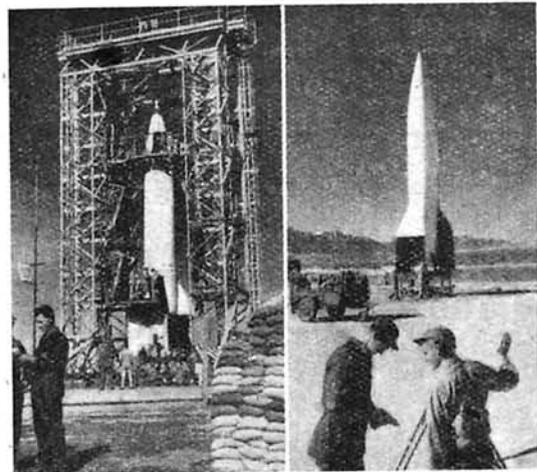
### Propulsión.

Volvamos a la propulsión. De nuevo nos encontramos con una situación compleja. Tenemos muchos sistemas para elegir: reacción, turbo-reacción, retropropulsión, cohetes y los demás. Cada uno tiene ventajas y desventajas. Parece haber una división natural entre los sistemas sónicos y supersónicos.

En el dominio subsónico, los aviones más veloces—el "P-80", "P-84", el "XB-43" y los demás—son realizaciones de explotación ofensiva por los Servicios Aéreos de las fábricas de potencia subsónica. Los problemas son muchos, pero principalmente comprenden mejoras y aumentos de las técnicas existentes. No es insensato suponer, con aeroplanos pilotados ya próximos a la velocidad del sonido, que los proyectiles dirigidos del futuro serán utilizados para viajes a velocidades supersónicas, ya con propósitos ofensivos o defensivos.

Un estudio de las curvas de actuaciones demostrará que en el campo supersónico predominan los cohetes y la retropropulsión. Desgraciadamente, ninguno de estos sistemas es ideal. Los cohetes son ineficaces desde el momento en que tienen que llevar con ellos su propio oxígeno.

El "V-2", por ejemplo, lleva una carga aprovechable de 2.000 libras, pero pesa 31.400 libras en el lanzamiento. Lleva 8.000 libras de combustible y 11.000 de oxígeno líquido. Aún más desalentador es el hecho de que el peso del



cohetes crece rápidamente con el alcance. La retropropulsión evita alguno de estos inconvenientes, pero añade otros. Por ejemplo, desarrolla impulsión sólo a gran velocidad, de modo que se

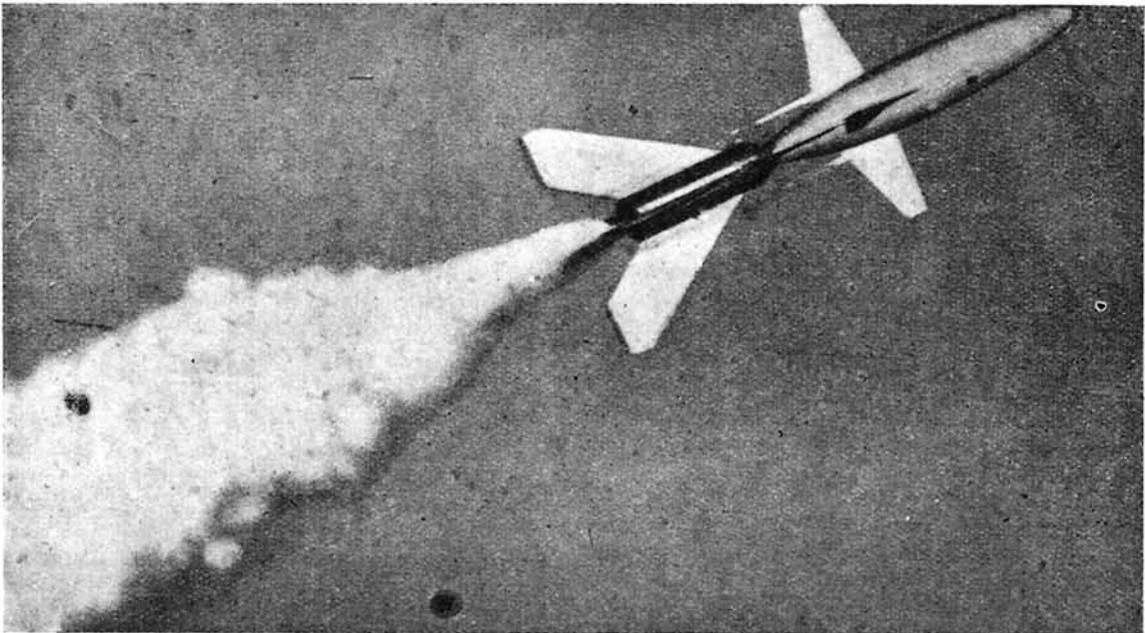
precisa un dispositivo de lanzamiento muy complicado para ponerle en marcha.

Por depender del oxígeno atmosférico, la retropropulsión no puede salir de la atmósfera terrestre y, además, exigirá alimentación para hacerlo funcionar eficazmente a través de las variaciones de la densidad del aire, incluso a altitudes por encima de los 60.000 pies.

Se necesitarán muchísimas experiencias para establecer las posibilidades y limitaciones de cada uno de los muchos dispositivos de propulsión. Con respecto a los materiales para los aparatos de propulsión, es sabido, después de las pruebas efectuadas actualmente con los dispositi-

Un informe que acerca de este asunto publicase el distrito de Manhattan sería de cierto valor en este asunto. Careciendo de este informe se puede todavía sacar algunas conclusiones relativas a las posibilidades del empleo de la energía atómica acudiendo a datos sin clasificar acerca de la física nuclear.

Sin entrar en detalles, podríamos decir sin riesgo que, partiendo de las leyes físicas fundamentales, la necesidad de protección, tanto para el personal como para el material eléctrico, evitará el empleo de las pilas convencionales, excepto en los proyectiles considerablemente mayores que nuestros mayores aviones actuales,



tivos, que para conseguir grandes mejoras en la propulsión se necesitará nuevos desarrollos con materiales resistentes a las temperaturas elevadas durante un largo período de tiempo.

Más pronto o más tarde, hay que considerar seriamente la posibilidad de emplear la energía atómica para la propulsión de los proyectiles dirigidos. Mientras que esta labor tiene que realizarse bajo la jurisdicción de la Comisión de Energía Atómica y dentro de las normas de seguridad, es, sin embargo, de la mayor importancia para los que dedicamos todas nuestras energías a los trabajos de los proyectiles dirigidos, conocer si los sistemas de propulsión convencionales han de quedar anticuados dentro de pocos años por los adelantos conseguidos por la energía atómica.

y su empleo, es en este caso problemático, desde el punto de vista económico.

El empleo de emisoras alfa como fuentes de calor o de impulso, y otros trucos ingeniosos de este estilo, pueden ser eliminados como impracticables, basándose en la física elemental. Entonces, quedamos con la posibilidad de conseguir fuentes especiales de energía a elevada temperatura para la propulsión por cohete, de turbo-reacción, y la posibilidad de los campos de la transferencia del calor y la actuación de los materiales a elevadas temperaturas.

Como estas son precisamente las mismas limitaciones con que se tropieza en el trabajo de los elementos de potencia estacionaria, y como las limitaciones de peso y espacio no pueden ser más severas para los proyectiles que para las insta-

laciones de tierra, no podemos estar muy equivocados al suponer que la energía atómica para los aviones lleve más tiempo en desarrollarse que para las instalaciones en barcos o en tierra.

Finalmente, aun concediendo que el empleo de la energía atómica es técnicamente factible, existen grandes dudas de que pueda ser permitido desde el punto de vista económico. El "tamaño crítico", como argumento, se aplica generalmente a la energía atómica; se considera para emplearla en bombas o como energía, y como el tiempo de vuelo de los proyectiles será siempre corto, el proyectil llegará siempre sobre el objetivo con mucho uranio valioso sin quemar. Todavía no se han encontrado medios prácticos de combinar este material con la cabeza explosiva o hacerlo regresar a la base; así que todo el proceso promete ser todavía demasiado caro e ineficaz para uso inmediato en las armas militares.

Naturalmente, los argumentos basados en un vuelo de corta duración no se aplican a los vehículos satélites y las aeronaves interplanetarias.

#### Lanzamiento.

El problema del lanzamiento es muy real y desgraciadamente ineludible. Es tan fundamental como la ecuación  $F = ma$ . Es el lanzamiento un problema que generalmente se pretende resolver sólo con dispositivos. Si se piensa bien se verá que, incluso en el caso de la "V-2", la instalación principal de energía se emplea para el lanzamiento, y el problema sigue en pie.

La ecuación  $F = ma$  exige su tributo, y si no se dispone de una instalación de energía auxiliar, todas las características se ven marcadamente reducidas. Se puede elegir entre una aceleración pequeña durante largo tiempo o una aceleración elevada en corto espacio de tiempo; de todos modos esto es sólo elegir entre el pago al contado o a plazos. Al final hay que pagar el precio debido.

Veamos lo grande que es. Un pequeño proyectil, que supongamos pesa 1.440 kilos, tiene que alcanzar una velocidad supersónica de 900 metros por segundo contra los aviones (que viene a ser la mejor aplicación de este pequeño proyectil); tenemos que debe desarrollar una velocidad de crucero lo más rápida posible, a causa del elemento tiempo y la necesidad de atravesar la región transónica lo más rápidamente posible.

$F = ma$  se convierte en:

$$F = \frac{3.200}{32} \times \frac{2.000}{2} = 100.000 \text{ lb. de impulso.}$$

Es esta una cifra impresionante, pero difícil de entender. Consideremos, sin embargo, el hecho de que impulso por la velocidad equivalga a la fuerza.

Entonces:

$$\frac{100.000 \times 2.000}{550} = 360.000 \text{ hp.}$$

He aquí una cifra que tiene su significado, especialmente si recordamos que nuestros mayores aviones de transporte desarrollan poco más o menos 300.000 cv. de fuerza a la velocidad máxima, o que la presa Boulder produce 1.500.000 cv. de fuerza. Esta es, pues, la clase de características que exigimos a nuestros pequeños cohetes de lanzamiento.

Añadamos a esto la plataforma para mantener el cohete de lanzamiento y el proyectil; proveamos la fuerza necesaria para resistir la explosión, proporcionemos después el movimiento y elevación, la carga rápida y el disparo, y, finalmente, el control de fuego; esto es lo que constituye el problema de lanzamiento.

#### Dirección y recalada.

Hemos hecho resaltar los numerosos problemas de importancia que hay que resolver en el campo totalmente nuevo de la aerodinámica supersónica: la propulsión y el lanzamiento antes de que los proyectiles dirigidos lleguen a ser armas de operaciones. Todos estos problemas, sin embargo, son sólo molestias incidentales comparados con el problema de la dirección. En la propulsión y lanzamiento proporcionamos los músculos mecánicos para nuestra arma: el sistema de dirección o guía viene a ser nuestro intento de dotarle de cerebro mecánico.

Durante varios años, incluso décadas, hemos tenido aviones controlados por radio, a los que, sin embargo, no se les ha permitido desplazarse más que a pocos kilómetros del avión de control. Esto es un problema sencillo comparado con el de los proyectiles guiados. Para el avión no existe relativamente limitación alguna en cuanto al peso y al espacio, y no requiere una característica "g elevada" para permitir las fuerzas del lanzamiento. Existen problemas de vibración relativamente suaves.

Lo más importante de todo, durante el período de pruebas y de superación de dificultades, es que un operador experto puede seguir adelante con el equipo para observar la actuación y diagnosticar los problemas. Compárese esto con los problemas de los proyectiles guiados, donde no pueden hacerse las pruebas bajo "condiciones de empleo", y cada prueba final es, sencillamente, sólo una esperanza de que un montaje de piezas parcialmente probadas llegarán a funcionar satisfactoriamente combinadas: si se tiene un poco de suerte.

Los avances, en cuanto a la dirección, serán penosamente lentos. Es más importante todavía que estemos preparados para cualquier tipo de adelanto cualitativamente diferente de la experiencia obtenida en el desarrollo de los cohetes.

En el último caso, después de una serie de fracasos, puede obtenerse un repentino y notable éxito. Para ser de aplicación práctica en la dirección habrá de ser extraordinariamente exacto, y antes de que sea posible usar un arma habrá que llevar a cabo una actuación más o menos definitiva. No tiene objeto desarrollar dispositivos caros y complicados para obtener resultados aproximados. En la labor antiaérea deberán contar los últimos 30 metros.

Los sistemas de dirección más claros tienen sus posibilidades y sus limitaciones, y habrá que llegar a una transacción entre la precisión, la capacidad ofensiva del arma y su vulnerabilidad frente a las contramedidas. La eficacia se valora con respecto a estos factores; un sistema puede virtualmente hacer frente a un enemigo ilimitado; otro es prácticamente imposible de interceptar.

Un sistema actual (como el de la "V-2") es, naturalmente, conveniente en estos dos aspectos, pero muestra su debilidad en cuanto a la precisión. Un sistema de mando puede tener prácticamente la precisión que se desee. El método del haz de dirección por radio parece ser bueno, pero tiene sus dificultades propias peculiares. A grandes distancias, el haz divergente introduce errores posiblemente grandes, a menos que se ayude con una orientación automática hacia un transmisor. Además, la precisión necesaria supone contar con receptores y mecanismo de control capaces de mantener al proyectil dentro del haz, y éste es todavía un problema insoluble.

### Espoletas y cabezas explosivas.

Poco se puede decir de los proyectiles guiados o utilizados contra objetivos en barcos o en tierra que no haya sido ya incluido dentro del conocimiento adquirido a través de nuestros estudios de bombardeo estratégico. El problema de la espoleta y de la cabeza explosiva es esencialmente el mismo, ya vaya el explosivo, o la materia incendiaria, o cualquier otra carga, en una bomba, ya sea transportada por un avión pilotado, o ya en un proyectil guiado, mientras que alcance el objetivo.

En el caso de los antiaéreos, sin embargo, la situación es muy diferente, e invariablemente se menosprecia la importancia y dificultad del problema de las espoletas y cabezas explosivas. Los que estamos relacionados con esta fase del problema protestamos enérgicamente cuando vemos en algún espacio a la izquierda del dibujo del proyectil guiado un letrero que dice "Espoleta y cabeza explosiva de proximidad", en la que no se tiene en cuenta los problemas del tipo de fragmentación o radiación.

Generalmente se supone que una espoleta de proximidad podrá ser creada de modo que tan pronto como el proyectil llegue a las inmediaciones del objetivo funcione la espoleta y el objetivo quede automáticamente destruido. Los proyectistas tienen por seguro que se cuenta ya con estas espoletas y que están dispuestas para su uso. El comentario general más importante que puede hacerse sobre este asunto es que tanto la espoleta como la cabeza explosiva tendrán que ser a medida del objetivo a que vayan destinadas.

No es el mismo el problema de espoleta para los proyectiles guiados que el problema de propulsión. Se trata solamente de un problema de "destrucción", en el que la naturaleza, vulnerabilidad, velocidad y dirección del objetivo deben ser considerados, junto con las características correspondientes del proyectil, la cabeza explosiva y la espoleta, con objeto de que se tengan las mayores probabilidades de causar el mayor daño posible en el objetivo. Los proyectistas tienen que tener siempre presente que en todas las formas convencionales de cabezas explosivas el chorro se concentra generalmente en un ángulo relativamente pequeño.

El número y tamaño de los fragmentos pueden controlarse en cierto modo; pero en general los pequeños fragmentos perderán velocidad demasiado pronto para ser eficaces a grandes

distancias, mientras que los fragmentos grandes serán demasiado escasos en número para ser eficaces a grandes distancias. Todos estos factores se combinan para hacer que la acción de la cabeza explosiva sea desalentadora, y especialmente para desanimar a quien espere que las cabezas explosivas de gran tamaño y las espoletas sensibles puedan reducir la necesidad de una buena dirección. En realidad, debe insistirse por otra parte. La carga útil puede ser destinada a guiar y dirigir automáticamente, en relación con una emisora, si es que esto promete lograr una ventaja apreciable en cuanto a precisión, teniendo la seguridad de que se emplea con mayor eficacia que si se empleara en explosivos.

Hay otro punto que merece la pena de hacerse resaltar en el caso de los antiaéreos. Los aviones de tiempo de guerra eran lentos comparados con los proyectiles de los cañones que llevaban espoletas de proximidad, y esto simplificaba grandemente el problema del tipo de radiación que se ajustaba al modelo de fragmentación. Además, el caso de mayor importancia era el del acercamiento del proyectil en línea recta y del avión, y esto se prestaba mejor tanto a las pruebas experimentales como al análisis matemático.

Con el problema, más general, de los proyectiles guiados contra los aviones ligeros, ya no se permite suponer estas simplificaciones, y hará falta un nuevo análisis completo del problema, incluidas todas las direcciones de acercamiento y todas las velocidades relativas concebibles. Por lo que parece, hará falta controlar la dirección de los fragmentos si es que hay que lograr una eficacia lo bastante elevada para justificar el empleo táctico de los proyectiles antiaéreos guiados, que son tan caros.

#### Contramedidas.

En casi todas las consideraciones relativas a los proyectiles guiados se presume tácitamente que deberá usarse como dirección algún tipo de dispositivo de radio. Esto significa que la ventaja relativa a las oportunidades de obstaculización pasa ineludiblemente a la defensa a medida que el proyectil se acerca al objetivo. Incluso si se emplean radiofaros direccionales de recalada, la defensa tendrá la ventaja de atraer con estaciones de gran potencia. Por otro lado, la parte atacante tendrá en su mano las ventajas de la iniciativa y la sorpresa.<sup>6</sup>

Algunas de las deducciones de lo que ante-

cede están bien claras. Primero: debe contarse con un amplio campo de frecuencias de control; las frecuencias no deben estar "normalizadas", sino que deben cambiarse casi instantáneamente, y hay que inventar sistemas de clave para que los controles de los proyectiles no puedan ser obstaculizados por un solo transmisor cualquiera. Segundo: hay que producir, distribuir y utilizar proyectiles en bloques, teniendo cada uno juegos de mandos diferentes, y cada grupo deberá emplearse en un solo ataque o campaña, ya que tan pronto como se utilicen quedarán anticuados. Tercero: el mayor secreto posible será poco en cuanto a los dispositivos contra las contramedidas, toda vez que se puede decir que todos los dispositivos de radio pueden ser obstaculizados una vez que se conozcan los detalles de su funcionamiento.

El problema de las contramedidas va a ser indudablemente muy grave, y no debe descuidarse ni ser tenido en menos. Al mismo tiempo sería erróneo sacar la conclusión de que hasta las primeras versiones del material dirigido tienen que llevar consigo detalles que sirvan para oponerse a las contramedidas. Después de todo, el sistema de dirección del proyectil es *necesario* que guíe, y sólo es *deseable* que sea inmune a las contramedidas.

En este caso nos conviene primero aprender a andar antes de que tratemos de correr. El problema de la dirección será ya por sí bastante difícil sin necesidad de incluir en los primeros proyectos características de contramedidas. Y por último, sería igualmente equivocado llegar a la conclusión de que como los mandos del proyectil pueden ser obstaculizados en la mayoría de los casos, los proyectiles guiados serán prácticamente inútiles.

Sólo necesito insistir en que la "V-2", aunque poco precisa, no era posible de obstaculizar. Y estoy seguro de que los londinenses tenían la impresión de que aquellos cohetes eran ya demasiado precisos para ser cómodos.

#### Complejidad de las características del proyecto.

No hemos hecho más que tocar por encima algunos de los problemas técnicos relacionados con todos los proyectiles dirigidos; pero creo que ha sido suficiente para demostrar lo complejo que realmente es un solo proyectil guiado. Para hacer resaltar la complejidad de todo este campo sólo necesitamos hacer recordar que existen por lo menos media docena de sistemas

para propulsión, lanzamiento, dirección, vuelo controlado en dirección a una emisora y para las combinaciones de espoleta y cabeza explosiva.

Sólo estos datos son suficientes para producir varios millares de proyectiles diferentes. Si empezamos a pensar en las variaciones de lo que antecede, o a utilizar dos o más sistemas de dirección y recalada simultáneamente, podemos producir un enorme número de proyectiles diferentes, que se aproximarán, vamos a suponer, al número de combinaciones de 25 cosas, tomadas de cinco en cinco. Esto equivaldría a 50.900.

Por esta razón el invento de un nuevo proyectil guiado apenas puede considerarse como señal de genio. Hay quien dice que cada vez que tres ingenieros se reúnen con cuatro botellas de cerveza, se propone un nuevo proyectil guiado.

Añadamos ahora a la complejidad técnica la complejidad táctica. Durante algún tiempo las tendencias en muchas ramas de los servicios armados se han dirigido hacia los proyectiles guiados en una forma u otra.

El proyectista de torpedos, aunque no con tantos votos como los grupos competidores, tiene probablemente títulos más legítimos a los derechos de veteranía en el campo de los proyectiles guiados. Según él, el cambio principal radica en las dificultades físicas del medio fluido y en las dificultades del tiempo, relacionadas con las velocidades supersónicas.

El artillero puede argüir que la propulsión por cohete es un medio natural de ampliar el alcance, y que esa dirección, recalada y las espoletas de proximidad, son simplemente ampliación de un arte hace tiempo establecido. Especialmente en relación con la labor antiaérea, parece que los proyectiles guiados son la culminación lógica de una serie de proyectiles que gradualmente se han ido incorporando en proporción creciente: un cerebro eléctrico o mecánico.

Como es natural, los proyectistas de bombas están muy contrariados por la falta de una perfecta precisión cuando se emplean sus productos, y fueron de los primeros en proponer un dispositivo de fijación que permitiría corregir las trayectorias. Al perfeccionarse éstos y permitir un mayor control, se crearon una serie de proyectiles guiados. Esta es la serie de bombas volantes que empezaron con Azon, Razon..., y

que condujo a la Pelican, la Roc y a sus sucesoras más adulteradas.

Los que se ocupan del control de los "drones" han estado largo tiempo relacionados con los aviones sin piloto o los proyectiles guiados, y tienen toda la razón para decir que un proyectil guiado es simplemente una variación, generalmente más pequeña y más rápida, de los aparatos que ellos han estado desarrollando normalmente.

Por tanto, hay tantos medios de aproximarse a este problema como necesidades y usuarios. Parece ser que la dirección es una técnica parecida a la del "radar", que puede utilizarse por varios servicios, más bien que un arma radicalmente nueva, como la bomba atómica. Tenemos necesidades tácticas posibles para muchas categorías de proyectiles: de aire a tierra, de tierra a aire, de barco a aire, de aire a barco, de barco a tierra, de tierra a barco, de aire a aire, de barco a barco y de tierra a tierra.

Cada una de estas aplicaciones tendrá sus peculiaridades propias. Además, tenemos que considerar todas las distancias, desde las cortas hasta las muy largas, incluidas las del vehículo satélite y más allá. De entre esta multitud de armas posibles, sin embargo, sólo serán elegidas como instrumentos verdaderamente militares las que hayan demostrado ser más eficaces, en todos los aspectos, que las armas existentes.

#### Valoración del progreso.

Teniendo en cuenta esta complejidad, no es de extrañar que el programa de los proyectiles guiados esté todavía sin resolver. Esto es, desgraciadamente, justo y cierto dentro de un proyecto dado, como lo es al juzgar el avance relativo entre los grupos paralelos. En los proyectos de investigación las cartas corrientes de porcentaje carecen en absoluto de sentido. Es muy fácil catalogar el conjunto de dispositivos que *deben* funcionar. Nadie puede saber, sin embargo, cuándo funcionarán. Tal vez lo mejor que puede hacerse es enumerar los hitos que pueden preverse y que hay que pasar antes de alcanzar el objetivo final.

Este factor de la dirección tiene que estar combinado con los factores correspondientes para la propulsión, recalada y espoleta de proximidad, para mostrar una verdadera actuación, incluso con lo que generalmente se consideran piezas muy perfeccionadas. En este caso, incluso después de contar con un prototipo, cabe es-

perar una fuerte lucha hasta conseguir una actuación de servicio satisfactoria, mucho más allá del 50 por 100 en los proyectiles más complejos.

Por esto es por lo que los técnicos con experiencia en el campo de los proyectiles guiados, aunque tienen confianza en el éxito final, insisten en hablar de años más bien que de meses.

Organizaciones diferentes han enfocado el mismo problema desde puntos totalmente distintos, y esto es lo que complica grandemente el problema de valoración. En los proyectiles guiados, todas las Armas tienen ahora contratos, se puede decir, con todos los tipos de organizaciones importantes, tales como la General Electric Company y los Laboratorios de la Bell Telephone y las grandes Compañías de aviones; hasta, por lo que parece, el almacén de droguería de la esquina. Se han hecho numerosos contratos de estudio que son muy buenos; pero bien pronto habremos llegado al momento en que hará falta un contrato para estudiar los contratos de estudio.

En general, adelantan más aquellas organizaciones que consideraron desde el principio que el problema tenía grandes proporciones e hicieron sus planes para atacarlo debidamente. Esto da margen a las grandes Compañías y a las combinaciones industriales y universitarias que abarcan dentro de sí toda la multitud de variados talentos, desde el más profundamente científico hasta el más práctico. Aun así, las desventajas implícitas son inmensas, a menos que se redacten contratos de primera categoría para un solo proyecto que permita contar con el tiempo y fondos adecuados, algo así como 25 millones por un mínimo de cinco años.

En las primeras etapas, cuando todo el esfuerzo recae en los nuevos desarrollos y maneras de resolver los problemas, los universitarios proporcionan toda su valía. Esto es especialmente cierto durante el actual período, de acusada escasez de personal científico. No pudiendo alquilar personal técnico porque no lo hay disponible, se trata, sencillamente, del caso de la marcha de la montaña hacia Mahoma. Al valorar la labor de los muchos contratistas universitarios, hay que tener presente que estos contratos son para estudios fundamentales y que son muy valiosos, aun cuando las aportaciones lleguen en pequeñas porciones.

Por último, existen las pequeñas Compañías, que, aunque entusiastas y con gran espíritu de cooperación, no tienen los diversos conoci-

tos y experiencias necesarios para una tarea de la altura de la producción real de ni siquiera el más sencillo de los proyectiles guiados. Naturalmente, estas Compañías acuden en consulta a otras Compañías consejeras; pero se encuentran, desgraciadamente, con que no hay bastantes de éstas.

En todo el país el número de peritos en este campo es tan enormemente reducido, que muchas Compañías acaban por consultar a las mismas personas que tienen en sus listas. Esto conduce a una impresión peligrosamente descaminada de la capacidad total disponible en este aspecto. Como hay que desarrollar y fabricar innumerables piezas muy especializadas, las pequeñas Compañías tienen un papel muy importante que desempeñar en el conjunto total; pero todo el que esté relacionado con ello se dará cuenta de que su papel no será el de un contratista importante del proyecto total de un proyectil.

La confusión, debida al gran número de contratistas de primera categoría que hay en este campo actualmente, cada uno de ellos avanzando desesperadamente despacio, estando sometido a la crítica y a su vez criticando, es simplemente un síntoma del error fundamental que hemos cometido al no estimar debidamente la dificultad del problema.

No estamos proyectando un nuevo dispositivo: estamos tratando de crear una nueva industria.

#### Escasez de capacidad técnica.

Hemos aludido ya a los problemas originados por la escasez de gente técnica especializada. Harán falta, por lo menos, cinco años para recuperar el vacío debido a los años de guerra. Mientras tanto, tenemos que utilizar de la mejor manera posible la capacidad técnica de que disponemos. Aquí nos serviría de gran ayuda si pudiéramos saber poco más o menos de qué capacidad disponemos y dónde está. La capacidad técnica es uno de nuestros recursos naturales más importantes, y mientras que todos sabemos lo concerniente al abastecimiento de estaño, al abastecimiento de níquel y a nuestra cosecha de patatas, no hemos hecho todavía un estudio del potencial científico disponible.

A primera vista, el hacer este estudio puede parecer cosa sencilla; pero, según parece, este problema, al igual que todos los factores relacionados con los proyectiles guiados, se pierde

en la gran incógnita. El Consejo de Investigación Nacional está haciendo un estudio del potencial técnico, que resulta difícil a causa de la superposición de los consejeros enumerados por distintas organizaciones y a causa de la superposición de los subcontratistas empleados en diversos proyectos.

Como todos los que habéis llevado a cabo trabajos especiales, sabéis que se puede decir que todo trabajo técnico necesitaría utilizar un genio, pero que generalmente se lleva a cabo, sencillamente, por medio del hombre más adecuado que haya a mano.

Lo que hace falta en el campo de los proyectiles dirigidos son hombres capaces de emplear unas teorías que todavía no han sido proyectadas para resolver los problemas que van a surgir en mecanismos todavía desconocidos, pero que se inventarán dentro de muy pocos años.

Dad esa especificación a un funcionario civil y veréis la reacción que conseguís. La única interpretación posible es "un buen físico o un ingeniero de interpretación". ¿Y cómo se justifica ese hombre como competente? Sólo por lo que haya logrado anteriormente o mediante la recomendación de una persona que tenga en su haber grandes éxitos.

A pesar de este hecho ineludible, van a emplear millares de horas de trabajo muy valiosas en el fútil intento de ajustar el personal al trabajo. En la investigación se ajusta la organización a los hombres, no los hombres a la organización.

#### Conclusión.

Este informe ha hecho resaltar de tal manera las dificultades que entrañan los problemas de los proyectiles dirigidos, que puede dar tentación de decidir que como armas no valen la pena por el gasto que suponen. Esto sería una conclusión pelagrosa.

La "V-2" existe, y sólo con que los alemanes hubieran estado un poco menos torpes podía haberse empleado por lo menos un año antes, y tal vez hubiera cambiado el rumbo de la guerra. Las armas ofensivas, especialmente para objetivos de superficie, es posible que resulten ser mucho más baratas que las armas defensi-

vas. Al mismo tiempo, si los aviones próximos llevan bombas atómicas, un arma defensiva eficaz puede ser muy cara y merecer la pena.

Alguien tiene que decidir hasta dónde se puede llegar aumentando la complejidad de los dispositivos antes de llegar al punto en que el beneficio obtenido resulta poco remunerador. Es aquí donde la cooperación entre los peritos militares y civiles debe alcanzar su punto culminante. Los militares han de decir qué armas pueden utilizarse con mayor eficacia en combates, basándose en pruebas. El experto civil generalmente está más autorizado para adivinar qué cambios o mejoras pueden ser posibles o no. Muchos dispositivos son *técnicamente factibles*; pero desde el punto de vista militar pueden no ser económicos.

Esto es todo lo que podemos decir por ahora. De las muchas armas concebibles que puedan inventarse, y de las que muchas están ya en los tableros de dibujo, sólo unas cuantas llegarán a ser adoptadas para uso militar. Elegir entre ellas será difícil, y por tanto es imprescindible que varios tipos de muestra pasen pronto las pruebas, a pesar de las dificultades, para que los militares puedan comenzar a tener una idea de su eficacia basándose en la actuación real, en vez de en las especificaciones escritas sobre el papel.

Aquí resultaría bien la ayuda de los mejores "analistas de operaciones", asegurando que se había recogido y organizado el número máximo de datos técnicos pertinentes que habían de servir de base a los militares al adoptar una decisión.

Son inevitables las desilusiones de muchos entusiastas de los proyectiles dirigidos; pero incluso los resultados negativos serán de gran valor. Hay que tener en cuenta que la guerra automática a base de apretar un botón no está a la vuelta de la esquina. Al mismo tiempo, sería una equivocación fatal preparar a esta nación para defenderse contra un tipo de armas que no son las que van a atacarnos. Por tanto, nuestro país tiene que explorar hasta el límite las posibilidades de las técnicas de los proyectiles dirigidos. La próxima vez no tendremos tiempo de reaccionar ante una sorpresa como la de Pearl Harbour.