



MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA  
SECRETARIA GENERAL DE EDUCACION  
PROGRAMA DE NUEVAS TECNOLOGIAS

**PROPUESTAS DE TRABAJO PARA LA  
INTEGRACION CURRICULAR DE  
LAS NUEVAS TECNOLOGIAS DE LA  
INFORMACION EN LAS ENSEÑANZAS MEDIAS**

**VOLUMEN II, 1987**





**DISEÑO**

**INTEGRADO**

**DE**

**APRENDIZAJE**

**Grupo de Informática M.E.C. / I.C.E. (U.A.M.)  
Marzo 1987**

**EDITA: MINISTERIO DE EDUCACION Y CIENCIA ©**  
**I.S.B.N.: 84 - 505 - 5553 - 1**  
**N.I.P.O.: 176 - 87 - 0003 - 5**  
**Imprime: MARIN ALVAREZ Hnos.**  
**D. L. : M - 13242 - 1987**



# TABLA DE MATERIAS

Prólogo

Capítulo I. pag. 7  
EL MICROORDENADOR COMO INSTRUMENTO INTERDISCIPLINAR

Capítulo II. pag. 25  
APRENDER JUGANDO

Capítulo III. pag. 51  
ENCUENTROS CON LA HISTORIA

Capítulo IV. pag. 72  
TRATAMIENTO ESTADISTICO DE INDICADORES MACROECONOMICOS

Capítulo V. pag. 106  
EN TORNO AL SUBMARINO

Capítulo VI. pag. 139  
25.000 KILOMETROS DE VIAJES SUBMARINOS

Capítulo VII. pag. 175  
ENERGIA

Capítulo VIII. pag. 198  
PERISCOPIO





## PROLOGO

Fruto de un convenio de colaboración entre el Instituto de Ciencias de la Educación de esta Universidad y el M.E.C. surge el Grupo de Trabajo sobre Informática compuesto por especialistas de diversas disciplinas que, siguiendo las líneas del mencionado convenio, desarrollan su labor en este Instituto.

Este grupo de profesores está trabajando, entre otras tareas, en la elaboración de materiales para un correcto uso didáctico de la infraestructura informática de que disponen determinados centros de enseñanza media. En esta línea se plantea el presente trabajo que sugiere una variada gama de usos de los diversos programas de ordenador existentes con la finalidad de fomentar, en distintas áreas curriculares, el aprendizaje de nuevos conceptos, destrezas y habilidades.

Las unidades que se proponen, están estructuradas en torno a un centro de interés: el juego de simulación GATO, que sirve como motivo para introducir una serie de actividades. Estas se centran sobre contenidos de distintas áreas, lo que, además de mantener la temática de la propia asignatura, permite que los alumnos no las reciban como compartimentos aislados unos de otros.

La utilización de un "juego" proporciona, en primer lugar, una mayor motivación al alumno al eliminar la tradicional separación entre lo que se hace dentro y fuera del aula. Jugar con ordenadores corresponde, en principio, a lo que ocurre fuera, algo para lo que habitualmente el alumno se siente más inclinado.

Sin embargo, lo que nos presenta este volumen no es solamente la utilización de un juego de ordenador, sino un diseño de unidades didácticas que permite la participación activa al tener que tomar decisiones, prever y evaluar resultados de sus acciones, etc.

El uso de los ordenadores, entendido de esta forma, permite el desarrollo en los alumnos de capacidades intelectuales tales como el planteamiento de problemas, el control de variables, la

*formulación de posibles soluciones al problema, la elaboración de un plan lógico de comprobación de conjeturas, la evaluación de decisiones, etc.; todas ellas destrezas propias del trabajo científico. Se conecta así con determinados objetivos de los planes de estudios que contemplan, entre sus principios básicos de aprendizaje, el desarrollo de capacidades del tipo enunciado anteriormente.*

*Y todo esto se pretende lograr a la vez que se aprende el manejo de los programas de ordenador necesarios en cada caso. El conocimiento y utilización de estos programas constituye una de las habilidades que como futuros ciudadanos necesitarán nuestros alumnos ya que a menudo deberán tener contacto con material informático de este tipo.*

*El material que aquí se presenta puede dar a los profesores suficientes muestras de como pueden ser diseñadas actividades de esta clase que, además de su carácter gratificante, permiten el logro de determinados objetivos integrando la adquisición de nuevos contenidos con el desarrollo de destrezas y habilidades útiles para el desarrollo del alumno.*

*Esperamos, por tanto, que la producción de trabajos de este tipo facilite no sólo la labor diaria de los profesores sino también la tarea de nuestros alumnos.*

*Isabel Brincones*

*Directora Adjunta*

*I.C.E. de la Universidad Autónoma de Madrid*



# DISEÑO INTEGRADO DE APRENDIZAJE

## EL MICROORDENADOR COMO INSTRUMENTO INTERDISCIPLINAR

Julio Moral

Grupo de Informática M.E.C / I.C.E. (U.A.M.)

### I. INTRODUCCION.

El microordenador es una máquina de gran versatilidad, rasgo distintivo frente a otras tecnologías introducidas en la enseñanza. En efecto, si bien el laboratorio de física no puede ser utilizado en ciencias sociales ni el laboratorio de idiomas en química, el microordenador puede, por el contrario, encontrar cabida en cada una de las disciplinas del currículum. Para ello, basta con encontrar el programa adecuado a cada tipo de necesidad, lo cual, obviamente, corre a cargo del propio profesor.

Sin embargo, el microordenador no soluciona per se, ni es previsible que solucione, los problemas que los profesores se plantean a diario, a saber (y entre otros), la mejor forma de transmisión de la información, la manera más adecuada de desarrollar las capacidades del alumno para que trate crítica y reflexivamente la información facilitada, etc...

Es claro, por tanto, que la utilización del microordenador no elimina la necesidad de estrategias didácticas sino que, por el contrario, tiene que encontrar un sólido apoyo en éstas. El uso del ordenador se está generalizando en la sociedad actual pero su utilización social siempre es instrumental. Es difícil encontrar una empresa que haya adquirido un micro con la finalidad de estudiar su funcionamiento. En el mundo empresarial (en el que el uso de ésta tecnología está adquiriendo creciente difusión) se concibe el micro como un recurso más a su disposición. En el mundo escolar, el ordenador inicia su penetración como reflejo de su generalización en el entorno exterior. Sin embargo, no se verifica la misma proyección en lo que a su utilización en cuanto recurso se refiere y aún cuesta trabajo el ponerla a disposición de cualquier profe-

sional de la enseñanza. La informática en la Escuela ha de ser ante todo instrumental, o no será. Los programas de ordenador deben ser utilizados como medio (uno más) para conseguir determinados objetivos previamente planteados por el profesor.

Para que la informática en el entorno escolar sea realmente instrumental se necesita, por supuesto, el equipo adecuado pero también los programas que posibiliten la confluencia entre profesor y ordenador.

Hasta hace poco la informática se refugiaba en el sancta sanctorum de las asignaturas científicas y más concretamente en el área matemática. Con ello se logró crear una especie de secta con cierto aire cabalístico potenciado por la jerga informática. En el ghetto informático no solían tener cabida el resto de los profesores, si bien es cierto que éstos tampoco procuraban entrar en él, pues participaban de la idea de que la informática era el asunto de los informáticos. Por fortuna, la informática instrumental se está abriendo paso y cada día son más los profesores procedentes de las ciencias blandas dispuestos a poner la informática a trabajar.

Para potenciar esta tendencia no basta con disponer de buenos equipos. Es condición sine qua non que los programas disponibles sean accesibles, esto es, no más complicados, en cuanto a su utilización se refiere, que la guía didáctica que se facilita al profesor junto con el manual que utiliza en clase. El profesor no tiene necesidad de aprender informática (aunque el estar iniciado en el tema no es contraproducente en absoluto). Lo que necesita es un instrumento de fácil utilización, cuyo aprendizaje resulte rápido y que le facilite la consecución de los objetivos que se ha planteado.

En lo que al alumno respecta, la informática también ha de tener carácter instrumental. Se trata fundamentalmente de hacer posible:

a) que el alumno aborde tareas que antes resultaban de difícil acceso sin el instrumento informático, lo cual no es



incompatible con el estudio de la informática en sí pero constituye otra forma distinta de enfocar la utilización de la informática en el entorno escolar (que no discutimos aquí).

b) que el alumno desarrolle, mediante el instrumento informático, determinadas destrezas (transferibles a otras situaciones) tales como las que están en relación con la resolución de problemas, la toma de decisiones, la capacidad de análisis, etc....

Cuando el tipo de material al que anteriormente se alude está disponible, cualquier profesor podrá utilizarlo, en función de sus necesidades y en el ámbito de su disciplina.

Pero, con ser éste un aspecto positivo del instrumento informático, no se agotan ahí las posibilidades educativas de los programas de ordenador. Mediante la utilización instrumental del micro se puede abordar mejor el tema interdisciplinar, de primordial importancia para conseguir que las distintas materias dejen de ser compartimentos estancos y pongan de relieve sus interrelaciones y el carácter global del saber humano.

Dos son, pues, los tipos de estrategias que el profesor puede poner en acción desde el punto de vista didáctico sacando provecho del instrumental informático:

a) Intradisciplinarias.

b) Interdisciplinarias.

Es obvio que ambas no son incompatibles y que podrían utilizarse simultáneamente. En el presente trabajo nos centraremos, no obstante, en el segundo aspecto.

## **II. UNA PROPUESTA DE ESTUDIO INTERDISCIPLINAR.**

En esta propuesta se integran instrumentos informáticos y no informáticos con los siguientes objetivos generales:

- a) desarrollar el sentido crítico y la creatividad del alumno.
- b) potenciar la capacidad de captación de las interrelaciones existentes entre las distintas áreas del conocimiento humano.
- c) adiestrar en algunas técnicas del trabajo científico.
- d) adquisición de ciertos conocimientos.
- e) posibilitar el trabajo autónomo del alumno.
- f) potenciar la cooperación en el trabajo y el espíritu de equipo.

Señalemos desde ahora que la propuesta no se articula, de forma estricta, en torno a los actuales currícula, por otra parte siempre sujetos a variaciones, pues su objetivo consiste en demostrar la viabilidad y beneficios de un proyecto interdisciplinar. Queremos proponer un modelo adaptable, siempre que se disponga del material informático mínimo necesario.

### **III. MATERIAL INFORMATICO.**

Se utilizarán los siguientes tipos de programas:

- a) Un juego de ordenador que permita sugerir temas de estudio.
- b) Un paquete integrado (o en su defecto varios programas que puedan adaptarse en este tipo de trabajo) que permita tratar la información que los alumnos buscarán y procesarán.
- c) Opcionalmente, algún lenguaje o sistema de autor y/o algún programa elaborado en un lenguaje de programación de alto nivel.

Este estudio se ha desarrollado pensando concretamente en la utilización de los siguientes programas:

a) Un juego: GATO

Se trata de un juego de simulación en tiempo real. Los GATO fueron uno de los tipos de submarinos utilizados por los U.S.A. en la guerra del Pacífico. El juego hace penetrar en un micromundo cuyas interrelaciones son explicitables mediante el enfoque interdisciplinar.

b) Un paquete integrado: FAMILIA ASSISTANT

Es un paquete integrado de fácil manipulación. Como casi todos los paquetes integrados, dispone de una filosofía única para todos los programas, lo que facilita la rápida familiarización. Pero además, su sistema de menús está simplificado al máximo y lo convierte en un instrumento utilizable tras un breve período de aprendizaje. Con este paquete disponemos de una base de datos, un programa de gráficos, una hoja electrónica y un procesador de textos.

c) Un sistema de autor: PRIVATE TUTOR

Diseñado para la enseñanza, permite al profesor elaborar pantallas de texto y preguntas. No supone conocimientos informáticos.

O alternativamente

Un lenguaje de autor: PILOT.

Diseñado igualmente para la enseñanza permite una mayor libertad que el anterior pero su aprendizaje consume más tiempo.

d) Opcionalmente, algún programa en un lenguaje de alto nivel. Se trata de algún programa desarrollado bien por el profesor de informática bien por algún alumno o grupo de alumnos. Su tiempo de elaboración variará según los casos.

Aunque éstos son los programas que, en este caso, se creen pertinentes y más adaptados a las necesidades de la propuesta, no se discutirá el hecho de que sean o no los idóneos para desarrollar

este tipo de trabajo. En ningún momento se pretende dar indicaciones rígidas, razón por la cual, como ya se señaló, tampoco el modelo refleja la articulación posible dentro de los planes de estudio vigentes. Serán los profesores los que determinen la concreción, en su entorno, de este tipo de propuesta así como el material informático que mejor les convenga.

#### **IV. MATERIAL NO INFORMATICO.**

a) Biblioteca.

Tanto la biblioteca del centro (si existe) como otras se utilizarán en la búsqueda de información.

b) Hemeroteca.

También se podrían utilizar sus servicios en caso de que existiera y fuera accesible.

c) Información transmitida por el profesor.

d) Información transmitida por otras personas.

#### **V. DESARROLLO DEL PROYECTO.**

*Primera fase*

Profesores de distintas áreas se ponen de acuerdo para desarrollar este tipo de proyecto. Se proponen los objetivos globales y asimismo los específicos para cada materia. Se estudia conjuntamente el material informático que se utilizará. No es necesario que todos los profesores conozcan perfectamente los programas que se emplearán ya que están desarrollando un trabajo en equipo.

*Segunda fase*

Puesta en contacto de los alumnos con el primero de los instrumentos informáticos que se utilizan: el juego GATO. Es

sabido el interés que los juegos de ordenador despiertan en los niños y adolescentes. Se trata de aprovechar la motivación inicial del alumno y de hacerle tomar contacto con la estructura de un micromundo cuyas interconexiones deberá descubrir.

#### *Tercera fase*

El equipo de profesores propone a los alumnos el desarrollo de temas de estudio relacionados con el juego que están manipulando. Como se verá en el apartado siguiente, del juego en cuestión se pueden desprender fácilmente temas que interesen a varias disciplinas, desde geografía hasta matemáticas pasando por muchas materias más.

#### *Cuarta fase*

Investigación en aula. Los alumnos inician las actividades de recopilación de información. El papel del equipo de profesores consiste en orientarles en ese proceso.

#### *Quinta fase*

Almacenamiento y tratamiento de la información. Se obtienen resultados y se publican.

## **VI. ARTICULACION DEL PROYECTO.**

### **A. CONCRETAR OBJETIVOS Y TEMAS DE INVESTIGACION**

Se establecen los objetivos generales (ya indicados anteriormente) y otros más concretos que pueden lograrse mediante la utilización del material informático en cuestión.

Se intenta prever los temas de estudio que los alumnos propondrán.

Se establecen objetivos para cuya consecución el material informático no será necesario (o ni siquiera conveniente).

Por lo tanto, el esquema sería el siguiente:



a) Objetivos generales: ya señalados.

b) Objetivos que se logran mediante la utilización del juego GATO:

\* **Intrínsecos:** - potenciar la capacidad de resolución de problemas y toma de decisiones.

\* **Extrínsecos:** - suscitar temas de estudio.  
- potenciar la creatividad.

A partir del juego GATO pueden surgir temas relacionados con:

\* **Matemáticas:** - Cálculos de navegación.

- Coordenadas.

- Números enteros.

\* **Física:** - Principio de Arquímedes.

- Fuerzas.

- Propulsión.

\* **Optica:** - Lentes.

\* **Comunicaciones:** - Radar.

- Morse.

\* **Ingeniería:** - El submarino

\* **Lengua:** - El signo lingüístico.

- Un lenguaje: el morse.

\* **Idioma:** - El código escrito del idioma.

- Formas de emitir órdenes por escrito.

\* **Geografía:** - El área del Pacífico.

- Japón / U.S.A.

\* **Historia:** - La 2ª guerra mundial.

\* **Filosofía:** - Arquímedes.

- La ciencia helénica.

Esta es una relación de los temas de estudio que el juego puede sugerir a los alumnos pero, como es natural, la lista realmente propuesta puede resultar diferente.

Señalemos también que cada tema presupone unos objetivos mínimos que el equipo de profesores señalará.

c) Objetivos que se logran mediante la utilización del paquete integrado ASSISTANT:

**\* Intrínsecos:**

- Formas adecuadas de búsqueda de información.
- Formas adecuadas de organización de la información. Clasificación.
- Técnicas de resolución de problemas.
- Formas adecuadas de extraer la información. Procesamiento de la información.
- Formas adecuadas de análisis de la información. Elaboración de hipótesis y comprobación.
- Formas adecuadas de presentar la información.

**\* Extrínsecos:**

- Promover la autonomía en los alumnos.
- Simular los métodos de investigación que utilizarán en su vida profesional.
- Fomentar el espíritu de equipo y la cooperación.
- Fomentar la creatividad.

d) Objetivos que se logran mediante el sistema de autor PRIVATE TUTOR o mediante el lenguaje de autor PILOT:

Se trata principalmente de verificar que el alumno se ha apropiado la información recibida.

e) Objetivos que no se apoyan en el instrumento informático: Serán señalados por cada miembro del equipo en función de los temas a tratar.

## **B. METODO DE TRABAJO**

Una vez acordados los temas de estudio, se reparten entre distintos grupos de alumnos cuyos componentes se organizarán adecuadamente para investigar el tema del que se hayan responsabi-

lizado. El profesor ayuda a esta organización procurando dejar el máximo de autonomía a los alumnos.

Cada grupo, con la ayuda del profesor de la materia implicada, recopila información, la procesa y elabora un informe final sobre el tema que ha investigado. El profesor evita los posibles errores graves y reconduce el trabajo si ello se revela necesario.

El informe se reparte a los demás miembros de la clase y se trata el tema. El profesor aporta los conocimientos técnicos necesarios para completar el informe.

El informe final es debatido. Se sacan conclusiones y se intenta abrir nuevas líneas de investigación. Un ejemplo: el submarino ha sugerido el estudio, llevado a cabo por un determinado grupo, de la presión en un medio líquido. Es fácil que pueda surgir el estudio de la presión en medio gaseoso y de ahí el tema de la aeronáutica.

En algunos temas las conclusiones serán de índole científica y el debate girará quizás en torno a las aplicaciones tecnológicas o derivar hacia la filosofía de la ciencia.

En otros temas las conclusiones pueden dar lugar a un debate creativo. Es fácil imaginar que el tema de la 2ª Guerra Mundial provoque el de las consecuencias posteriores de dicho conflicto.

## **C. ACTIVIDADES**

### **1. UTILIZACION DEL MATERIAL INFORMÁTICO**

Como ya se señaló, el material informático es un instrumento de apoyo a la investigación y no un objeto de estudio en sí mismo, aunque será necesario dedicar un cierto tiempo a que los alumnos se familiaricen con el paquete integrado que se utilice. Esto no quiere decir, sin embargo, que el tiempo de familiarización tenga que preceder al desarrollo de las actividades, pues se pueden encontrar formas de simultanear ambas cosas lo que seguramente resultará un proceso más natural.

Los programas del paquete se utilizarán en mayor o menor medida en función de los temas de estudio. El equipo de profesores concretará en cada caso su utilización adecuada.

En esta propuesta se señalan, a título indicativo, algunas de sus posibles utilizaciones pero es claro que no se agotan aquí las posibilidades. Como ejemplo de los datos que se podrían introducir y tratar en la base de datos hemos elegido los que girarían en torno a temas de historia y geografía, aunque es obvio que habrá datos relativos a otros temas.

\* **El juego GATO.** Es el detonante de las demás actividades. No necesita indicaciones en cuanto a su utilización.

\* **BASE DE DATOS.** Los alumnos diseñan las fichas pertinentes para el tema en cuestión. La base de datos elegida en este caso permite introducir páginas de información adicional en forma de texto (comentarios, notas, etc...). Un ejemplo podría ser el siguiente que versa sobre datos históricos y geográficos:

2ª guerra mundial:

- Personajes (datos biográficos).
- Batallas (cifras de fuerzas en presencia, muertos, duración, gastos, etc...).
- Fechas señaladas.
- Producción bélica de los distintos países (en cifras absolutas, en relación al producto interior bruto, etc...).
- Sistema de producción de los países en conflicto (cifras sobre empleo, producción de petróleo, colonias, socializado o no, etc...).

Japón:

- Historia (etapas de su historia, fechas señaladas, emperadores, etc...).
- Datos climáticos.

- Datos de población.
- Datos económicos 1939-46.
- Ejército 1939-46 (fuerzas, organización, etc...).
- Consecuencias de la guerra (número de muertos, destrucciones, pérdidas económicas, etc...).
- Datos actuales sobre algunos de estos aspectos (evolución).

#### USA:

- Historia (etapas de su historia, fechas señaladas, presidentes, etc...).
- Datos climáticos.
- Datos de población.
- Datos económicos 1939-46.
- Ejército 1939-46 (fuerzas, organización, etc...).
- Consecuencias de la guerra (número de muertos, destrucciones, pérdidas económicas, etc...).
- Datos actuales sobre algunos de estos aspectos (evolución).

#### Area del Pacífico:

- Países en 1939-46.
- Producción nacional de esos países 1939-46. (evolución).
- Colonias 1939-46. (Descripción y datos históricos).
- Diversidad de climas (datos climáticos).
- Población 1939-46 (evolución).
- Lenguas habladas (rasgos).
- Islas. Mares. Corrientes. Etc...
- Datos actuales sobre algunos de estos aspectos (evolución).

**\* PROGRAMA DE GRAFICOS.** Facilitará la comprensión de información extraída de la base de datos. Permite confeccionar sin apenas esfuerzo, el gráfico deseado (líneas, barras, reas) para ilustrar comparativamente determinados aspectos del tema tratado.



Se podrá así obtener rápidamente una comparación de determinados aspectos tales como:

- Rasgos económicos Japón / U.S.A. 1939-46.
- Poderío militar Japón / U.S.A. 1939-1946.
- Población Japón / U.S.A. 1939-1946.
- Efectos de la guerra Japón / U.S.A.
- Evolución económica después de 1946 Japón / U.S.A.
- Evolución militar después de 1946 Japón / U.S.A.
- Evolución de la población después de 1946 Japón / U.S.A.
- Evolución económica de los países del área del Pacífico.

**\* HOJA DE CALCULO.** Ciertas informaciones de la base de datos pueden ser desplazadas a la hoja de cálculo para su tratamiento. La hoja de cálculo permite entonces elaborar hipótesis del tipo "que hubiera sucedido sin".

Es obvio que, al variar los datos, cambian los resultados, con lo que se adquiere una visión de la historia no determinista sino condicionada. Las hipótesis pueden ser del tipo siguiente:

- Según la relación pérdidas / tiempo de guerra transcurrido, (¿Cuánto tiempo más hubiera durado la guerra si U.S.A. no hubiera provocado la rendición nipona al arrojar la bomba atómica sobre Hiroshima?).

- Dada la relación tiempo de guerra / muertos, (¿Cuál hubiera sido el coste humano de la guerra para ambos bandos en caso de prolongarse según lo calculado en la hipótesis anterior?).

- Dada la relación tiempo de guerra / pérdidas, (¿Qué pérdidas económicas hubiera supuesto para ambos bandos la prolongación del conflicto?).

**\* PROCESADOR DE TEXTOS.** El procesador de textos permite, en este caso, elaborar el informe final en el que incluso podrá

incluirse una selección de gráficos para que el documento impreso resulte más reforzado en sus conclusiones.

La potencia del procesador de textos radica en que ofrece a los alumnos la posibilidad de múltiples posibles redacciones y modificaciones del informe sin que ello suponga el lastre de volver a empezar a escribir. Además, el informe impreso añade un cierto carácter de seriedad acorde con el trabajo que se está desarrollando y la posibilidad de imprimir varias copias, permite desarrollar el trabajo autónomo del alumno.

La inclusión de gráficos y tablas de datos imprime un carácter profesional al documento, importante desde un punto de vista motivacional.

Los informes elaborados pueden ser muy variados y no merece la pena sugerir ejemplos en este caso.

**\* OTROS PROGRAMAS DE ORDENADOR.** Los programas a los que aludimos a continuación se utilizarán en tareas concretas. Es decir, no tienen la validez general de los anteriores. No obstante, es conveniente pensar en utilizarlos si resultan rentables desde un punto de vista didáctico. Señalemos como ejemplos:

Para verificar la adquisición de conocimientos. Ya se ha señalado la posibilidad de utilizar sistemas y/o lenguajes de autor. La facilidad que ofrecen para elaborar tests (por ejemplo) permiten una utilización cómoda de este tipo de programas para verificar la adquisición de conocimientos. Algunos incorporan posibilidades gráficas con lo que su interés aumenta. También podrían utilizarse para aportar información.

Para aprender morse. Fáciles de elaborar, ya sea por alumnos ya sea por profesores de informática, se podría pensar en desarrollar algún/os programas que versarán sobre el código morse. En el juego GATO los mensajes se reciben a bordo del submarino en dicho código y ésto podría ser una motivación para su aprendizaje.

Para iniciarse al estudio del comportamiento de un artefacto en medio gaseoso Se ha estudiado el comportamiento de un artefacto en medio líquido (el submarino) mediante la simulación que nos ofrece el programa GATO. Se podría igualmente utilizar un programa de simulación de vuelo para estudiar el comportamiento de un artefacto (avión) en medio gaseoso.

## 2. UTILIZACION DEL MATERIAL NO INFORMATICO

El material no informático a utilizar será concretado por el equipo de profesores. Señalemos que este tipo de material y las actividades que en torno a él giran no es menos importante que el material informático. Ambos son partes de un todo que no conviene disociar o privilegiar. Los datos no existen ab initio en el ordenador. Hay que introducirlos y para ello es necesaria la recopilación previa de la información. El ordenador posibilitará un tratamiento rápido y eficaz de los datos pero habrá que buscarlos en bibliotecas, hemerotecas, etc...

También en este tipo de actividades es necesaria la organización de la búsqueda. Es más, una buena organización y unos criterios de búsqueda de la información adecuados hacen posible la eficaz recogida de los datos y constituyen una importantísima actividad en sí que facilitará la posterior utilización del ordenador.

Aunque es recomendable que el alumno se acostumbre a buscar información en bibliotecas y hemerotecas, también existen otras fuentes de información de posible utilización según el tema en cuestión. No hay nada que perder con acudir o ponerse en contacto con algún organismo oficial en el que se puede suponer la existencia de información sobre un determinado tema. El alumno como ciudadano tiene derecho a acceder a las fuentes públicas de información y las dificultades burocráticas no tienen que constituir cortapisa alguna para habituarle a ejercer sus derechos.

Tampoco el hecho de la inexistencia de determinado organismo

en su localidad tiene que ser un muro infranqueable. Es conveniente solicitar la información y su posible retraso no debería ser fuente de frustraciones, pues siempre es posible introducirla en la base de datos para su empleo en futuros trabajos.

Con idéntico espíritu, hay que pensar que toda información bien seleccionada es válida. Es cierto que los datos serán utilizados por los alumnos actuales para un trabajo concreto. Pero no es menos cierto que esta información, ya utilizada, no se pierde, gracias a su combinación con el instrumental informático. Los alumnos deben estar mentalizados en este sentido: no sólo trabajan para ellos sino también para otros alumnos que podrán utilizar la base de datos por ellos diseñada. De aquí la importancia de no detenerse ante barreras burocráticas, de aquí también que no importe el tiempo de acceso a la información.

De todas formas, las fuentes de información abundan para determinados temas. Pensemos que, sin necesidad de buscar exhaustivamente, podemos encontrar muchos datos en una simple enciclopedia (Britanica, Universalis, etc...) o simplemente consultando nuestros propios libros o los de nuestros amigos. Por ello, puede ser de utilidad el disponer de una pequeña base de datos de los libros que cada alumno (y profesor) puede aportar personalmente.

Otras veces la información será facilitada por el propio profesor que cumple así con el doble rol de informador y formador.

Toda información es poca pero es esencial que esté bien organizada para que el acceso resulte cómodo. Ninguna fuente debe ser desdeñada por poco objetivable que parezca. Así, por ejemplo, en un tema de historia española (¿por qué no recoger datos de las personas que vivieron los acontecimientos?). Estos datos ofrecidos de manera subjetiva por un interlocutor pueden ser contrastados con otros y constituir una excelente base de datos de la historia local de la que probablemente no se encuentre información en ninguna parte. De igual forma, en el tema de la 2ª guerra mundial antes propuesto, tiene interés la recuperación de la información personal. Es tan importante el conocer los hechos e interpretarlos como el saber la visión que de estos hechos se tenía en su momento.

Parte de estos datos serán tratados informáticamente y otros no, pero su interés es siempre indudable.

En cualquier caso, insistimos, estas actividades de recolección de información son siempre formativas además de informativas y constituyen una excelente preparación, si se organizan adecuadamente, para el diseño, organización y manipulación de la base de datos informatizada de la clase.

## VII. CONCLUSIONES.

La interrelación de disciplinas es una necesidad ineludible de una enseñanza de calidad. Las formas de enfocar su articulación son, sin embargo, variadas. En esencia, podríamos reagruparlas en dos grandes grupos:

a) Partir de un tema y estudiarlo minuciosamente desde enfoques diversos. Por ejemplo, el estudio de la sal puede ser objeto de enfoque de la química (comportamiento químico), de la geografía (salinidad de los mares), de la historia (importancia de la sal en las distintas épocas), etc...

b) Partir de un tema y explorar otros muchos con él relacionados. Este ha sido nuestro enfoque en el presente proyecto/trabajo. Hemos partido, por necesidades de tipo motivacional de un juego, para derivar hacia el estudio de los temas que en el juego están implícitos. De esta forma, el alumno investiga y hace explícita una realidad con la que ya ha tomado contacto directo mediante una simulación. Ha entrado en contacto con un micromundo aparentemente desorganizado y ha explicitado su estructura de realidades distintas pero relacionadas, que han sido objeto de estudio dinámico e interdisciplinar.

Queremos añadir unas breves notas sobre el tipo de juego seleccionado para iniciar las actividades. Como ya se ha indicado se trata de un submarino utilizado en la 2ª guerra mundial, por lo que podría pensarse que se trata de un juego belicista, potenciador



de la agresividad. Nada más lejos de la realidad. Se trata por el contrario de un juego que permite el desarrollo de las capacidades de resolución de problemas y de toma de decisiones. Es más, las decisiones han de ser tomadas rápidamente y previa valoración de un conjunto de datos objetivos. La propia manipulación del submarino para evitar ataques o provocarlos obliga al desarrollo de este tipo de capacidades. Los datos visibles y las distintas variables en presencia, han de ser tenidas en cuenta para tomar la decisión más acertada. Por otro lado, el submarino sólo se ha desarrollado hasta la fecha, salvo limitadísimas excepciones, con fines militares. Esta es una realidad que está ahí y, que el alumno puede estudiar de forma objetiva. En cualquier caso, y resumiendo, el juego GATO, no puede nunca ser confundido con los populares juegos de matar marcianos, de concepción y factura absolutamente distinta.

Señalemos, para terminar, que el objetivo del proyecto, como se ha podido observar, no ha sido en ningún momento el enseñar informática sino el utilizar la informática. Por otra parte, piénsese siempre, que este proyecto es un marco de referencia abierto. Puede ser completado o ampliado con nuevas ideas y concretado de forma diferente en cada caso. Por ello no se señala el tipo exacto de actividades a llevar a cabo que pueden variar en función de las aplicaciones concretas.

# APRENDER JUGANDO

Julio Moral

Grupo de Informática M.E.C / I.C.E. (U.A.M)

## I. LOS JUEGOS DE ORDENADOR.

Es sabida la influencia e importancia de la actividad lúdica en el desarrollo psicológico del niño. Aún después de la infancia, el gusto por los juegos se mantiene aunque se desarrolle la afición por otro tipo de actividades. Es más, resulta indudable el poderoso atractivo que ejercen ciertos juegos incluso en la persona adulta.

Los educadores son conscientes de lo anteriormente expresado y ésta es la causa de la introducción de las actividades lúdicas en el entorno escolar. Se sabe que el juego puede facilitar y potenciar cualitativamente el aprendizaje. Por ello, este tipo de actividades no sólo no se desprecian en la instrucción / aprendizaje del alumno sino que se fomentan cada día más.

Cualquier persona puede observar que el juego capta en gran medida la atención del niño y del adolescente. En este sentido, es clara su capacidad de motivación frente a otras actividades menos gratificantes para el niño o adolescente. El juego debería pues tener un lugar privilegiado en la gama de metodologías empleadas en la instrucción del alumno. Naturalmente, la actividad lúdica que se desarrolle en la Escuela ha de poseer componentes educativos no alienantes. Es, por tanto, competencia del profesor la incorporación a sus estrategias didácticas de aquellos juegos que favorezcan el desarrollo integral de la persona.

Ahora bien, si el juego en general parece tener legítima cabida en las aulas, ¿ocurre igual en el caso particular de los juegos de ordenador? ¿existen diferencias que justifiquen su empleo?

Es preciso insistir en que, tanto si están basados en el ordenador como si no es el caso, existen juegos aceptables para su utilización didáctica y otros que no lo son. Se revela pues necesario realizar previamente una selección acertada del juego en cuestión. Es evidente, por ejemplo, el interés que los llamados juegos de "matar marcianos" y "comecocos" tienen para la mayoría de los niños pero no es menos cierto que resultan de pobre interés desde el punto de vista didáctico.

Por tanto, cuando se habla de juegos de ordenador con referencia al ámbito escolar, hay que pensar únicamente en aquéllos que poseen un cierto interés educativo, lo cual no implica que la selección haya de hacerse con criterios excesivamente dogmáticos. En efecto, algunos juegos de entretenimiento existentes en el mercado pueden contener ciertos rasgos no demasiado deseables pero ser, sin embargo, portadores de otros altamente positivos. Si el balance es favorable para su empleo en clase, el rechazar un juego tal equivaldría a negar los posibles beneficios que de él se deriven. Es tarea del profesor señalar y explicar o debatir con los alumnos los aspectos negativos del mismo. Puede incluso ocurrir que los defectos del juego resulten en cierto modo formativos al hacer percibir al alumno una realidad que casi nunca suele ser blanca o negra sino, más frecuentemente, matizada con claroscuros.

Los juegos de ordenador tienen características específicas que han sido estudiadas (Banet 1979, Malone 1980, 1981) y que los diferencian de los juegos tradicionales. De entre esos rasgos cabe destacar

\* el entorno de la actividad: puede variar en función del juego e incluso de sus distintas partes y niveles de dificultad. Toda una gama de imágenes y sonidos acompañan a la actividad sirviéndole de apoyo. El entorno suele ser conocido del jugador bien porque le resulte habitual bien porque tenga conocimiento del mismo por otros medios (cine, t.v., etc...). En cualquier caso, el juego de ordenador facilita en breve tiempo la toma de contacto con el entorno y el jugador se siente enseguida dueño de la situación. Por otra parte, la variedad de entornos y niveles de difi-

cultad a menudo presentes dentro del propio juego hacen más difícil la aparición de la sensación de aburrimiento.

\* la fantasía: la persona se incorpora fácilmente al entorno presentado y participa plenamente de la realidad que le es presentada en la pantalla. En todo juego existe una dosis variable de fantasía pero los juegos de ordenador permiten ir más allá en este aspecto. En efecto, el entorno atractivo y la posibilidad de interacción fomentan el desarrollo de la fantasía. Es muy fácil, por ejemplo, sentirse el piloto de un avión al utilizar un programa de simulación de vuelo.

\* el reto planteado: el juego plantea un objetivo que se convierte en desafío para el jugador. La consecución del objetivo resulta altamente gratificante. En caso contrario, el juego impele a intentarlo nuevamente. Por ejemplo, estrellarse al pilotar un avión simulado, no implica el más mínimo riesgo físico pero provoca una cierta sensación de fracaso que suele ir acompañada de la necesidad de superación del mismo.

## **II. UN JUEGO CONCRETO DE ORDENADOR.**

El juego que en el presente trabajo comentamos es un juego de simulación. Ha sido elegido como eje para el desarrollo de distintos tipos de actividades pero, naturalmente, no es el único existente y se hubiera podido pensar en otro. En ese caso, las actividades derivadas del mismo podrían ser distintas.

Se trata, como ya se aclaró en el capítulo I DISEÑO INTEGRADO DE APRENDIZAJE, de la simulación de un submarino GATO, uno de los que utilizó la armada de los Estados Unidos durante la 2ª Guerra Mundial en el área del Pacífico.

El juego dispone de un programa de demostración para facilitar el aprendizaje del mismo. Además, es posible visualizar en pantalla una breve historia del submarino GATO así como la descripción de sus características más notorias. Por otra parte,

posee varios niveles de dificultad y está acompañado de un pequeño manual de utilización que describe las teclas disponibles y la forma de utilización. El manual proporciona también unos cuantos valiosos consejos para la actuación en el curso del juego.

### III. DESCRIPCION DEL JUEGO.

Al haber sido concebido como juego de entretenimiento, el juego en cuestión podría parecer (en una aproximación superficial) un juego de aventuras más. Sin embargo, desde un punto de vista didáctico es posible encontrar en él ciertos rasgos que lo hacen apropiado para su explotación en el aula.

En cierto modo, presenta lo que se podría denominar un "micromundo" en el que es necesario saber desenvolverse. Constantemente hay que resolver problemas de cuya valoración depende la toma de una u otra decisión. Los problemas que se plantean son variados así como también lo puede ser la forma de resolverlos y la decisión que se adopte. Además, hace referencia implícita a toda una serie de elementos culturales ya comentados en el capítulo I y en los que, eventualmente, se podría profundizar. Señalemos, finalmente, que reúne todos los componentes propios de un buen juego de ordenador anteriormente comentados, a saber

\* un entorno rico con el que el jugador se familiariza sin grandes dificultades: se tiene acceso al cuadro de mandos del submarino, al mapa de navegación, a la visualización de la acción que se desarrolla en la superficie, etc...

\* una presentación que fomenta la implicación del jugador y le permite dar rienda suelta a su fantasía: se controlan todos y cada uno de los movimientos del submarino de forma que errores y aciertos en la manipulación de la nave producen sus propios lógicos efectos.

\* el planteamiento de un reto: se pretende cumplir una misión (que a menudo implica hundir los barcos japoneses) con el



riesgo inocuo de que el propio submarino que el jugador pilota resulte hundido.

En lo que respecta a su potencial didáctico, el juego ofrece al educador una doble perspectiva de actuación en el sentido de

A) promover el desarrollo de las capacidades de resolución de problemas y de toma de decisiones.

B) motivar al alumno para el estudio de ciertos temas implícitos en el micromundo presentado.

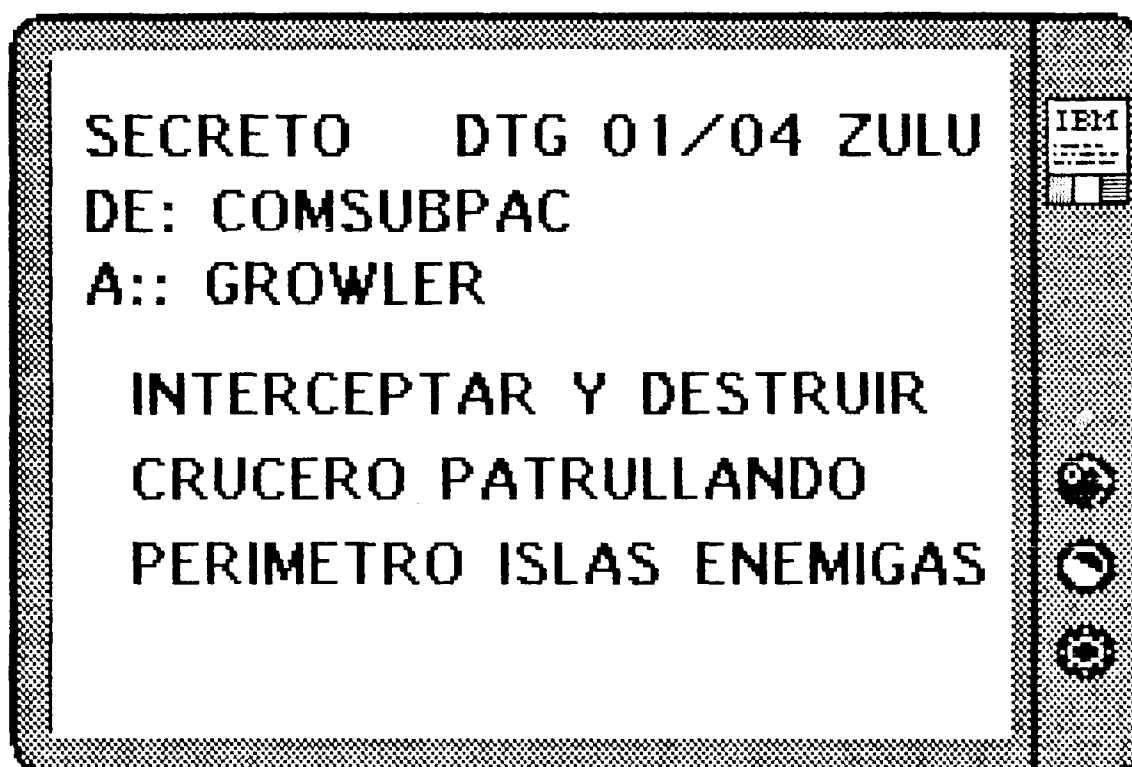
En los apartados siguientes pretendemos mostrar que ambas líneas de actuación pueden ser desarrolladas fructíferamente.

#### **IV. FORMAS DE UTILIZACION.**

La propia estructura del juego implica ya una variedad de formas de utilización del mismo. Por esa razón, en lo que se escribe a continuación, no se trata tanto de indicar el modo de empleo del juego sino más bien de ir señalando los posibles beneficios que de él se puedan derivar. Por supuesto, el profesor podrá luego encuadrar éste u otro juego similar dentro de su propia estrategia didáctica pues, como ya se señaló, el juego GATO sólo se propone como modelo concreto de las posibilidades educativas de ciertos juegos de entretenimiento de ordenador.

#### **V. RESOLUCION DE PROBLEMAS.**

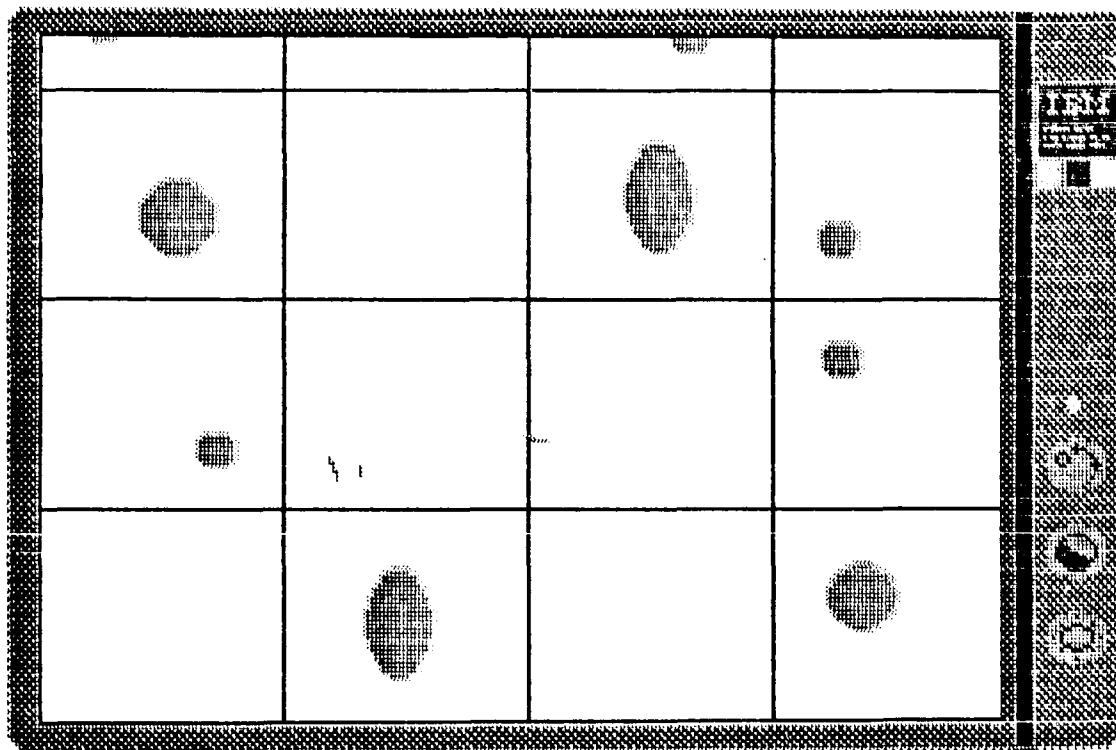
El juego se inicia con el planteamiento de un problema. A bordo del submarino se recibe un mensaje en morse. En los niveles bajos de dificultad el mensaje va acompañado del correspondiente texto escrito. Se trata de una misión que el mando encomienda al comandante del submarino (ver ilustración 1).



*1. Recepción de un mensaje a bordo del submarino*

El jugador pone en marcha el submarino para llevar a cabo la misión encomendada. El alumno/jugador se ha convertido en el comandante de la nave y ha de saber dirigirla sin pérdida de tiempo y sin rodeos inútiles hacia el objetivo señalado por el cuartel general. Para ello, dispone de un mapa del área de patrulla en el que el submarino aparece señalado con un punto de color azul (ver ilustración 2). También aparecen las distintas islas del área así como los supuestos buques enemigos distribuidos por la zona (señalados con puntos de color rojo). Antes de tomar un rumbo cualquiera el comandante habrá de valorar las posiciones actuales de los buques japoneses con objeto de evitar desagradables encuentros que le impidan llevar a buen término la misión. En este mapa está también señalada la posición del buque nodriza al que habrá de dirigirse el submarino en caso de haber sufrido desperfectos en un

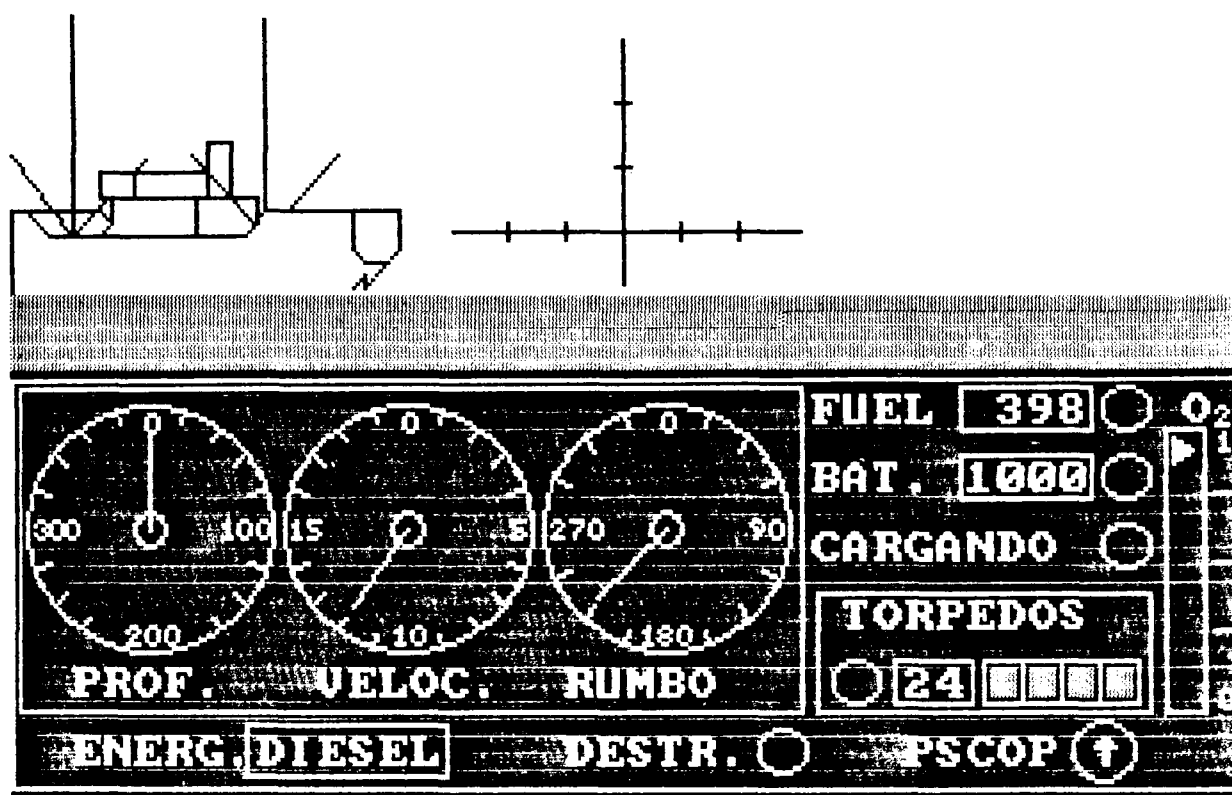
encuentro con el enemigo. El juego favorece aquí la toma de conciencia de la situación global de ese momento. Se trata, en cierto modo, de una primera lectura del problema que influirá en las futuras decisiones. Tanto la equivocación como el acierto en esta primera aproximación al problema servirán de experiencia para situaciones similares a las que podrá ser transferida.



*2. Area de patrulla: se visualizan las islas y los buques que navegan por la zona*

El comandante ha de tener además un buen conocimiento de la nave para saber maniobrar y responder con celeridad en caso de emergencia. Dispone de un cuadro de mandos en el que se señalan distintas variables que habrá de tener en cuenta de forma simultánea: profundidad, velocidad, rumbo, oxígeno disponible, número de torpedos en ese momento, posición del periscopio, etc... (ver ilustración 3). Debe utilizar el timón de la nave adecuadamente así como graduar la potencia de los motores en función de la situación. Todos estos instrumentos a su disposición suponen la puesta en

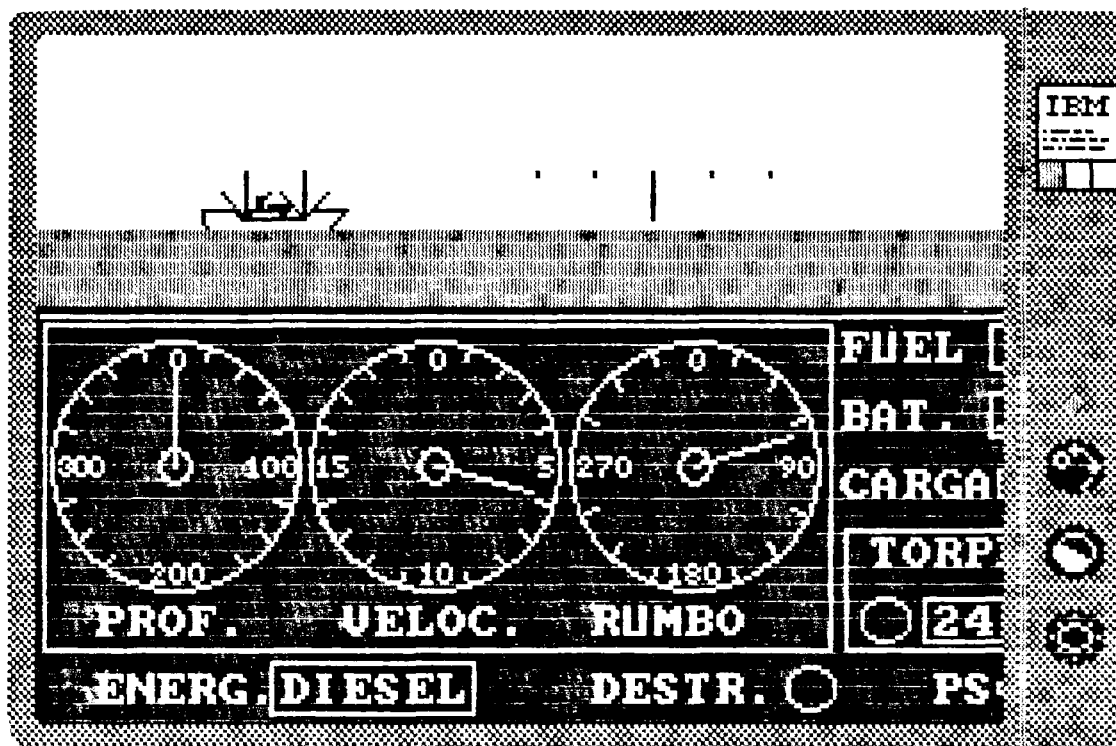
relación de variables diversas que habrán de ser combinadas adecuadamente para resolver los problemas que se plantearán en el curso de la navegación y, sobre todo, en el momento del contacto con el enemigo.



3. *Puesto de mando: se visualizan los mandos mediante los que se controla el submarino. El periscopio está alzado y un buque mercante es visible en la cercanía del submarino*

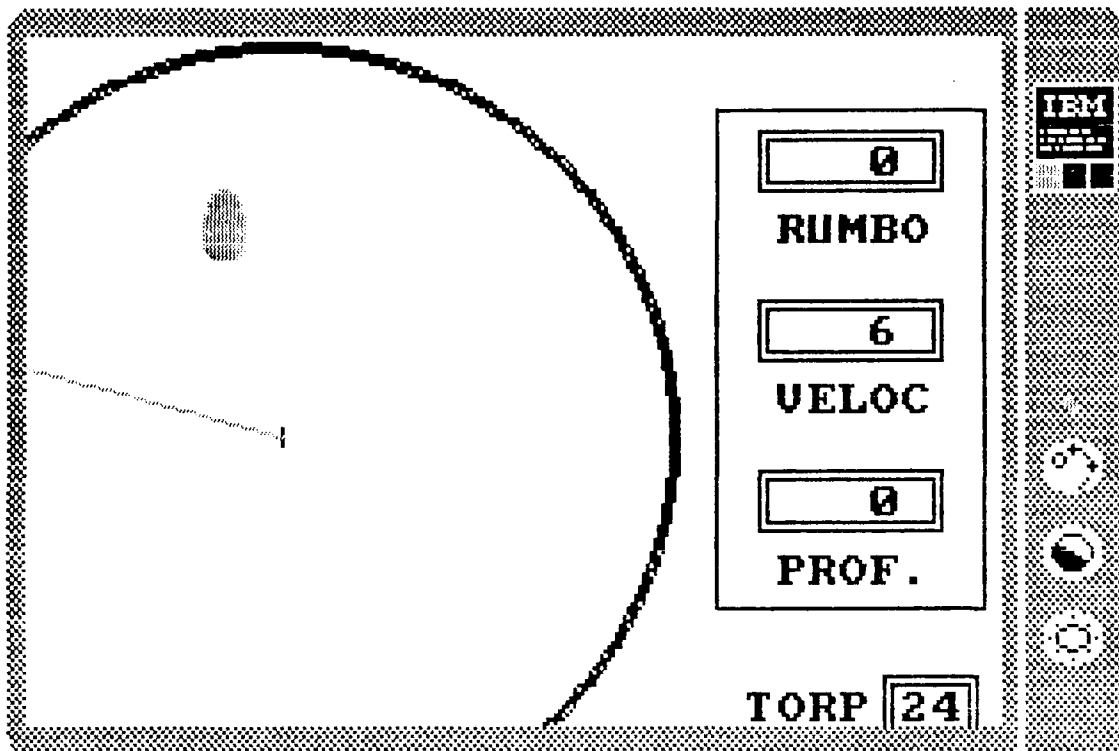
Al poner en marcha la nave, el comandante ha de tomar las primeras decisiones relativas a velocidad, rumbo, tipo de navegación, etc ... Normalmente el alumno deberá pensar en recurrir en este momento inicial a una velocidad de crucero bastante elevada ya que no se trata de un paseo por el océano sino de cumplir una determinada misión. El mapa que tiene a su disposición le permite observar el rumbo de la nave visualizado por un rastro que ésta

deja al desplazarse. Sin embargo para conocerlo con exactitud en grados acudirá al cuadro de mandos. Los mandos que controlan el submarino favorecen, por tanto, el desarrollo de la orientación espacial así como la representación mental del trayecto que se está realizando. En caso de error al manipular los mandos el alumno deberá resolverlo bien por el método de prueba y error (por ejemplo, corrigiendo el rumbo mediante tanteos sucesivos) bien acudiendo al cuadro de mandos y efectuando directamente la corrección pertinente (ver ilustración 4).



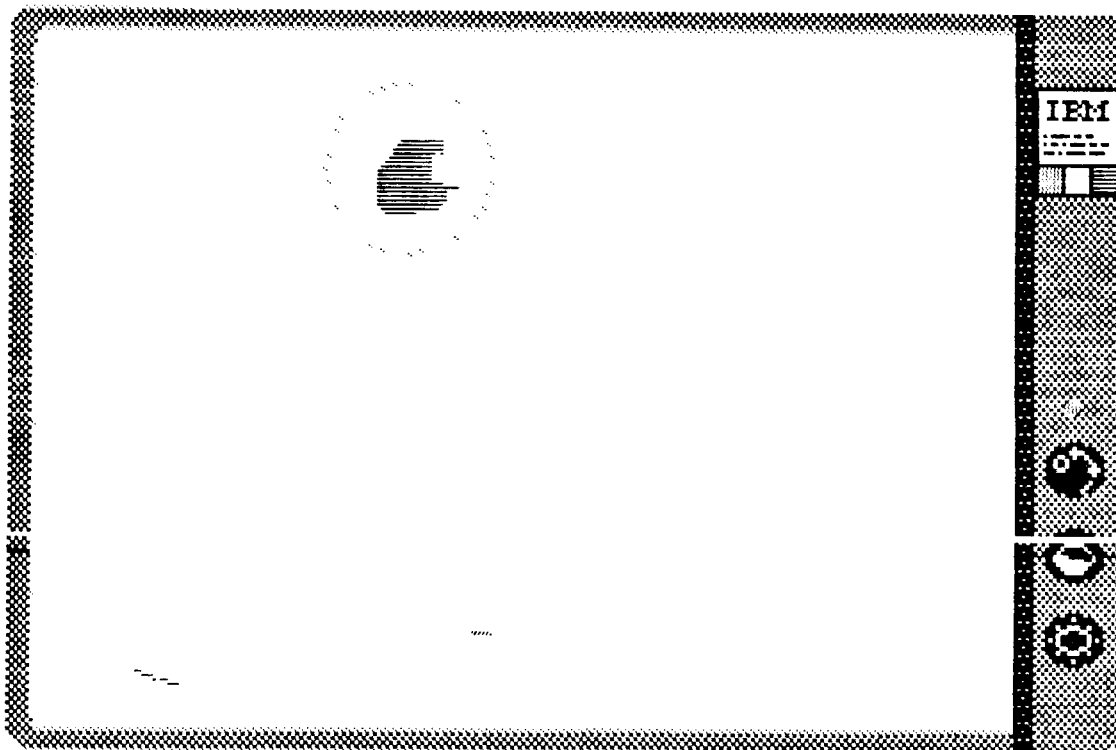
4. Puesto de mando: se ha corregido el rumbo

En algún momento de la navegación el submarino contactará con el enemigo que pudo haber sido detectado por medio del radar (ver ilustración 5). La correcta utilización de este instrumento también influirá en la valoración acertada de ciertos problemas y en la toma de las decisiones pertinentes.



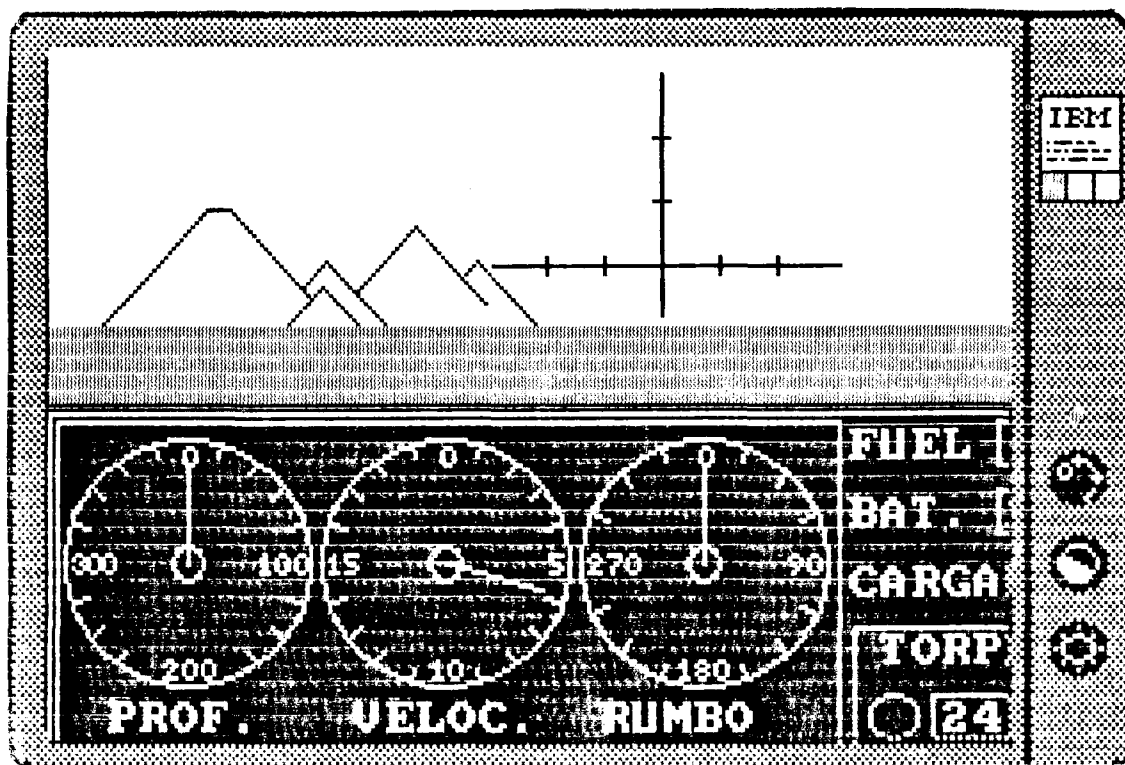
5. Radar: se ha interceptado un buque. Los parámetros de navegación siguen visibles

El comandante habrá de decidir si debe entablar combate o si, por el contrario, tiene que evitarlo a toda costa con la finalidad de dirigirse a su objetivo. En función de una u otra decisión, deberá variar el rumbo y huir a toda máquina consultando su mapa para evitar el encuentro con los buques japoneses o bien adoptar las decisiones relativas a la situación de combate. Para conseguir una percepción más exacta de su situación espacial dispone de una ampliación de la zona en la que está navegando en ese momento (ver ilustración 6). Ello permite adoptar decisiones inmediatas valiéndose de una perspectiva más cercana que la que ofrece el mapa del área de patrulla.



*6. Ampliación de la zona de navegación: se visualiza una isla y dos buques navegando en su entorno*

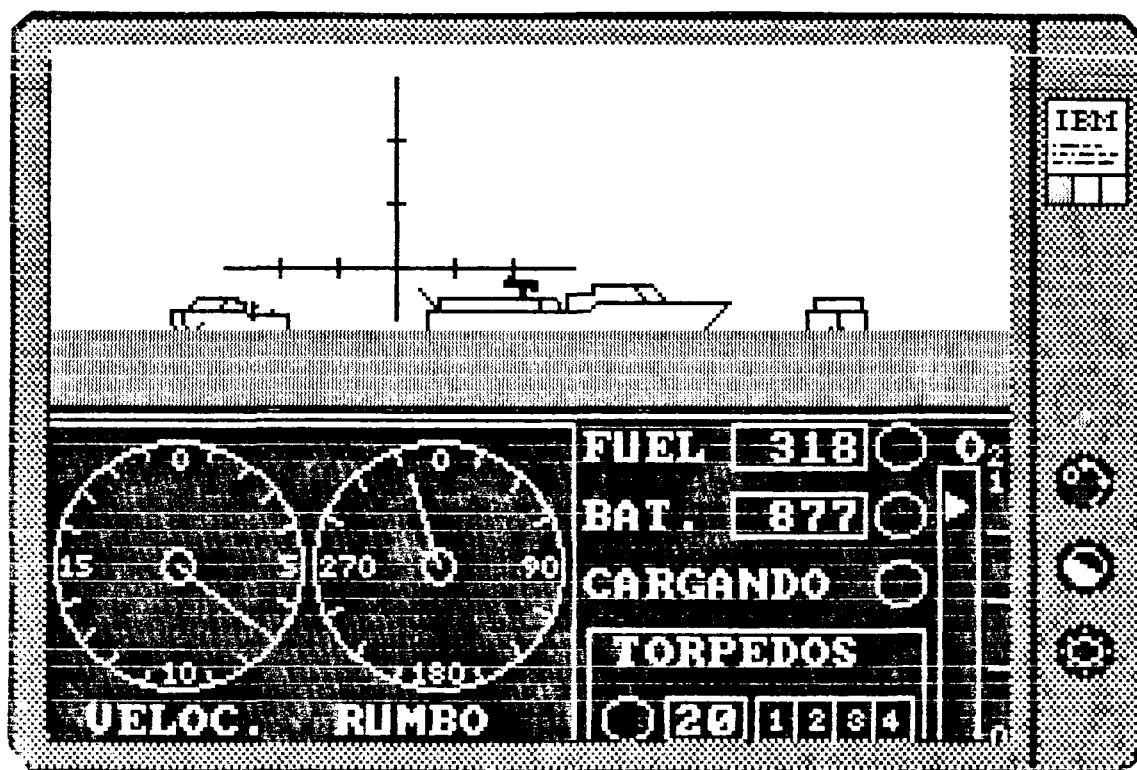
Naturalmente, una parte de lo que se visualiza en la ampliación puede ser percibido también directamente a través del periscopio de la sala de mandos. Por ejemplo, orientando el periscopio en dirección a la isla que aparece en la pantalla anterior se puede observar el contorno real que bajo esa perspectiva ofrece uno de los lados de la isla (ver ilustración 7). Este tipo de percepción directa no muestra una idea exacta del contorno global de la isla pero permite adquirir la noción de la diferencia entre la realidad y su representación gráfica.



7. Puesto de mando: se ha visualizado una isla

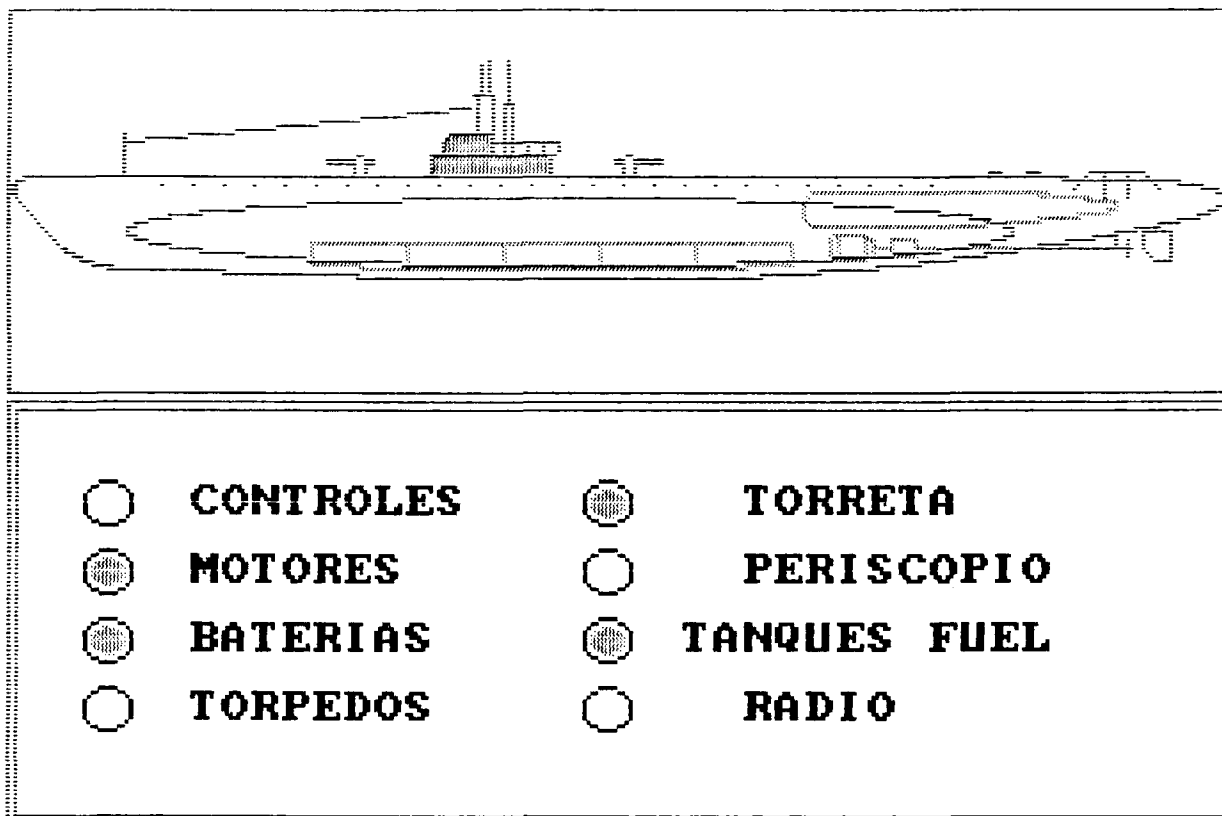
Si el contacto con el enemigo es muy cercano, es conveniente visualizar su posición en relación al submarino a través de la sala de mandos ya que la decisión a adoptar puede depender del tipo de embarcación con la que se ha encontrado el submarino. (ver ilustración 8). No es igualmente peligroso un destructor que un carguero, por ejemplo. En cualquier caso, aquí hay que añadir el factor rapidez al conjunto de variables a manejar para tomar la decisión correcta.





8. Puesto de mando: barcos enemigos a la vista

En caso de ser atacado, sin posibilidad de huida, por un buque enemigo potentemente armado, es conveniente proceder a una rápida inmersión y, si el submarino ha sido dañado, verificar los daños para reconsiderar las posibilidades de actuación. Los daños existentes pueden modificar por completo las variables a manejar con lo que la situación problemática a resolver adquiere de inmediato rasgos distintos. Mediante la pulsación de una determinada tecla se obtiene la relación de los efectos que sobre el submarino ha producido el ataque enemigo. Estos se señalan gráficamente en pantalla sobre la propia silueta del submarino (ver ilustración 9).



*9. Relación de daños: las zonas oscurecidas señalan las partes del submarino que han sido alcanzadas*

Si el submarino no ha sufrido daños y el comandante decide atacar, también el problema debe ser considerado de forma adecuada a la situación. Las variables que deben ser cuidadosa pero rápidamente valoradas pueden ser, por ejemplo

\* distancia del objetivo: existen más posibilidades de éxito en el ataque cuanto más cercano al submarino se encuentra el objetivo.

\* situación con relación al objetivo: las probabilidades de éxito aumentan si el objetivo está situado de costado en relación al submarino.

\* maniobra de aproximación: se puede asegurar un ataque sorpresa mediante la aproximación lenta (y por tanto más silenciosa) y si el submarino, además, navega sumergido.

\* apertura de los tubos de torpedos: para estar preparado para el momento adecuado de ataque.

\* relación distancia del objetivo / margen de maniobra: elegir un equilibrio entre la distancia más cercana posible del objetivo y la posibilidad de maniobrar en caso de ataque de otro buque (de escolta, por ejemplo).

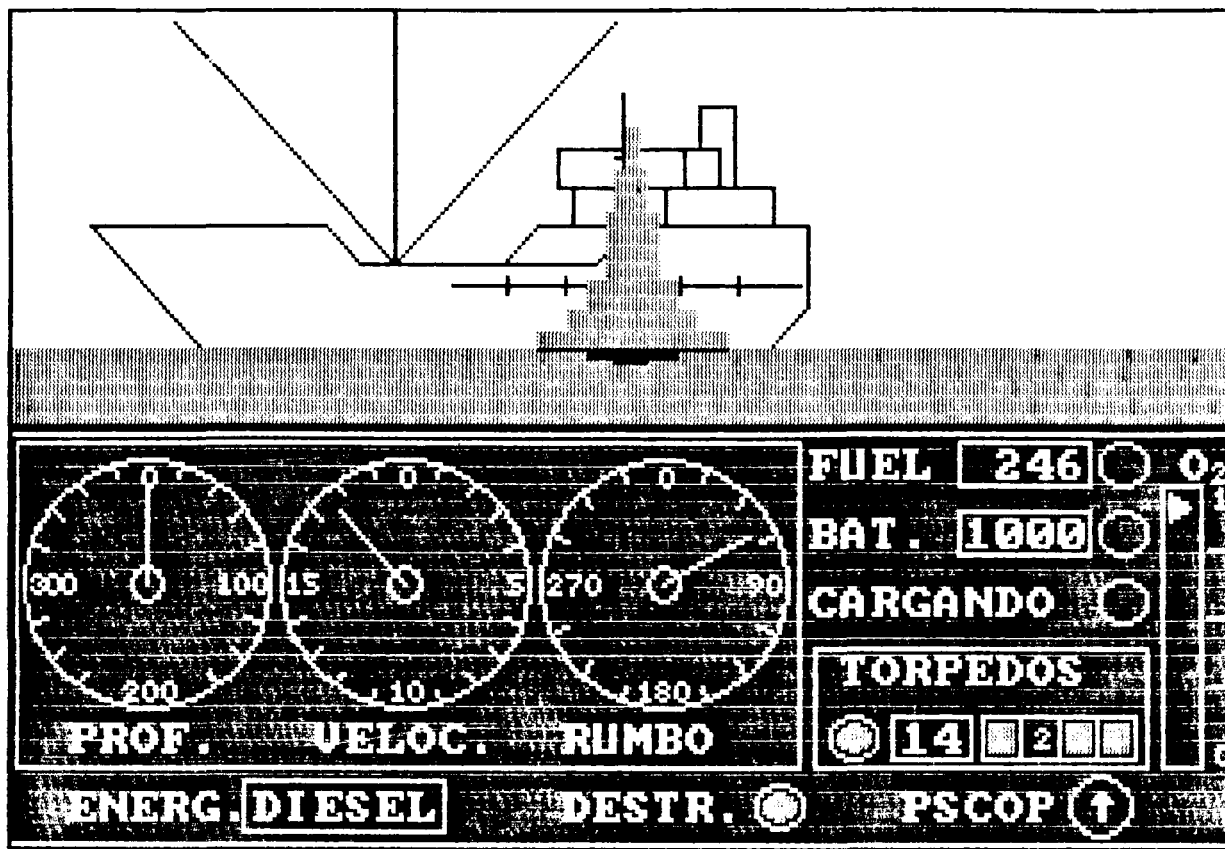
\* maniobra de ataque: maniobrar correctamente en el momento preciso y disparar los torpedos en el instante conveniente.

\* velocidad precisa: mantener una velocidad lo suficientemente rápida para poder emprender una veloz retirada en caso necesario.

\* disponibilidad para la inmersión: estar preparado para proceder a una inmediata inmersión si fuera preciso.

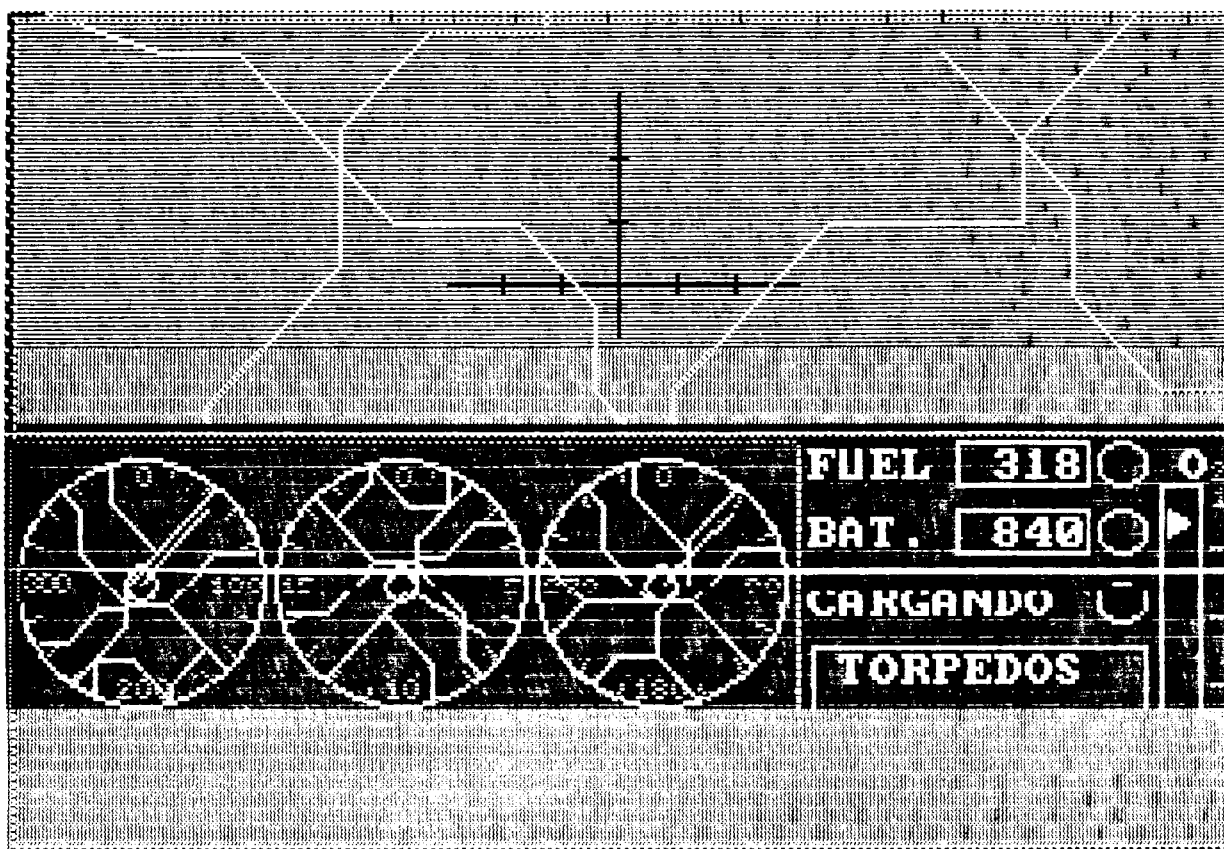
\* Disparar con precisión: levantar el periscopio y encuadrar el blanco no fallar el disparo y dar oportunidad de contraatacar al enemigo.

En suma, aparece aquí un problema global que el alumno ha de saber modular en subproblemas para proceder a encontrar la solución. Al mismo tiempo ha de ser consciente de las interrelaciones que las distintas partes del problema mantienen entre sí. Si todas estas variables (y algunas más) se valoran adecuadamente y se toma la decisión correcta, se podrá conseguir hacer blanco en el objetivo (ver ilustración 10).



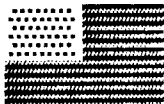
10. El buque enemigo ha sido alcanzado por un torpedo

En caso contrario, la toma de la decisión errónea en el momento crítico acarreará daños importantes en el submarino o incluso su hundimiento (ver ilustración 11). Esto suele provocar el deseo de repetir el juego, lo que contribuye a mejorar la capacidad de resolución de los problemas planteados.



11. *El submarino ha sido alcanzado por las cargas de profundidad del buque enemigo*

En cualquier momento es posible obtener una relación de los buques hundidos durante el juego así como de las misiones que se han llevado a cabo con éxito (ver ilustración 12). Todos los nombres de los barcos enemigos que aparecen en la relación corresponden a navíos realmente hundidos durante la guerra del Pacífico. Este detalle, junto con los demás aspectos de la simulación del submarino ya señalados, contribuye a crear una cierta sensación de realidad que convierte al juego en un instrumento muy motivante.

DIARIO SUBM.		
BARCO	TONELAJE	HUNDIDO
Kimikawa Maru	6863	-1943
Kinugawa Maru	6937	-1943
Honan Maru	5542	-1943
Tatekawa Maru	10090	-1943
Keisho	5879	-1943
T14 #543	15	-1943
HUNDIDOS	6	
TOTAL TONELAJE	35326	
MISIONES CUMPLIDAS	1	

12. Diario: se puede consultar el diario del submarino para obtener una lista de buques hundidos

Como se puede apreciar por la descripción que se acaba de realizar, el juego implica la consideración simultánea de un conjunto cambiante de variables cuya explotación puede resultar de alto interés. Naturalmente, no se trata de que el alumno dedique todo su tiempo a pilotar "submarinos" pero parece claro que esta actividad mediante ordenador permite potenciar el desarrollo de determinadas capacidades.

El potencial educativo del juego aquí descrito se puede asimilar, en cierto modo y para ciertos niveles, al que ofrece el lenguaje de programación LOGO. La existencia implícita de un micromundo que es necesario explorar, la necesidad de tomar determinadas decisiones tras haber realizado una valoración del problema presentado y la obtención de respuesta inmediata en pantalla permitiendo validar o invalidar la hipótesis de trabajo en cuestión son todos ellos aspectos comunes con los que se observa en el

trabajo con el mencionado lenguaje de programación. Por ello, pilotar el submarino GATO puede, al igual que pilotar la tortuga de LOGO, contribuir al desarrollo de las capacidades antes mencionadas. Asimismo, el juego posee una cierta carga motivadora parecida a la que se observa en un entorno LOGO y promueve el desarrollo de ciertas actitudes tales como la confianza en sí mismo también presentes en dicho lenguaje de programación.

Es obvio que el desarrollo de éstas capacidades y actitudes no se logra únicamente de esta forma pero no se puede despreciar uno de los medios que en este sentido la informática pone a nuestra disposición: los juegos de ordenador. Sin embargo, por el momento, el empleo didáctico de éstos en las aulas está aún en un nivel bastante bajo probablemente porque se identifica el juego de ordenador con el típico "comecocos". Parece, no obstante, necesario invertir esa tendencia para dar mayor cabida en la Escuela a este tipo de programas.

## **VI. INVESTIGACION EN EL AULA.**

Como ya se sugirió en el capítulo I, el juego GATO puede promover interesantes temas de estudio que no tienen porqué estar a su vez basados en programas de ordenador aunque podrán apoyarse en ellos.

Un tema que puede ser tratado a partir de la motivadora toma de contacto con el juego aquí planteado es, por ejemplo, el de la evolución de la tecnología durante la 2ª Guerra Mundial. Acotando el tema, se podría pensar en estudiar la evolución de las distintas técnicas que los dos bandos en conflicto desarrollaron tanto para dotar al submarino de mayor poder ofensivo como para fabricar un escudo protector contra dichos buques sumergibles.

El juego puede así servir de trampolín para una investigación llevada a cabo por los propios alumnos sobre el tema señalado. Tema importante, por otra parte, ya que permite estudiar el impulso que las guerras suelen dar al desarrollo tecnológico e

incidir en la historia de la ciencia, disciplina un tanto olvidada en los actuales currícula. Señalemos finalmente que el juego no es sino el pretexto para el estudio propuesto y que, por tanto, no hay obligación de ceñirse rígidamente al marco por él indicado. Por ejemplo, en nuestro caso, es más fácil acceder a la documentación existente sobre el desarrollo de la guerra submarina en el Atlántico que en el área del Pacífico. Por consiguiente, y aquí es lo que proponemos, podremos trasladar el eje de la investigación al desarrollo tecnológico llevado a cabo en este campo en la Europa de los años de guerra 1939-1945.

Sin pretender realizar en este trabajo el estudio que habrá de ser planificado y llevado a cabo por los alumnos en colaboración con el profesor, se puede prever un esquema de la evolución tecnológica que bien podría ser similar al siguiente

#### A) BREVE INTRODUCCION HISTORICA.

Podrían desarrollarse unas cuantas ideas para explicar porqué la flota alemana basaba su potencia en los submarinos mientras que los aliados no fabricaron en gran número este tipo de embarcaciones. Una de estas ideas podría por ser por ejemplo

\* Durante la 2ª Guerra Mundial la fuerza submarina en Europa fue empleada sobre todo por los alemanes debido a las restricciones de construcción de buques de guerra que los vencedores de la 1ª Guerra Mundial les habían impuesto en su momento.

#### B) ESTUDIO DEL DESARROLLO TECNOLOGICO DE LAS ARMAS SUBMARINAS Y ANTISUBMARINAS EN LOS A OS 1939-1945.

##### **TECNOLOGIA DESARROLLADA (ALEMANES): SUBMARINO**

\* Tamaño medio: unas 500 toneladas (se prefiere los submarinos de tamaño reducido a los de mayor tamaño con objeto de poder controlar zonas más amplias de operación: la estrategia militar condiciona el desarrollo tecnológico).

\* Velocidad: 16 nudos en superficie.

\* Inmersión: en 20 segundos.



\* Autonomía: hasta 8.000 millas

\* Medios de propulsión: motores diesel en superficie y baterías en navegación bajo el agua. A baja velocidad el submarino puede navegar sumergido durante 24 horas y recorrer unas 60 millas. A continuación, debe subir a la superficie para recargar las baterías.

\* Torpedos:

- Movimiento: por aire comprimido.
- Sistema de explosión: percusión.

#### **RESPUESTA TECNOLÓGICA ALIADA**

\* ASDIC: detector de submarinos. Se trataba de un transmisor /receptor que enviaba ondas sonoras por el mar hasta que chocaban con un objeto (en este caso el submarino). En ese momento eran devueltas al buque obteniendo la localización aproximada del submarino por el tiempo que la onda empleaba en volver al punto de origen.

\* Detección de torpedos: se basó inicialmente en los propios fallos de éstos ya que dejaban una estela de espuma al avanzar lo que facilitaba su percepción y daba tiempo para efectuar la maniobra necesaria para evitarlos.

\* Ataque antisubmarino: mediante cargas de profundidad preparadas para explotar a la profundidad deseada.

#### **DESARROLLO TECNOLÓGICO ALEMÁN.**

\* Torpedos: se perfecciona el método de propulsión cambiando de aire comprimido a motor eléctrico para eliminar de este modo la estela de espuma que los delataba.

\* Sistema de explosión: debido a los fallos de precisión constatados se sustituye el sistema de percusión por el magnético (el torpedo busca el campo magnético del barco).

#### **RESPUESTA TECNOLÓGICA ALIADA.**

\* Protección aérea: se adaptan los aviones para que puedan arrojar cargas de profundidad. Implica el perfeccionamiento técnico del avión.

**DESARROLLO TECNOLOGICO ALEMAN.**

\* Táctica militar: ataques agrupados de submarino para aumentar la potencia de fuego y la eficacia de actuación. Obliga a perfeccionar los sistemas de comunicación y de cifrado (y descifrado) de mensajes.

**RESPUESTA TECNOLOGICA ALIADA.**

\* Táctica militar: se agrupan los barcos en convoyes protegidos por buques de guerra. Puesta a punto de las comunicaciones entre elementos del convoy.

\* Radiogoniómetros: sistema de recogida de las señales enviadas por los submarinos para pedir a otros submarinos que confluyeran en el ataque al convoy. Se podía así solicitar más escolta de protección antes del inicio del ataque.

\* Nuevo sistema de radar instalado en avión: detectaba al submarino a larga distancia y podía así caer sobre él y atacarlo por sorpresa desde la posición idónea.

\* Proyector luminoso: permitió (unido a la detección por radar) el ataque nocturno a submarinos desde aviones.

**DESARROLLO/RESPUESTA TECNOLOGICO ALEMAN.**

\* Receptor de señales de radar.

\* Proyecto de radar a bordo del submarino.

\* Equipamiento antiaéreo.

\* Nuevos tipos de torpedos más eficaces.

\* Proyecto de submarino de mayor capacidad para operar durante grandes distancias sumergido.

**RESPUESTA TECNOLOGICA ALIADA.**

\* Construcción de barcos portaviones para dar cobertura aérea a los convoyes en aquellas zonas fuera del radio de acción de los aviones basados en tierra.

**DESARROLLO/RESPUESTA TECNOLOGICO ALEMAN.**

\* Agente químico productor de burbujas para despistar al ASDIC.

\* Torpedo acústico de mayor precisión.

**RESPUESTA TECNOLÓGICA ALIADA.**

\* Generalización del uso del radar a los buques (principalmente de escolta).

**DESARROLLO/RESPUESTA TECNOLÓGICO ALEMÁN.**

\* Nuevo tipo de submarino: gran carga de baterías para aumentar el tiempo de inmersión. Mayor tonelaje y autonomía. Mayor velocidad.

\* Prosigue la investigación para la puesta a punto del tipo de submarino idóneo para hacer frente al desarrollo tecnológico incorporado por los aliados.

\* Schnorkel: sistema de ventilación que permite tomar oxígeno de la superficie sin necesidad de emerger. Permite utilizar los motores diesel en inmersión con la consiguiente ganancia de velocidad. Al navegar sumergido el submarino no puede ser detectado por el radar.

**RESPUESTA TECNOLÓGICA ALIADA.**

\* Perfeccionamiento de técnicas de detección.

\* Nuevo equipo de radar aún más potente.

\* Detector de submarinos colocado en zonas de probable paso de éstos. Emitía una señal que posibilitaba su localización.

**DESARROLLO/RESPUESTA TECNOLÓGICO ALEMÁN.**

\* Fabricación del nuevo tipo de submarino que incorpora grandes posibilidades de navegación, maniobra y ataque en inmersión. No llega a producir pérdidas notorias en el bando aliado debido a que la guerra finaliza en esos momentos. Es el modelo de que seguirán posteriormente los modernos submarinos.

Obsérvese la importancia que la mayoría de los dispositivos tecnológicos desarrollados durante este periodo han tenido en la evolución técnica de la postguerra. Muchos de los avances de los años siguientes encuentran su origen en esta época. Su estudio, desde el punto de vista de la historia de la ciencia, es, por tanto, de la mayor trascendencia.

## VII. UTILIZACION DE OTROS PROGRAMAS DE ORDENADOR.

Ya se indicó anteriormente que el trabajo propuesto podía apoyarse en programas de ordenador pero que estos no resultan absolutamente imprescindibles. Sin embargo puede ser provechoso, por ejemplo, incorporar a una base de datos la información recogida. De este modo, los datos no se perderán y podrán ser reutilizados en trabajos similares por distintos grupos de alumnos.

En ese caso, habría que elaborar una ficha que podría ser del tipo siguiente <sup>1</sup>

AÑO:

DISPOSITIVO TECNICO:

DESARROLLADO EN:

INVENTOR:

DESARROLLADO EN RESPUESTA A:

CARACTERISTICA PRINCIPAL:

CARACTERISTICA 2ª:

CARACTERISTICA 3ª:

APLICACION EN TIEMPO DE GUERRA:

APLICACION EN TIEMPO DE PAZ:

-----  
TECNO

Diseño

Página 1

F1-Ayuda

Esc-Menú principal

F10-Continuar

Ya se ha señalado que éste tipo de ficha es meramente indicativo y puede muy bien suceder que hubiera que realizar otro diseño para dar cabida a otros desarrollos científicos y tecnológicos de ésta y otras épocas. El diseño habría de ser entonces más sofisticado. Como quiera que las necesidades variarán según los casos, no insistiremos aquí en la temática del diseño de una base de datos de este tipo.

En cualquier caso, la información introducida puede constituir una valiosa ayuda en este y otros trabajos. Si el número de

---

<sup>1</sup> Tomando como modelo una posible ficha creada en el programa I.B.M. Filing Assistant

datos es suficiente amplio se podrá acceder fácilmente a distintos tipos de información para desarrollar trabajos en relación o no con el que aquí se ha propuesto. En este sentido, puede, por ejemplo, ser en algún momento interesante conocer los avances técnicos efectuados durante los años anteriores a la guerra, durante la guerra y en los diez o quince años posteriores al conflicto. Se podría estudiar de este modo (e incluso reflejarlo en algún gráfico) como la revolución tecnológica actual es ampliamente deudora de los avances efectuados durante los años 1939-1945. En el supuesto de que la base de datos iniciada con el tema que anteriormente propuesto hubiera sido modificada y ampliada adecuadamente, se podría obtener la información pertinente en poco tiempo con sólo interrogar la base de datos utilizando los criterios necesarios para la obtención de estos datos.

Las posibilidades de trabajo con medios informáticos no se agotan naturalmente en lo anteriormente expuesto. Cabe pensar en desarrollar ciertos temas implícitos en el juego propuesto con ayuda del ordenador. Por ejemplo, tomando como punto de partida los mensajes en morse que se reciben a bordo del submarino se podrían elaborar programas en un lenguaje de programación para trabajar este aspecto. La posibilidad de este tipo de trabajo se señala más ampliamente en un capítulo posterior. Asimismo, es claro que los alumnos podrán elaborar sus informes con un procesador de textos e incluir en gráficos o dibujos procedentes de otros programas de ordenador. Las posibilidades son múltiples y no seguiremos incidiendo en ellas ya que, en cierto modo, también se tratarán en capítulos posteriores.

## **VIII. CONCLUSION.**

En el presente trabajo se ha pretendido mostrar las posibilidades educativas derivadas de un juego de ordenador concretado en el submarino simulado GATO. Se ha querido hacer ver que un juego no concebido con propósitos educativos (sino de entretenimiento) puede contener elementos que sí lo sean. Insistamos una vez más en que este juego se ha propuesto sólomente como modelo

orientativo. Puede probablemente ser sustituido por otro cualquiera que, a juicio del profesor, resulte apropiado a las necesidades de sus alumnos en ese momento y lugar. Es más, incluso las actividades que aquí se han indicado podrían ser reconducidas o, en su caso, sustituidas por otras sin que el potencial educativo del juego se alterase. Esto es en esencia lo que en este trabajo hemos querido mostrar: que los juegos de ordenador pueden ser una excelente herramienta de trabajo.

# ENCUENTROS CON LA HISTORIA

Julio Moral

Grupo de Informática M.E.C / I.C.E. (U.A.M)

## I. INTRODUCCION.

Los programas de ordenador comerciales (bases de datos, hojas de cálculo, programas de gráfico, etc.) pueden constituir un valioso instrumento didáctico. En este trabajo nos proponemos mostrar algunas de sus posibilidades en el estudio de un tema histórico. Sin embargo, es preciso señalar una vez más que el ordenador es simplemente un medio a nuestra disposición que sólo se convertirá en una herramienta productiva en la medida en que logremos introducirlo en el marco de una estrategia metodológica acertada.

## II. REQUISITOS PREVIOS

Siguiendo el hilo conductor sugerido por el capítulo I, daremos por supuesto que un determinado grupo de alumnos ha decidido de común acuerdo con el profesor estudiar ciertos aspectos de la Segunda Guerra Mundial que, por ejemplo, podrían centrarse en el tema de la batalla del Atlántico. Supondremos además que se ha introducido o está en curso de introducción en la base de datos/hoja de cálculo, la información necesaria para llevar a cabo el trabajo y que se puede recurrir a un programa de gráficos.

En otras palabras, antes de iniciar el estudio es preciso disponer de ciertos recursos, a saber

- a) Hoja de cálculo y/o Base de datos y Programa de gráficos.
- b) Información recogida.  
Será necesario también
- c) Delimitar el ámbito del trabajo a realizar.

### III. METODOLOGIA.

Llegados a este punto, queda por definir el aspecto clave del trabajo: la metodología a seguir. A menudo se depositan grandes esperanzas en la capacidad del ordenador para motivar al alumno. Sin embargo, el ordenador puede convertirse en un instrumento aburrido si no se aprovechan adecuadamente las posibilidades técnicas que ofrece. Si, por ejemplo, la penosa labor de recolección e introducción de datos no se ve recompensada por un modo distinto de aprendizaje y unos resultados satisfactorios, el ordenador se convertirá inevitablemente en un aparato nada gratificante que el alumno tratará de evitar.

Por ello, en el presente trabajo la metodología que se propone está presidida por un espíritu investigador. Se trata de introducir información en el ordenador no tanto para obtener a continuación una larga lista de datos que no aportaría gran cosa, sino para interpretarlos y, en cierto modo, "redescubrir" la historia a través de ellos. Se necesita, por tanto

- a) Elaborar criterios de organización de la información.
- b) Elaborar criterios de interpretación de la información.

Por supuesto, la elaboración de criterios adecuados en la recolección y organización de la información es un aspecto importante del trabajo que, por otra parte, fomenta el desarrollo de determinadas capacidades. Sin embargo, aquí nos proponemos más bien resaltar el segundo aspecto: el modo de interpretación de la información.

Creemos que es sobre todo en esta fase en la que se revela necesario introducir un nuevo estilo de trabajo que implique un modo distinto de enfocar el aprendizaje de la historia. Señalemos, finalmente, que gran parte de lo que a continuación se propone, puede ser llevado a cabo sin la ayuda del ordenador pero que éste añada a la propuesta su gran capacidad en el tratamiento de la información.



En este trabajo queremos apartarnos de una historia "ya hecha" en la que se exponen los acontecimientos y se explican las causas que los determinaron y los efectos que siguieron. Se pretende evitar las valoraciones "ya dadas" y promover la búsqueda de datos y la elaboración de interpretaciones propias. Se trata de que el alumno, basándose en la información disponible, elabore hipótesis de trabajo y llegue a explicar por sí mismo los acontecimientos reflejados por los datos. El alumno podrá de este modo "redescubrir" la historia, sentirse el protagonista de una aventura de exploración de un tiempo pasado y, simultáneamente, adquirir hábitos de investigador y confianza en sus propios juicios.

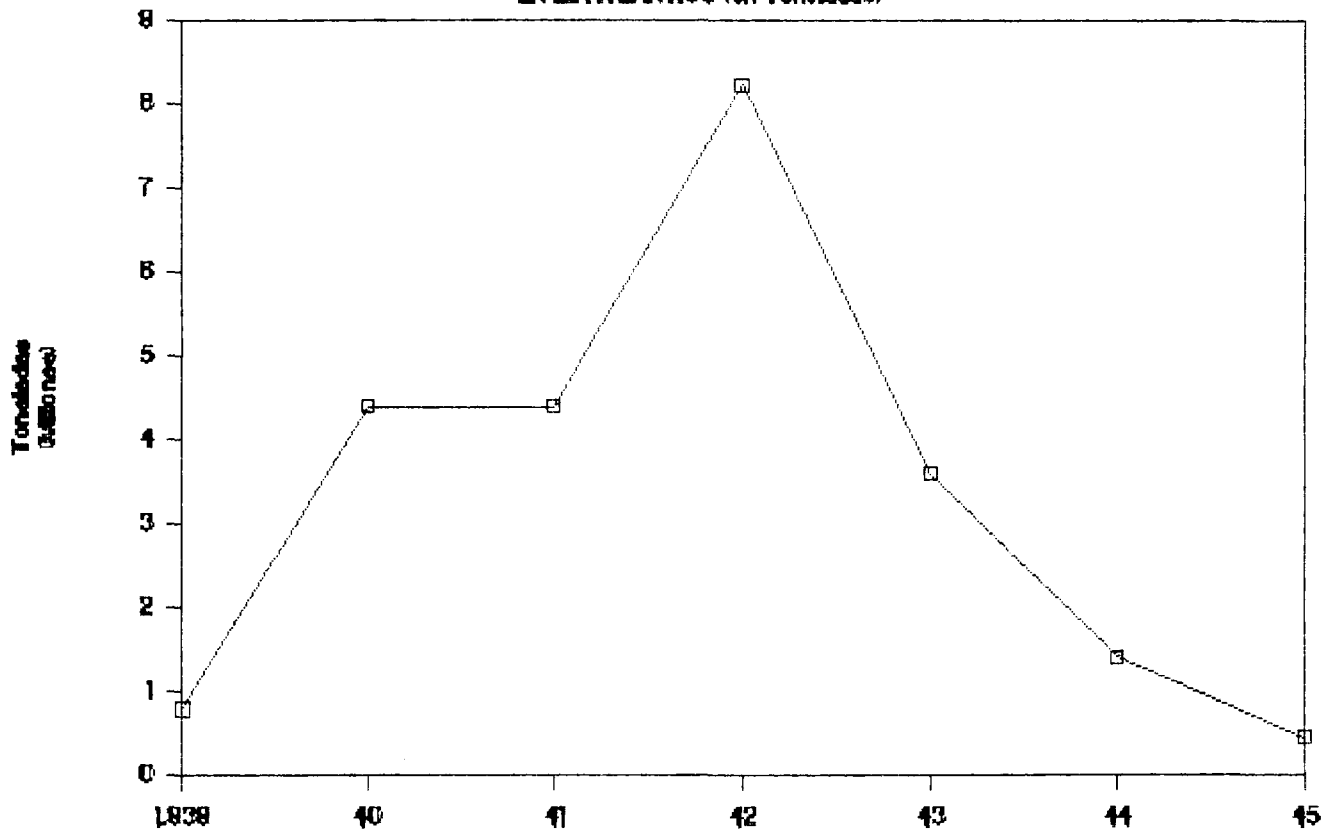
#### **IV. DESARROLLO DEL TRABAJO.**

##### **A. CREACION DE GRAFICOS.**

Para trabajar en el sentido apuntado, se han recogido datos sobre el tema elegido: la batalla del Atlántico. Pero, como se sabe, una imagen vale más que mil palabras. Por lo tanto, se ha procedido a reflejar algunos conjuntos de datos en sus correspondientes correlatos gráficos. Como primera aproximación, se ha querido ver la curva de la evolución de los barcos aliados hundidos por los alemanes en el Atlántico. El gráfico tendrá un aspecto parecido a éste:

## BARCOS ALIADOS HUNDIDOS

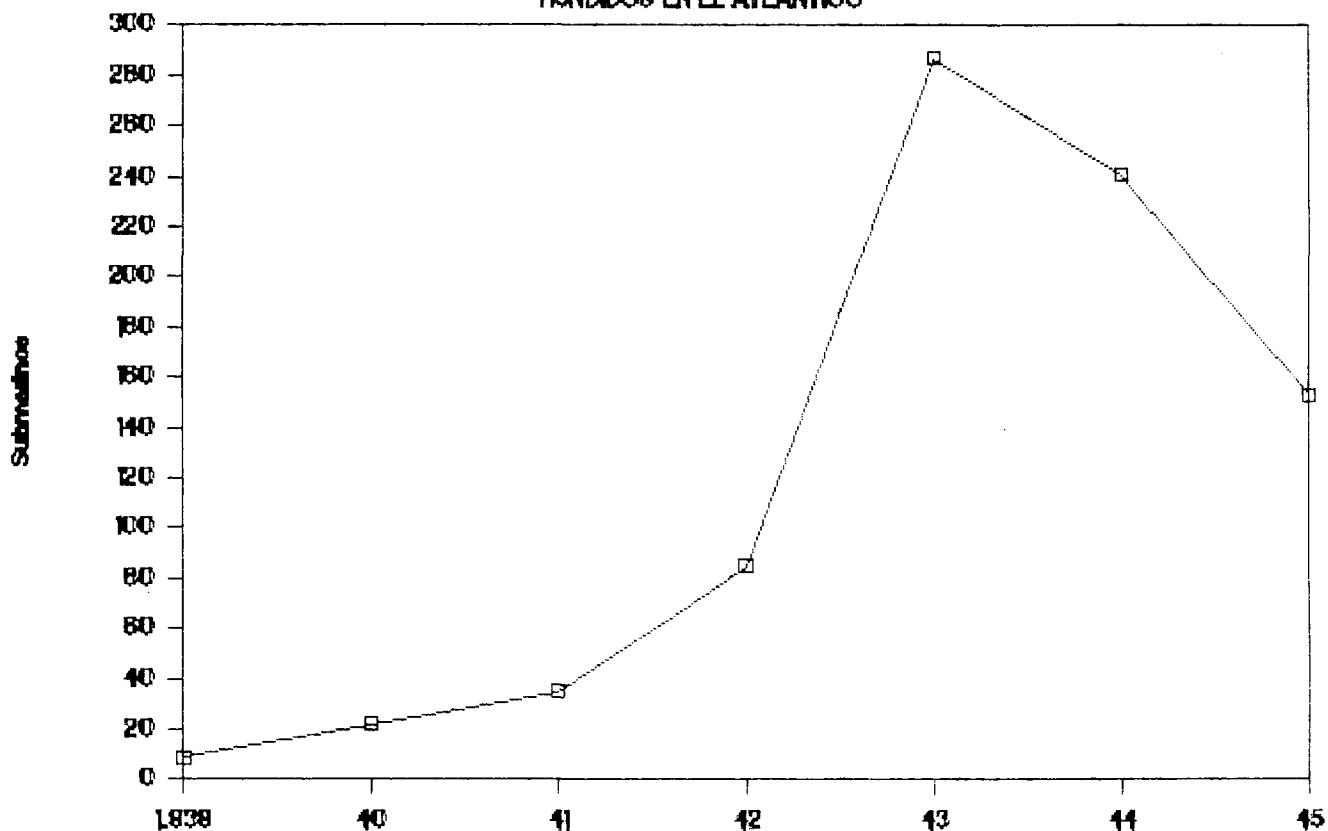
EN EL ATLANTICO (en Toneladas)



La curva es ascendente hasta el año 1942 en que se inicia un descenso imparable que finaliza en el último año de la guerra. Es decir, existen pérdidas crecientes entre los años 1939-1942 (con un período de relativo estancamiento entre 1940-41).

Pero esta información se enriquecería si se comparara con las pérdidas del enemigo (en este caso la flota submarina alemana). Para ello, se procede a elaborar un gráfico basándose en los datos relativos a los hundimientos de submarinos alemanes efectuados durante la guerra.

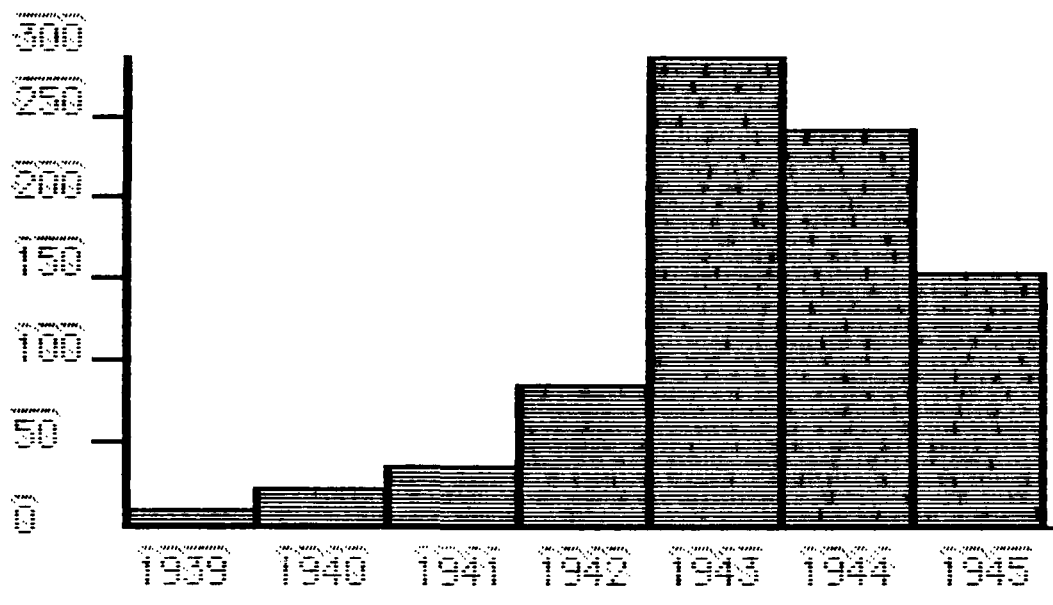
## SUBMARINOS ALEMANES HUNDIDOS EN EL ATLANTICO



Se constata que el gráfico difiere sensiblemente del anterior ya que existe una progresión moderada de hundimientos alemanes hasta el año 1942 y que la curva se dispara y culmina en el año 1943, fecha a partir de la cuál parece decrecer, si bien no alcanza el nivel del año 1942.

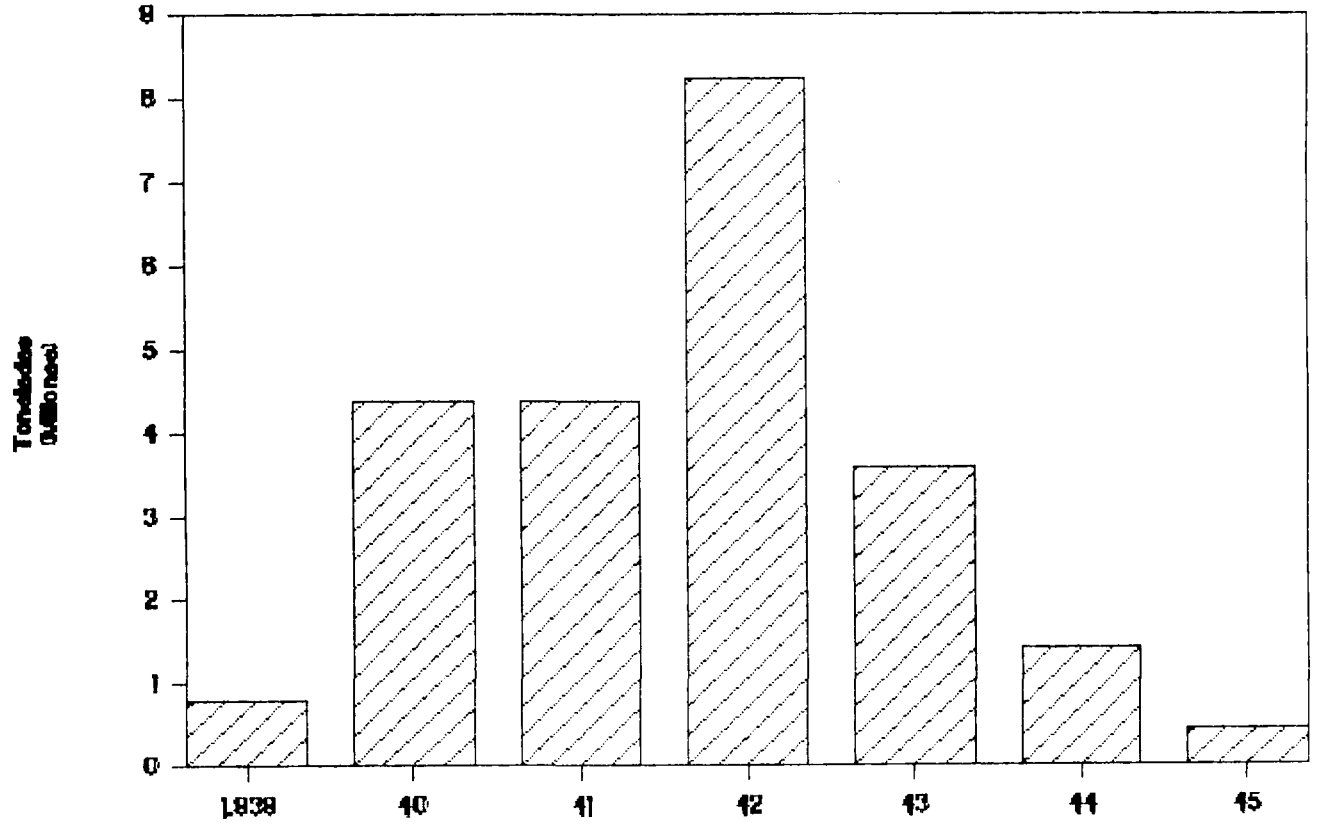
Se han obtenido de esto modo dos "instantáneas" del desarrollo de la batalla del Atlántico y de los efectos que tuvo en ambos bandos. El programa de gráficos nos permite completar nuestra visión del tema enfocándolo con otro tipo de gráfico que, en este caso, podría ser de barras. En poco tiempo se habrán obtenido los dos siguientes gráficos.

## SUBMARINOS ALEMANES (HUNDIDOS EN EL ATLANTICO)



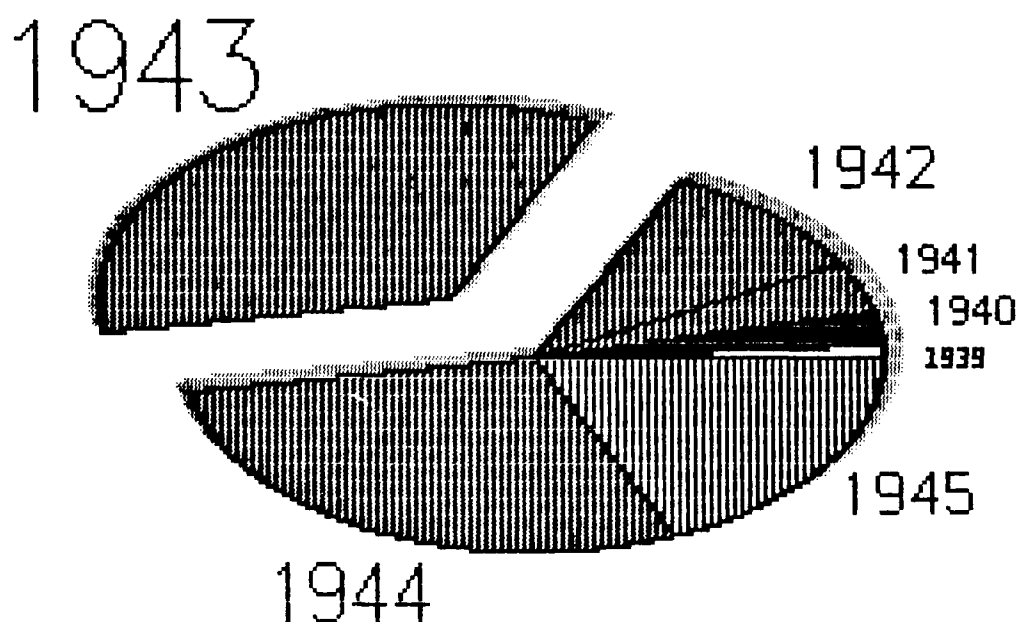
## BARCOS ALIADOS HUNDIDOS

EN EL ATLANTICO (en toneladas)



Como se puede observar el programa de gráficos permite adoptar nuevas perspectivas del problema utilizando el mismo tipo de datos y pasando rápidamente de una a otra forma de presentarlos. Así, por ejemplo, también se puede crear en poco tiempo el siguiente tipo de gráfico.

## SUBMARINOS ALEMANES HUNDIDOS



Aún adoptando esta nueva perspectiva, se constata, sin embargo, la misma situación: existe un punto de inflexión para cada uno de los bandos. El año 1942 señala el punto máximo de hundimientos de barcos aliados. A partir de ese momento, la flota aliada se hace aparentemente más resistente a los ataques de los submarinos. Por el contrario, si bien el ligero aumento de los hundimientos de submarinos en 1942 se ve compensado por el espectacular hundimiento de barcos aliados, el año 1943 representa un desastre absoluto para los alemanes sin ninguna contrapartida en el hundimiento de barcos, ya que la cota de hundimientos de buques aliados desciende por debajo de la existente en 1940. Además, aunque el hundimiento de submarinos parece disminuir en 1944 y

1945, las cifras se mantienen en cotas importantes. Por el contrario, las fuerzas aliadas ven disminuir sus hundimientos a niveles muy bajos, siendo éstos en el año 1945 incluso inferiores a los del año 1939.

## **B. HIPOTESIS DE TRABAJO.**

En estos momentos, los alumnos están ya en condiciones de elaborar varias hipótesis que luego habrán de verificar buscando en la documentación adecuadamente señalada por el profesor. Estas hipótesis podrían ser del tipo siguiente:

a) Existe una "época dorada" para las fuerzas alemanas, que abarca desde el año 1939 hasta el año 1942 (con un cierto estancamiento en cotas relativamente altas en 1940-41).

b) El año 1943 representa la derrota de las fuerzas alemanas. Estas no se recuperan ya del rudo golpe aparentemente recibido.

c) Para las fuerzas aliadas, parece existir una tendencia negativa el año 1942 (con una cierta resistencia en 1940-41).

d) Las fuerzas aliadas se recuperan ampliamente en 1943 y, la tendencia prosigue hasta el final de la guerra.

Con la obtención de los anteriores gráficos, el alumno ya se ha formado una opinión provisional de lo que debió ser la evolución de la guerra en el teatro de operaciones del Atlántico y, lo que es más importante, nadie se lo ha "contado". Por el contrario, ha obtenido la satisfacción de descubrirlo por sí mismo. En cierto modo, está realizando "prácticas" en una especie de laboratorio de historia. Por otro lado, las hipótesis que ha planteado servirán de acicate para la profundización en el estudio del tema. Descubrirá así algunos de los elementos del proceso investigador: elaborar hipótesis, recoger información, verificar la validez de la hipótesis. Además, la información suplementaria recogida, le servirá para explicar las causas que provocaron este tipo de evolución y no otra. Ahora bien, este tipo de información puede no

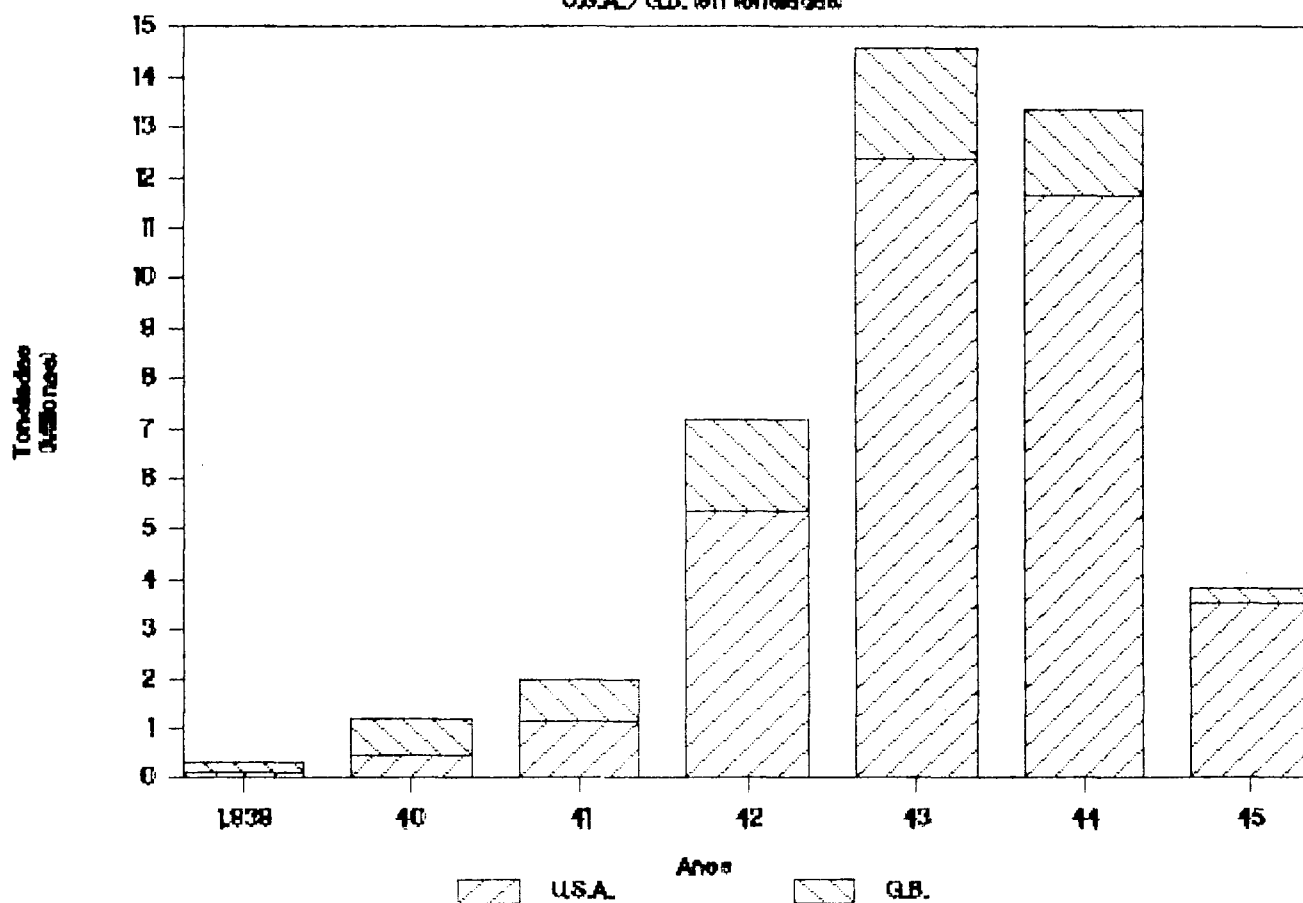
estar en la base de datos y el alumno habrá de localizarla con la ayuda del profesor en la documentación disponible. Señalemos, no obstante, que la ausencia de información en la base de datos no es algo negativo. Puede incluso convenir combinar los procesos informáticos y no informáticos y es asimismo altamente positivo que el alumno se acostumbre a localizar fuentes de información diversas.

### C. RENTABILIZAR LA BASE DE DATOS.

Pero antes de dedicarse a la búsqueda de nueva información, quizás se pueda aprovechar al máximo los datos ya existentes. En nuestro caso, podrían ser los que se refieren a las nuevas construcciones de buques que los aliados efectuaban para aumentar la capacidad de su flota y, al mismo tiempo, sustituir los barcos hundidos. Se podría entonces obtener el siguiente gráfico que arroja nueva luz sobre el desarrollo de la batalla del Atlántico

## TOTAL NUEVAS CONSTRUCCIONES

U.S.A./G.B. (en toneladas)



En éste gráfico se aprecia claramente:

a) El lento pero progresivo esfuerzo de los años 1939-41 para compensar las pérdidas.

b) El gran incremento del año 1942 destinado también a equilibrar los hundimientos.

c) El espectacular crecimiento de las nuevas construcciones del año 1943 que desciende ligeramente en 1944 y sólo baja sensiblemente en 1945.

Además, se puede observar que el esfuerzo de guerra en las nuevas construcciones de buques, recae fundamentalmente sobre Gran Bretaña durante los años 1939 y 1940 y se inclina ligeramente a favor de los U.S.A. en 1941. A partir de 1942, las nuevas construcciones son en mayoría norteamericanas aunque aumenta también el esfuerzo de guerra británico en este campo.

Con éste gráfico a la vista, se pueden afianzar y ampliar algunas de las hipótesis ya señaladas. En efecto, parece que 1943 es un año clave en el desarrollo de la guerra. La balanza parece inclinarse claramente a favor de los aliados, ya que

a) Los alemanes sufren el mayor número de pérdidas de submarinos desde el principio de la guerra y, dichas pérdidas siguen siendo altas en los años posteriores.

b) Los aliados consiguen hacer descender muy significativamente el número de barcos hundidos por los alemanes.

c) Además, el número de nuevas construcciones aumenta también de forma significativa, como se puede apreciar en este último gráfico.

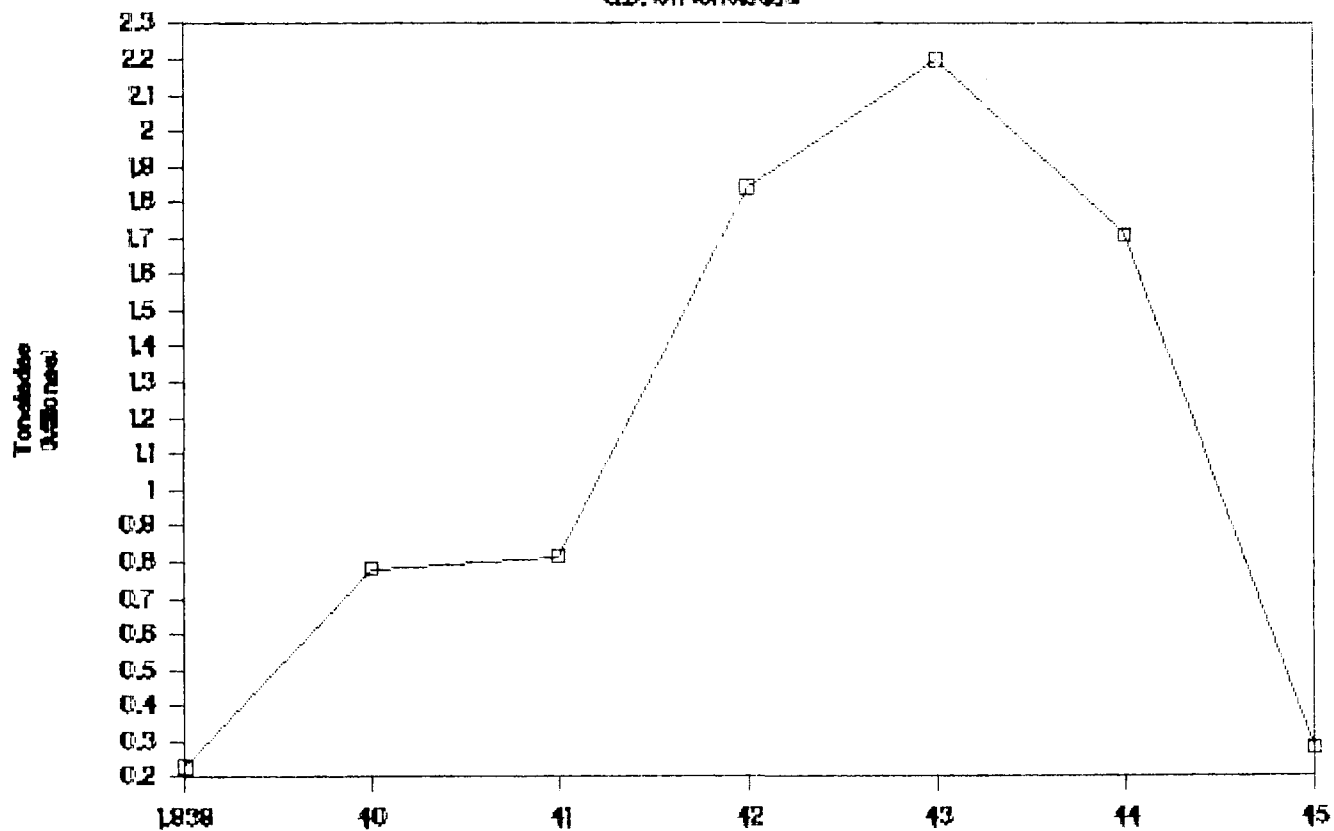
En el anterior gráfico, se ha proyectado el esfuerzo conjunto de los aliados durante la guerra. Pero sería conveniente realizar una especie de "zoom" de cada una de las potencias aliadas. De esta



forma aparecerían claramente nuevas perspectivas. Los datos disponibles serán transformados en gráficos para lograr nuestro objetivo

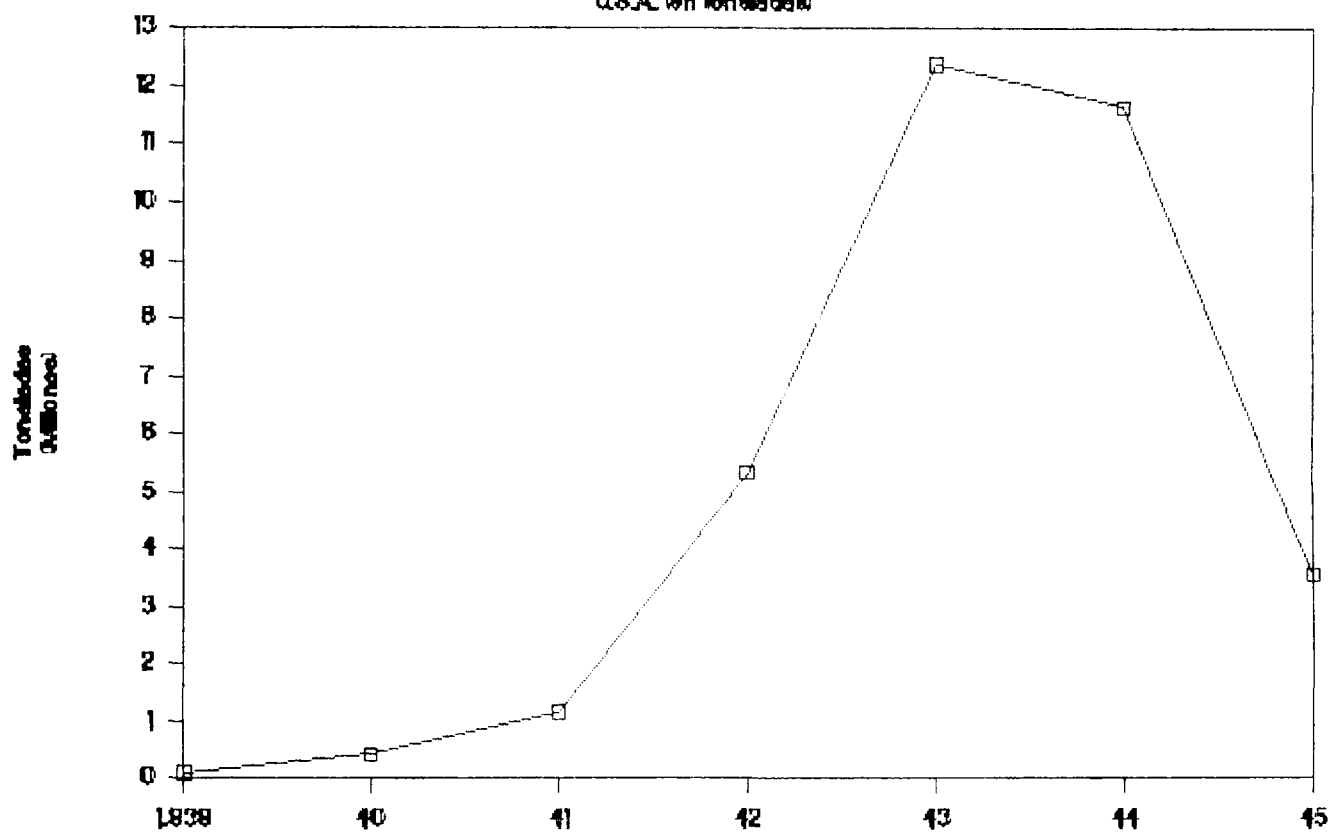
## NUEVAS CONSTRUCCIONES

G.B. (en toneladas)



## NUEVAS CONSTRUCCIONES

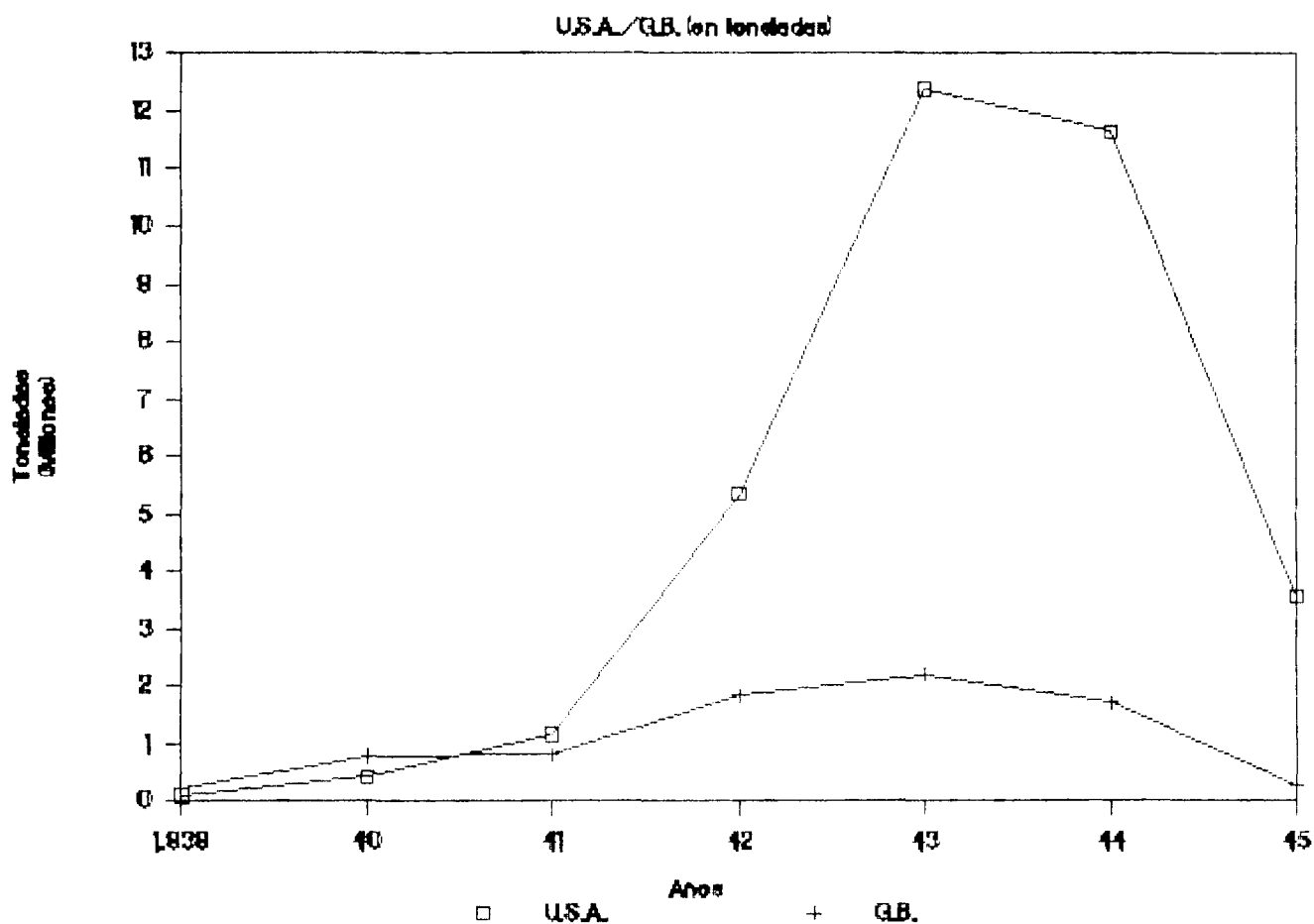
U.S.A. (en toneladas)



Se aprecia en estos gráficos que, aunque la aportación de U.S.A. es cuantitativamente superior, el esfuerzo de guerra de ambos aliados es equiparable.

Pero, si se quiere enfocar el aspecto cuantitativo de la aportación U.S.A./Gran Bretaña, bastará con producir un nuevo gráfico (de líneas, por ejemplo) para obtener una comparación clara.

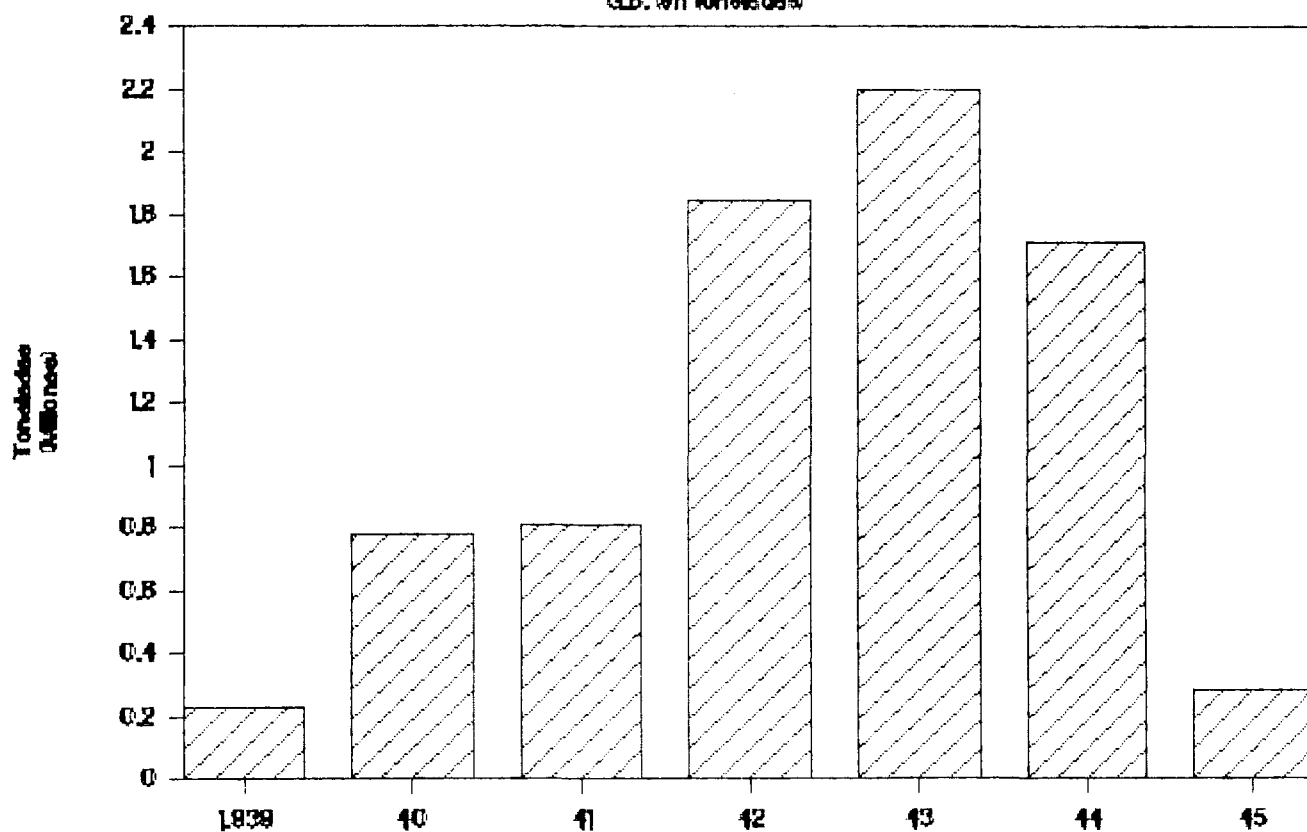
## TOTAL NUEVAS CONSTRUCCIONES



Construyamos ahora un gráfico de barras con los datos correspondientes a las nuevas construcciones realizadas por Gran Bretaña

# NUEVAS CONSTRUCCIONES

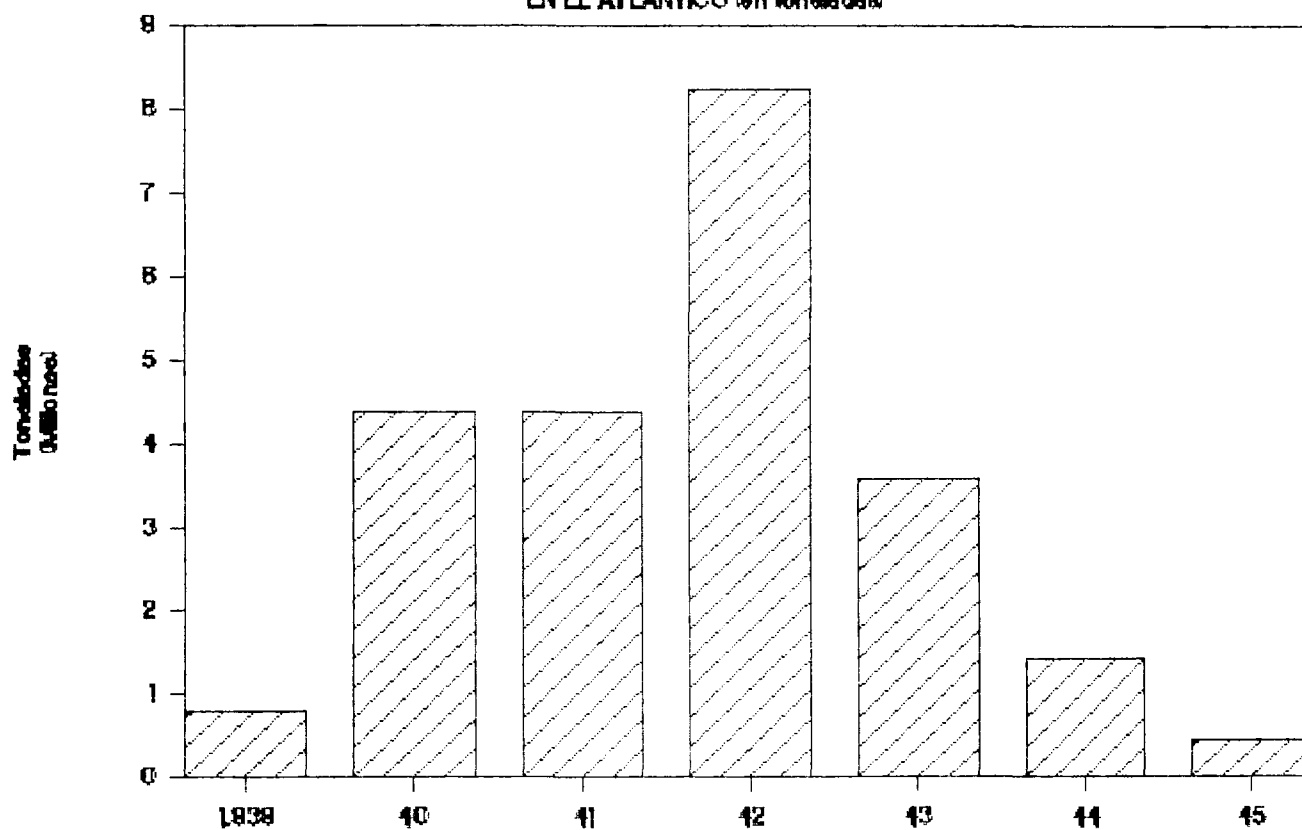
G.B. (en toneladas)



Comparémoslo con el gráfico de barras anterior, referente a los barcos aliados hundidos en el Atlántico

# BARCOS ALIADOS HUNDIDOS

EN EL ATLANTICO (en toneladas)



Si nos fijamos en la evolución hasta el año 1942 observamos que existe un esfuerzo constante por nivelar las pérdidas con las nuevas construcciones. Además, se constata de nuevo en ese gráfico que una vez rota la tendencia a favor de los aliados, ello no implica en modo alguno un descenso significativo en el esfuerzo de guerra de los años siguientes.

#### **D. NUEVAS PREGUNTAS SOBRE EL TEMA.**

En este momento ya habrán surgido interesantes preguntas, del tipo siguiente:

¿Por qué atraviesan el Atlántico tantos barcos aliados exponiéndose a los submarinos alemanes?

¿Por qué concentran los alemanes sus submarinos en este teatro de operaciones?

¿Por qué aumenta el número de barcos que atraviesan el Atlántico, aún después de disminuir la amenaza de los submarinos alemanes?

#### **E. BUSQUEDA DE INFORMACION.**

Analizada la información disponible en la hoja de cálculo y/o base de datos de forma similar a la hasta aquí señalada, los alumnos se dedicarán ahora a buscar los datos precisos para verificar las hipótesis anteriormente señaladas y explicar las causas del tipo de evolución observado.

A partir de ahora, irán encontrando los nuevos datos que contribuyen a explicar el marco global con el que en un principio se encontraron. Averiguarán rápidamente las causas de las bajas cotas tanto de hundimiento de barcos como de submarinos durante 1939, por ejemplo. Aparecerán así explicaciones del siguiente tipo

\* La guerra entre Gran Bretaña y Alemania estalla el 3 de septiembre de 1939. Por tanto, los datos que el gráfico refleja sólo se refieren a los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

\* El reducido número inicial de submarinos con que contaba la armada alemana, debido a que:

a) el alto mando no creía demasiado en la eficacia de este tipo de buque, y

b) en los años anteriores a la guerra, Alemania había tenido limitaciones (derivadas de ciertos tratados) para la construcción de navíos de guerra.

\* En un principio se respetaron las reglas de la "Prize Ordinance", que obligaban al submarino (en el caso de los buques de transporte) a emerger, detener el supuesto buque enemigo, y verificar que lo era. A continuación debía poner a salvo al personal antes de hundir el barco. Naturalmente, todo este proceso planteaba serias barreras a la eficacia.

Durante el curso de su investigación encontrarán la información que explica el aumento de los hundimientos de barcos aliados en 1940. Por ejemplo

\* Después de solucionar las deficiencias técnicas encontradas (tipo de torpedo, etc...) en la práctica de los primeros meses de guerra y con incremento en la producción de submarinos, para el verano de 1940 se inicia la primera gran ofensiva de los submarinos alemanes.

\* Los barcos británicos navegaban con poca escolta en ciertas zonas del océano (15° hacia el oeste en un principio).

\* En los ataques nocturnos los submarinos eran poco visibles (poca altura del casco) mientras que los buques aliados presentaban una silueta perfecta a la que dirigir el torpedo.

\* En superficie los submarinos maniobraban con bastante rapidez.

El relativo estancamiento del aumento de hundimientos logrado en 1940-41 se explicará probablemente por

- \* Mayor cooperación entre marina y aviación británica. Los convoyes comienzan a navegar con cobertura aérea.

- \* En contrapartida, la aviación alemana no colaboraba con la armada para detectar los convoyes.

- \* Desarrollo de radio-goniómetros para detectar los mensajes de los submarinos.

- \* Desarrollo de un radar eficaz para detectar al submarino en superficie desde un avión.

El incremento de los hundimientos de barcos aliados en 1942 se explicará en gran medida por la inexperiencia de los U.S.A. al comienzo de su participación en las hostilidades ya que en un principio navegaban sin suficiente escolta.

- \* Se encontrará probablemente que la mayoría de los buques hundidos en el primer semestre de 1942 se realiza en el Atlántico Oeste y Caribe.

El resultado adverso para los alemanes en 1943 podrá ser explicado por el desarrollo tecnológico de los aliados y sus nuevas estrategias de combate antisubmarino. Aquí se conecta de forma estrecha con la propuesta de estudio expuesta en el capítulo II, lo que puede realzar el interés del trabajo al poder comparar resultados (en caso de que ambos estudios se estén desarrollando paralelamente, como sería deseable). En cualquier caso, podrían surgir explicaciones como éstas

- \* nuevo sistema de radar que se generaliza en aviones y barcos.

- \* reducción de las zonas sin protección aérea.

- \* nuevos sistemas de ataque a submarinos.
- \* nuevos tipos de escolta.
- \* introducción de portaaviones.

Llegados a este punto, se habrá constatado que, a partir de 1943, la única misión de los submarinos alemanes consiste en acosar al enemigo para "fijar" fuerzas. Sin embargo, ya no pueden lograr la victoria debido a la superioridad técnica de los aliados y a que los alemanes no logran poner a tiempo en el teatro de operaciones el nuevo submarino que están desarrollando.

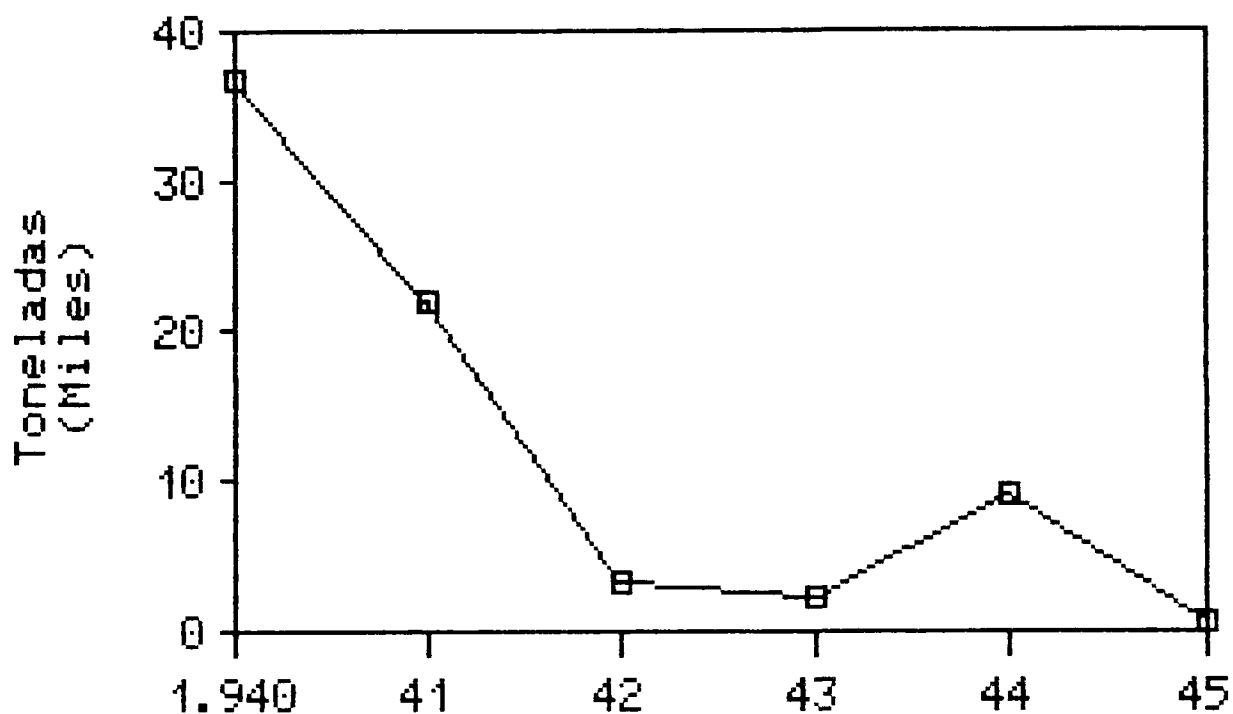
#### **F. AMPLIACION DEL ESTUDIO.**

Ya se ha logrado verificar mediante información adicional las hipótesis planteadas y, más importante aún, se ha empezado a aportar contestaciones a las preguntas surgidas sobre la marcha. Estas facilitan la comprensión global de la importancia de la batalla del Atlántico y provocan el planteamiento de nuevas hipótesis cuya verificación arrojará nueva luz sobre el desarrollo global de la 2ª Guerra Mundial en Europa. Probablemente, por ejemplo, se ha constatado que el transporte de material y tropas desde los Estados Unidos a Gran Bretaña constituyó la piedra angular del conflicto. Los Estados Unidos constituían la retaguardia económica de los aliados y, además, su territorio estaba fuera del alcance de las fuerzas alemanas. Por esta razón, éstas pretendían cortar los suministros procedentes del otro lado del Atlántico que forzosamente debían atravesar el océano. Del éxito o fracaso de esta batalla dependía, en gran medida, que la guerra fuera ganada por uno u otro de los bandos en presencia.

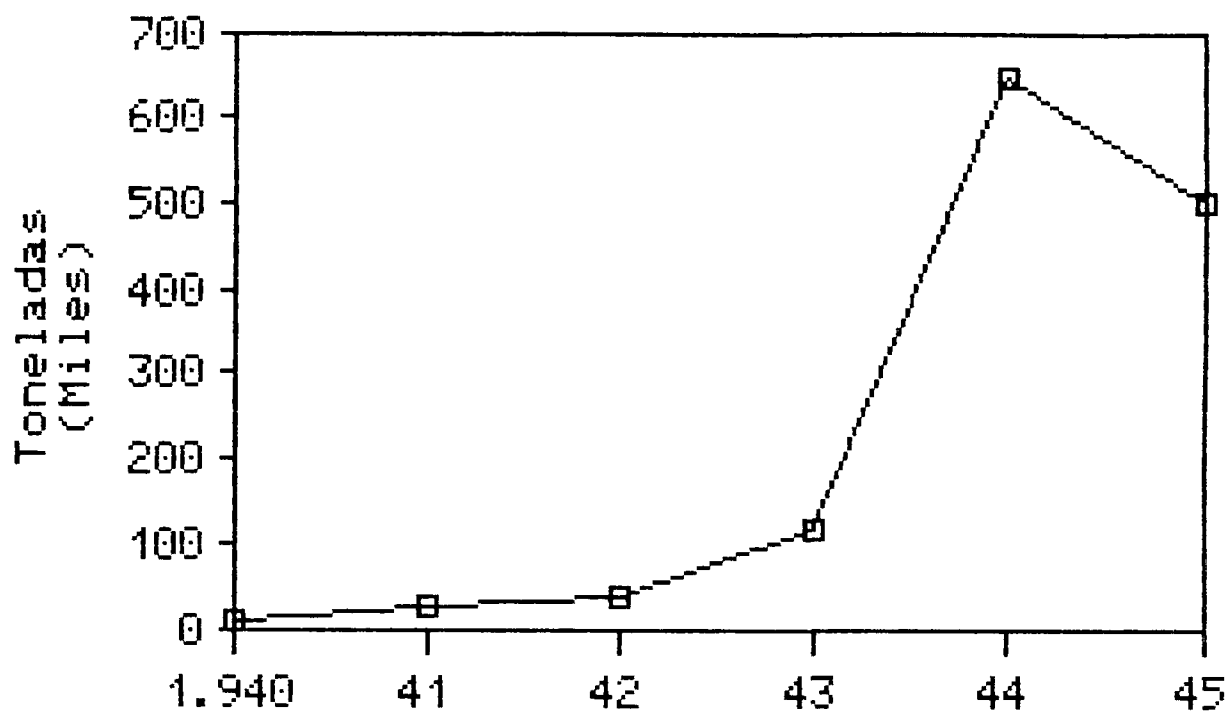
Estas nuevas hipótesis acerca de la importancia de la batalla del Atlántico para los contendientes podrá constituir el punto de partida de la ampliación del estudio inicial. Se recogerán los datos pertinentes sobre otros aspectos de la guerra y se analizarán mediante su traducción a gráficos por el mismo procedimiento anteriormente empleado. Por ejemplo, podría resultar interesante

La intensidad de los bombardeos alemanes sobre Gran Bretaña y de los británicos sobre Alemania en relación a las distintas etapas de la guerra. Habiendo recogido datos sobre las toneladas de bombas arrojadas sobre territorio enemigo por uno y otro bando se podría obtener los siguientes gráficos

**BOMBAS LANZADAS SOBRE  
GRAN BRETAÑA (en toneladas)**



**BOMBAS LANZADAS SOBRE  
ALEMANIA (en toneladas)**



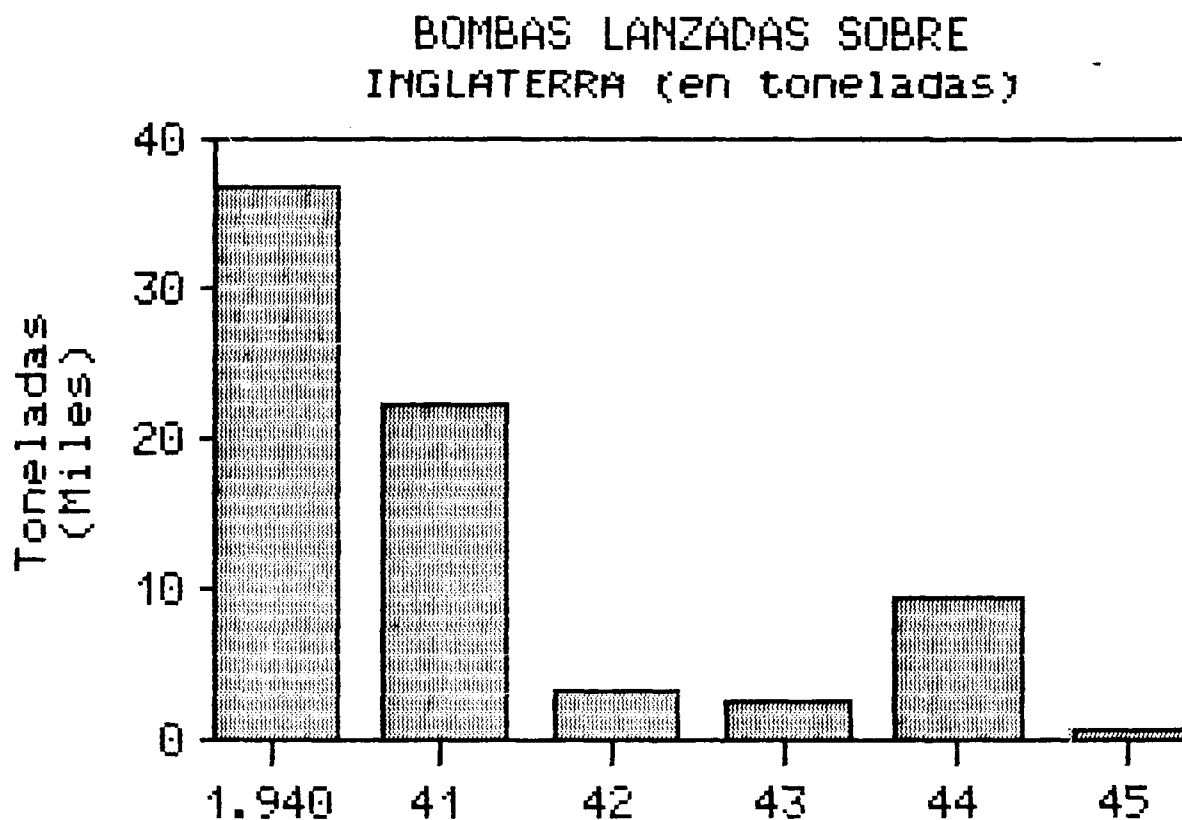


El estudio de los anteriores gráficos permitirá confirmar los conocimientos adquiridos sobre la evolución de la guerra y plantear nuevas hipótesis y tareas de investigación. Podrían, por ejemplo, surgir preguntas del siguiente tipo

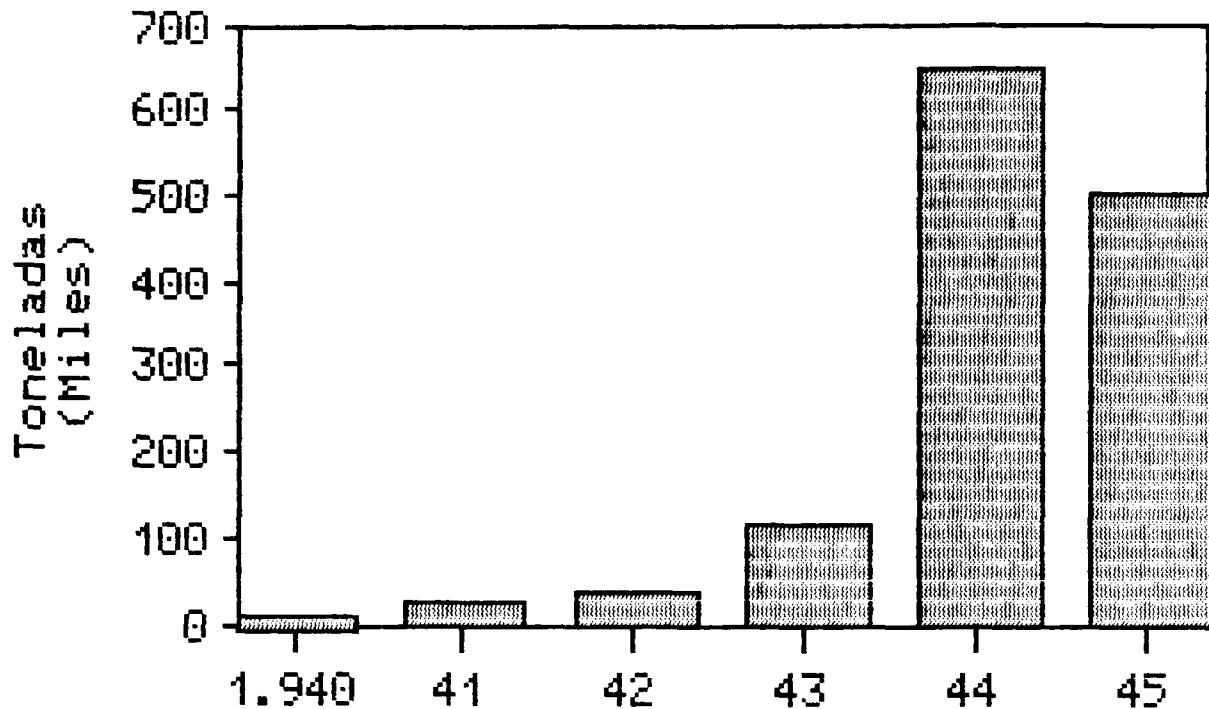
\* ¿Qué relación parece existir entre la evolución de la batalla del Atlántico y la capacidad de bombardear el territorio enemigo?

\* En el caso de Alemania ¿a qué puede deberse la aparente recuperación de la capacidad de bombardear el territorio enemigo en el año 1944?

Como ya se hizo anteriormente se podrá adoptar otro tipo de perspectiva para abordar el problema. Por ejemplo, visualizando los mismos datos en forma de gráficos de barras



## BOMBAS LANZADAS SOBRE ALEMANIA (en toneladas)

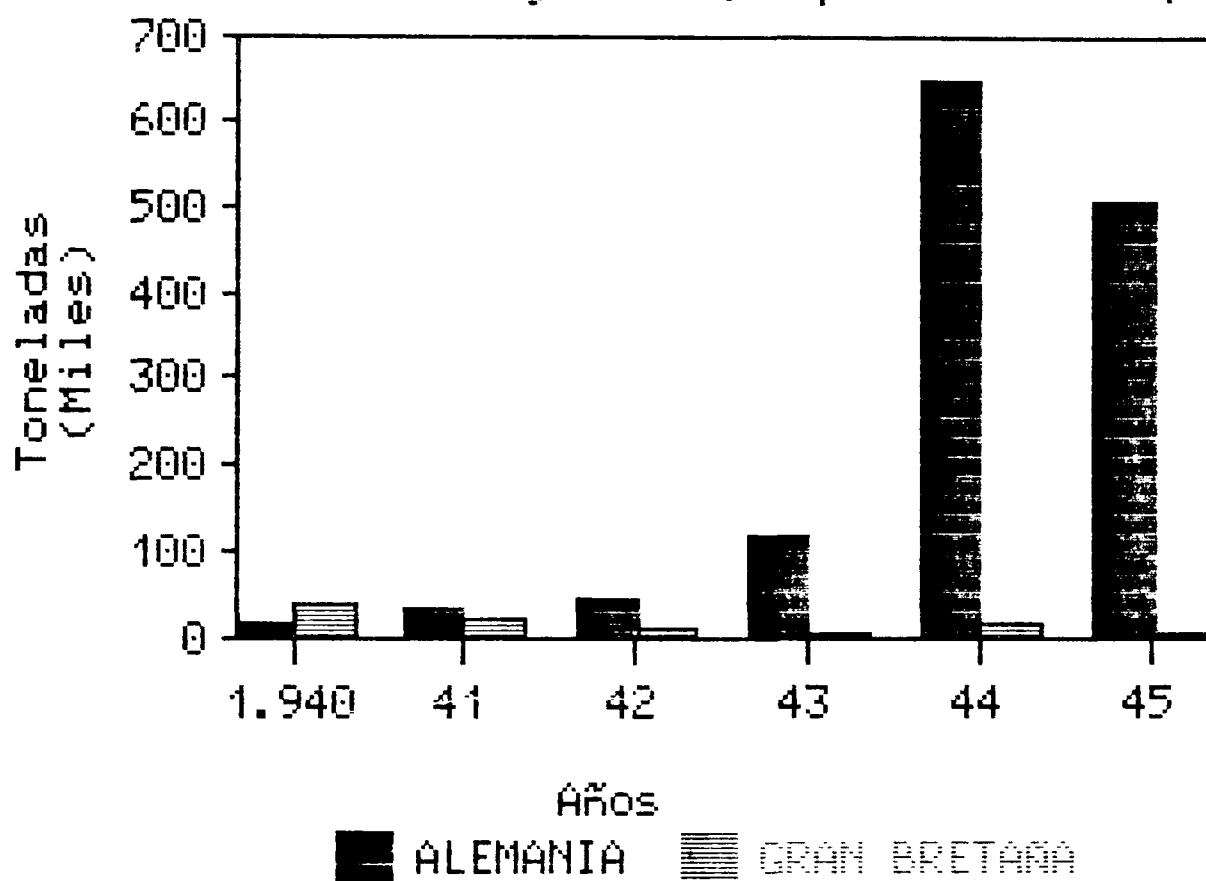


Los anteriores gráficos pueden hacer surgir nuevas preguntas, por ejemplo

\* ¿Quién sufrió más los efectos de los bombardeos, Alemania o Gran Bretaña?

Para contestar a la pregunta anterior podría bastar con visualizar de nuevo los anteriores gráficos pero se puede también pensar en crear un gráfico comparando la intensidad de los bombardeos de los respectivos territorios. El gráfico en cuestión podría tener el siguiente aspecto

### BOMBAS LANZADAS SOBRE ALEMANIA y G.B. (comparativamente)



### V. CONCLUSION.

En el presente trabajo se ha intentado sugerir algunas de las posibilidades que los programas de propósito general y en particular las bases de datos y/o hojas de cálculo tienen en el ámbito educativo. Tómese todo lo hasta aquí escrito como una de las posibles líneas de actuación conjunta profesor/alumnos en un marco de trabajo con ayuda del instrumento informático. En este sentido, tanto la propuesta de trabajo (encuadrada en un centro de interés: el submarino y su entorno) como las hipótesis y preguntas aquí sugeridas sólo tienen valor a título indicativo. En realidad profesor y alumnos delimitarán sus propios centros de interés y líneas de trabajo. Esperamos, sin embargo que lo hasta ahora sugerido sirva como demostración de las virtulidades de ciertos programas de ordenador en el marco de una estrategia didáctica a determinar por profesor y alumnos para cada caso concreto.

# TRATAMIENTO ESTADISTICO DE INDICADORES MACROECONOMICOS

César Sáenz Castro

Grupo de Informática M.E.C / I.C.E. (U.A.M.)

## I. INTRODUCCION.

Si hoy es un lugar común, con todas las cautelas que se quieran, que la escuela debe abordar los problemas reales que ocurren en la naturaleza y en la sociedad, lo que no está tan claro es que una disciplina "reina" en el sistema educativo, como las Matemáticas, sirva para algo más que martirizar las cabezas de nuestros estudiantes; sin embargo, cualquier ciencia, incluso la matemática, es útil para interpretar el mundo y proporcionar modelos donde se resuelven problemas que afectan a la persona humana( otra cuestión es que a veces se plantean mas problemas de los que se resuelven).

Un argumento plausible para convencer a nuestros estudiantes de la utilidad de las Matemáticas está en el estudio de la Estadística, omnipresente en todos los medios de comunicación e información actuales: estudios de opinión, sondeos, encuestas, son términos que forman parte del bagaje cultural de un individuo de formación media.

En esta unidad didáctica proponemos que se apliquen los conceptos estadísticos más simples, como los gráficos y las medidas de centralización y dispersión, a estudiar una batería de indicadores macroeconómicos que definen el " estado de salud" de un país, a saber, índice de paro, de inflación y otros. Creemos que los temas económicos dominan en gran medida el mundo actual y ,de acuerdo con lo dicho anteriormente, la escuela debe equipar a los estudiantes con un instrumental suficiente para poder entenderlos.

La fórmula concreta que adoptamos para este estudio es la simulación de una "guerra económica" que enfrenta hoy a dos poten-

cias industriales, Japón y USA, en un escenario menos cruento (al menos en apariencia) que el de la Segunda Guerra Mundial; a modo de país neutral y sobre todo porque nos toca muy de cerca, incluimos a España en el estudio; por la conveniencia de tener un representante del mundo subdesarrollado, para el análisis comparado de ciertos indicadores, también proporcionamos datos relativos a Honduras.

## II. OBJETIVOS DEL TRABAJO.

Se pueden clasificar en tres grupos:

a) En relación a la enseñanza de conceptos estadísticos:

Se intenta mostrar como el alumno puede ejercitarse en el manejo de los instrumentos que la Estadística proporciona para el tratamiento de conjuntos de datos, a nivel de un curso inicial en el Bachillerato. En concreto, nos centraremos en :

- \* Diseño e interpretación de gráficas, tales como diagramas de barras, de sectores y de líneas.

- \* Construcción de los estadísticos de centralización (media y mediana) y de dispersión (recorrido, desviación media, varianza y desviación típica).

- \* Ensayo de procesos como el de la tipificación de variables estadísticas y de estimación lineal, tan potentes a la hora de comparar distribuciones muy distintas entre sí y de pronosticar el comportamiento futuro de las variables.

b) En relación a la información sobre conceptos económicos:

Se trata de ofrecer una vía para familiarizar a los alumnos con una batería de indicadores económicos que utilizan los expertos para diagnosticar el estado de la economía de un país. En particular, nos fijaremos en ocho de ellos:

- \* La estructura de las importaciones, tomando datos en los años 1965 y 1982, es decir antes y después de estallar la crisis energética.

- \* La estructura de las exportaciones, en los mismos años.
- \* Saldo de la balanza por cuenta corriente.
- \* Tasas de crecimiento del Producto Nacional Bruto (PNB).
- \* Déficit público, en % del PNB.
- \* Tasas de incremento de los precios de consumo.
- \* Tasas de desempleo.
- \* Tasas de desempleo juvenil.

c) En relación a la utilización del ordenador en el aula de matemáticas:

Se indican los posibles usos de un sistema informático, entendiéndose por tal el ordenador más un paquete de programas, en el tratamiento estadístico de un conjunto de datos. Proponemos los siguientes:

- \* Una base de datos para una primera clasificación y archivo sistemático de los datos en bruto recogidos de alguna fuente de información.

- \* Un paquete gráfico para la elaboración de gráficos estadísticos estándar, tales como histogramas, diagramas de pastel, etc.

- \* Una hoja de cálculo para la construcción de las medidas de centralización y dispersión y otros parámetros, aprovechando la estructura y la gama de funciones matemáticas y lógicas que una hoja electrónica lleva incorporadas.

- \* Un tratamiento de texto para la confección de documentos e informes.

- \* Una estructura de paquete integrado de los anteriores programas que permita la circulación fluida y eficaz de los datos, de un módulo a otro.

### **III. METODOLOGIA.**

Se supone que el alumno ya conoce los conceptos estadísticos que vamos a manejar y se trata de consolidar estos conceptos y darles un sentido en el tratamiento global de un sistema de datos. Para ello se propone la realización de un Trabajo de Campo con las siguientes fases:

1. Elección de un tema de estudio, con la descripción de los factores a estudiar y método de trabajo.
2. Selección de las fuentes de información y preparación de las tablas donde se recogen los datos cuyo tratamiento estadístico interesa.
3. Elaboración de las gráficas adecuadas.
4. Cálculo de las medidas de centralización y dispersión y otros parámetros pertinentes.
5. Formulación de las conclusiones que se derivan del estudio estadístico, recogidas en un informe escrito.

Para realizar este trabajo no es estrictamente necesaria la utilización del ordenador; los alumnos se pueden organizar en equipos, con división de tareas, a fin de agilizar los cálculos pertinentes; ahora bien, el soporte informático es muy conveniente, no sólo porque elimina operaciones tediosas y repetitivas sino también porque su versatilidad permite crear modelos alternativos para estudiar un determinado problema; podemos pensar, por ejemplo, en la gama de diagramas disponibles en el paquete gráfico para representar una colección de datos; el paso de un tipo a otro, el cambio de modo de presentación, el ajuste de las escalas, son procesos automáticos que permiten definir perspectivas imposibles sin este soporte.

#### **IV. TRABAJO DE CAMPO.**

##### **1. Elección del tema.**

La experiencia de un profesor y la motivación de un grupo de alumnos, constituyen la mejor fuente de ideas y temas para realizar un trabajo de campo. La elaboración de encuestas, el estudio de informes, la visita a archivos y bibliotecas, la lectura de prensa, son medios adecuados para la recogida de datos que informan sobre el tema elegido.

Nuestra sugerencia, que pretende mantener una conexión con el proyecto global en el que se inscribe, es el estudio comparado de las economías de tres países, España, Japón y USA, en el quinquenio 1982-1986, a través de los ocho indicadores macroeconómicos antes señalados.

Las revistas económicas publican informes relativos a estos parámetros; las cifras que manejamos en esta aplicación proceden del Anuario El País 1986 y figuran como anexo.

Un problema que se suscita al realizar un trabajo de campo es el de la fiabilidad de las fuentes de información; nos parece un ejercicio interesante para los alumnos el comparar los datos provenientes de diversos orígenes sobre un mismo indicador y comprobar sus diferencias; se podría discutir sobre los distintos instrumentos de recogida de información y sobre la necesidad de citar siempre la fuente de donde se tomaron los datos.

## **2. Preparación de las tablas de datos**

Una vez obtenidos los datos, por alguno de los métodos antes señalados, procede la custodia y una primera clasificación y sistematización de los mismos.

La utilización de un archivo electrónico, que eso es a la postre un gestor de base de datos, agiliza la tarea de consulta y clasificación de la información de un modo considerable; esta aplicación, en concreto, está soportada sobre el Open Access, por el motivo principal de ser éste el paquete integrado que forma parte de la dotación de software a los centros del Proyecto Atenea y , por tanto, disponible en las aulas.

La base de datos se ha diseñado con ocho ficheros, casados o enlazados por el campo clave PAIS, que contiene el nombre de la nación correspondiente; al ser la del Open Access una base de datos relacional permite realizar consultas cruzadas de los ficheros; se pueden encadenar hasta cinco de ellos en uno mayor temporal; todas las funciones disponibles en ficheros permanentes también lo están en este fichero "virtual".



Cada uno de los ficheros recoge los datos de un indicador económico correspondientes al quinquenio 1982-1986; así, los hemos llamado IMPORTAC.DB3, EXPORTAC.DB3, CUENTACO.DB3, CRECIPNB.DB3, DEFICIPU.DB3, INFLACIO.DB3, DESEMPLE.DB3, DESEMJUV.DB3.

A continuación incluimos ejemplos de los registros, España, Honduras, Japón, USA, correspondientes a varios ficheros:

paisHonduras			
aliment65	11.00	aliment82	10.00
combust65	6.00	combust82	22.00
otropri65	1.00	otropri82	2.00
maquina65	26.00	maquina82	20.00
otraman65	56.00	otraman82	46.00
Texto                    <tecl mov> <ejec> <no ejec> <menú> <impr> <calc> <entrada>			

Listar	Visualizar	Introducir	Actualizar	Clasificar	Mostrar
Añadir	Informe	Cartas	Depurar	Nuevo	Interrogar
<ejec>	<no ejec>	otro menú: <cambiar>			

paisJapón			
aliment65	23.00	aliment82	13.00
combust65	20.00	combust82	50.00
otropri65	38.00	otropri82	16.00
maquina65	9.00	maquina82	6.00
otraman65	10.00	otraman82	15.00
Texto                    <tecl mov> <ejec> <no ejec> <menú> <impr> <calc> <entrada>			

Listar	Visualizar	Introducir	Actualizar	Clasificar	Mostrar
Añadir	Informe	Cartas	Depurar	Nuevo	Interrogar
<ejec>	<no ejec>	otro menú: <cambiar>			

paisEspaña

desempl82	16.30	desemju82	36.90
desempl83	17.80	desemju83	38.90
desempl84	20.60	desemju84	44.50
desempl85	22.25	desemju85	47.25
desempl86	22.50	desemju86	48.00

Texto <tecl mov> <ejec> <no ejec> <menu> <impr> <calc> <entrada>

Listar Visualizar Introducir Actualizar Clasificar Mostrar  
 Añadir Informe Cartas Depurar Nuevo Interrogar  
 <ejec> <no ejec> otro menu: <cambiar>

pais

combus65

prim

text Nombre : PAIS  
 Clase : Clave-Unica Clave No-Clave  
 maqu Tipo : Texto Fecha Numérico Verdad/Falso Decimal  
 Ajuste : Izquierda Centrado Derecha Repetido  
 otra Evaluado : Normal Autofecha Automático Salto  
 Dependiente Autoincrementado Rango  
 Modo Video : Normal Modo-1 Modo-2 Modo-3  
 Debe Llenarse: Verdad Falso  
 Ancho visible: 20  
 Duplicado : Verdad Falso  
 Debe Casar : Verdad Falso

<ejec> <no ejec> <arr> <abj>

Menú de Diseño de Fichero y Formato de Pantalla  
 Salir Editar Línea\_Cuyo Nuevo Tamaño

pais

combus65

prim

text Nombre : PAIS  
 Clase : Clave-Unica Clave No-Clave  
 maqu Tipo : Texto Fecha Numérico Verdad/Falso Decimal  
 Ajuste : Izquierda Centrado Derecha Repetido  
 otra Evaluado : Mayúsculas: Verdad Falso o Salto  
 Minúsculas: Verdad Falso o Rango  
 Modo Video : Blancos : Verdad Falso -3  
 Debe Llenars : Números : Verdad Falso  
 Ancho visibl : Puntuación: Verdad Falso  
 Duplicado : Decimal : Verdad Falso  
 Debe Casar : Tamaño : 20

<ejec> <no ejec> <arr> <abj> bj>

Menú de Diseño de Fichero y Formato de Pantalla  
 Salir Editar Línea\_Cuyo Nuevo Tamaño

país	
combust	65
prim	
text	Nombre : PRIMARI65
	Clase : Clave-Unica Clave No-Clave
maqu	Tipo : Texto Fecha Numérico Verdad/Falso Decimal
	Ajuste : Izquierda Centrado Derecha Repetido
otra	Evaluado : Normal Autofecha Automático Salto
	Dependiente Autoincrementado Rango
	Modo Vídeo : Normal Modo-1 Modo-2 Modo-3
	Debe Llenarse: Verdad Falso
	Ancho visible: 10
	Duplicado : Verdad Falso
	Debe Casar : Verdad Falso
	<ejec> <no ejec> <arr> <abj>

La versatilidad y potencia de una base de datos relacional, como la del Open Access, se puede utilizar para realizar una primera exploración de los datos recogidos:

a) Ordenar los países por su tasa de desempleo en 1986 y observar la inflación de cada uno en el mismo año. Comparar los datos de España con los de USA y Japón.

b) Ordenar los países por su tasa de desempleo juvenil y relacionarla con la tasa de desempleo general. Analizar los datos de España en relación a otros países y comprobar la incidencia del paro entre los jóvenes.

c) Comparar la evolución del déficit público de los distintos países a lo largo del quinquenio y distinguir países con déficit público, como España y otros muchos, y países con superavit, como Noruega y pocos más.

d) Relacionar los saldos de la balanza por cuenta corriente con el nivel de importaciones y exportaciones de cada país. Enfrentar a Japón y USA a la luz de este indicador económico.

e) Comparar la evolución de la inflación de los distintos países en el periodo descrito. Analizar el incremento espectacular de los precios de consumo en el decenio 71-81 en relación con el decenio 61-70 y buscar sus posibles causas (energía cara frente a energía barata por ejemplo). Analizar los esfuerzos de los distintos países para contener la inflación y comparar los datos de España, Japón y USA.

f) Comparar la estructura de las exportaciones e importaciones atendiendo a dos factores:

\* La estructura en el año 65 y en el 82, es decir antes y después de la crisis del petróleo

\* La estructura de países desarrollados como USA, Japón y España y la de países subdesarrollados como Honduras.

### 3. Elaboración de los gráficos adecuados.

La necesidad de presentar los datos de las tablas anteriores en forma gráfica surge al intentar distinguir con claridad los rasgos generales de la información numérica de que se dispone.

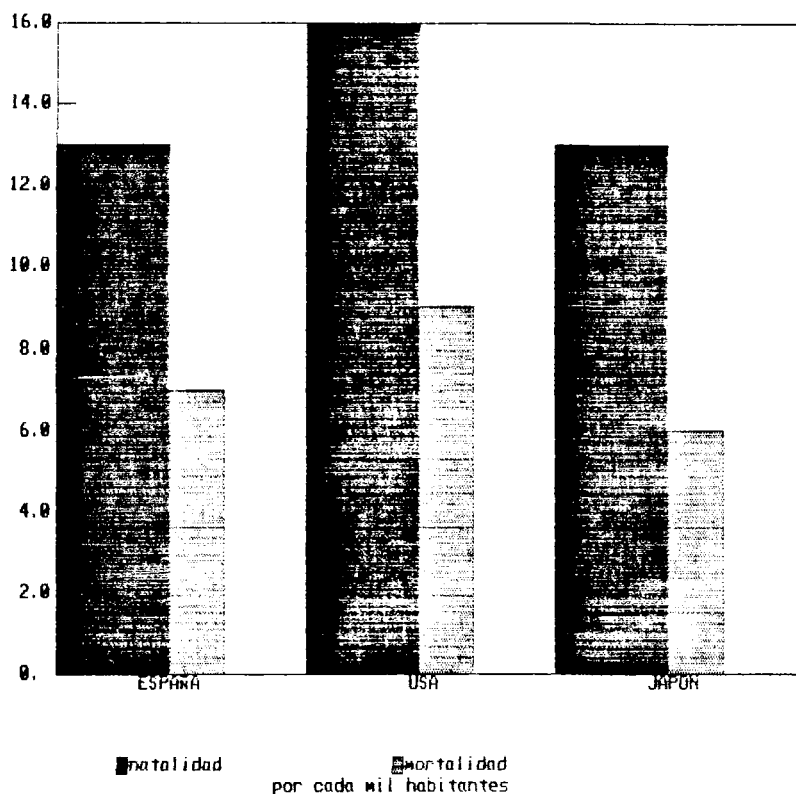
Se supone que el alumno ya conoce todos los instrumentos gráficos que la Estadística Elemental pone a su disposición y lo que el trabajo de campo pretende es consolidar este conocimiento, utilizando los diagramas de barras, los diagramas de sectores y otros tipos de gráficas para el estudio de los distintos indicadores macroeconómicos.

De nuevo el soporte informático, aunque no imprescindible, nos puede ser de suma utilidad: El paquete gráfico del Open Access dispone de tres tipos de gráficos (Barras, Líneas, Pastel) y de varios modos de presentación (Sencillo, Tres-D, Ventana, Superpuesto).

La transmisión de datos, almacenados en la base antes diseñada, al generador de gráficos resulta sencilla: Una vez que se ha accedido al Gestor de Base de Datos, ejecutando la orden DE....ELIGE....CUYO....ORDEN se dispone de un fichero virtual formado por los ficheros, registros y campos seleccionados; al ejecutar CONTEXTO y optar por GRAFICOS, ese fichero se transfiere a la opción gráficos y se accede a la PANTALLA PRINCIPAL de esa opción, desde donde se puede obtener el diagrama deseado, dentro de los tipos y modos de presentación antes señalados.

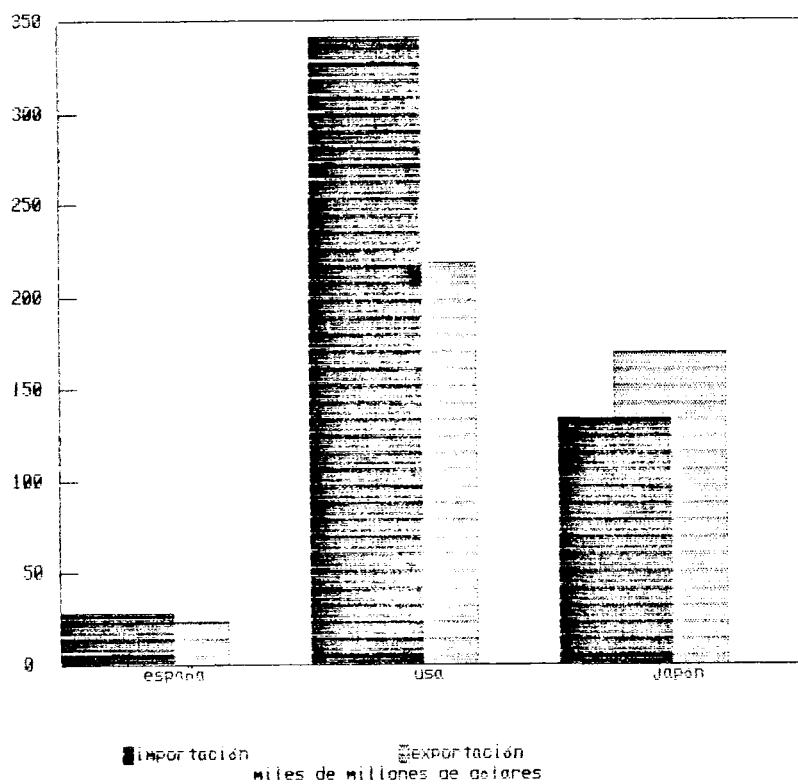
Una muestra de los gráficos que podemos obtener y cuestiones que pueden ser planteadas en clase, sería la siguiente:

## tasas natalidad y mortalidad en 1983



- ¿Por qué los datos se dan en tanto por mil?
- ¿Cuales son los porcentajes correspondientes a cada país, en cada indicador? Elaborar una tabla con ellos.
- ¿Cuál de los tres países es el de mayor crecimiento demográfico en 1983?

## import-export en 1984

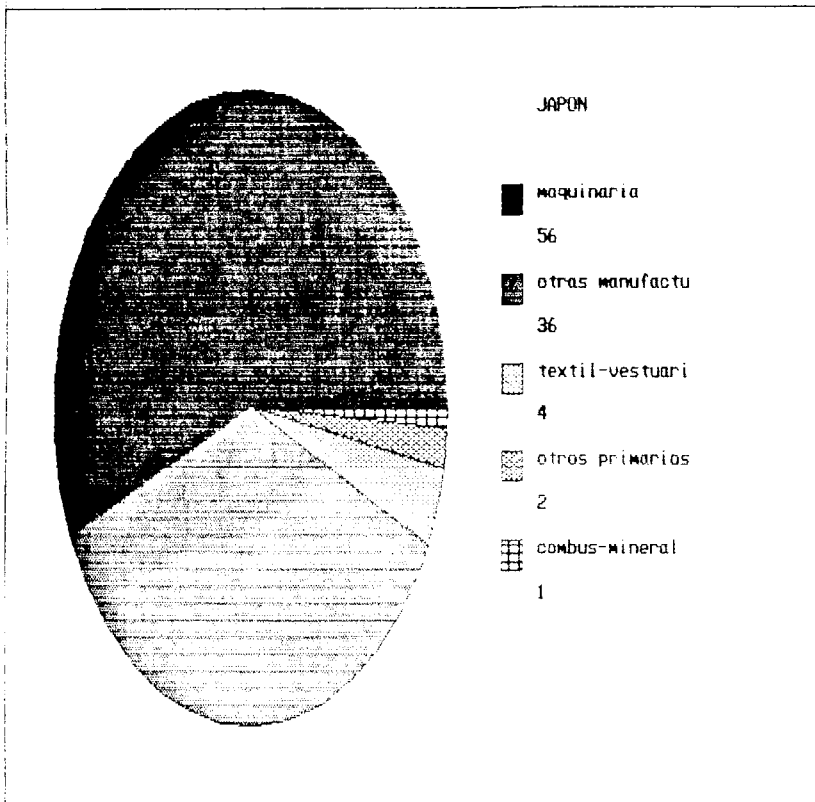


a) ¿Cuál de los tres países registra mayor volumen de importaciones? ¿Cuál mayor nivel de exportaciones?

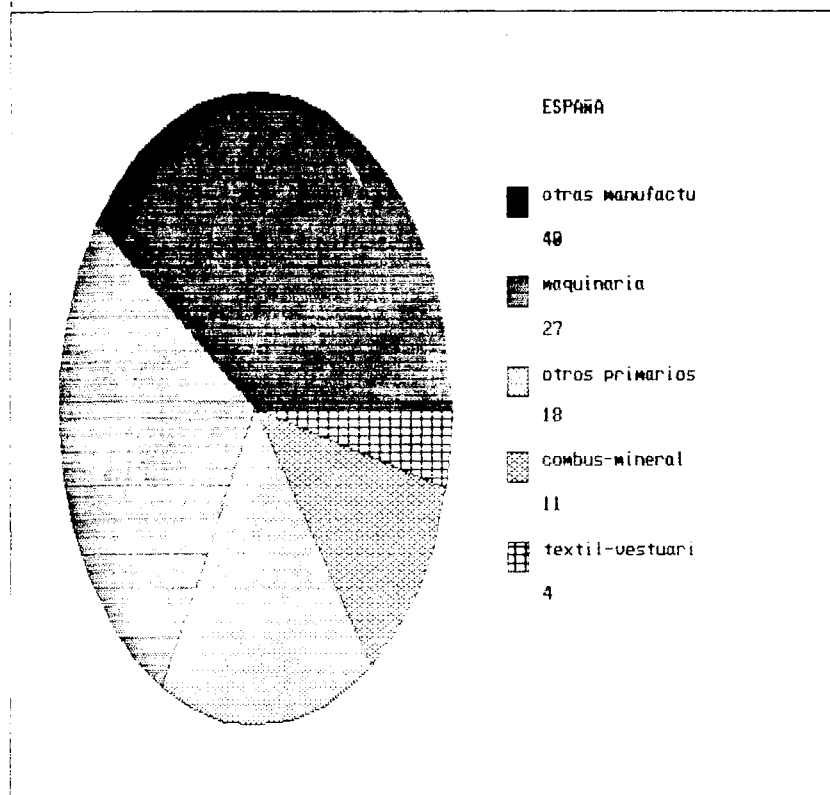
b) ¿Cuál de los tres países tiene una balanza por cuenta corriente más positiva?

c) ¿Qué país es el de menor volumen de comercio exterior?

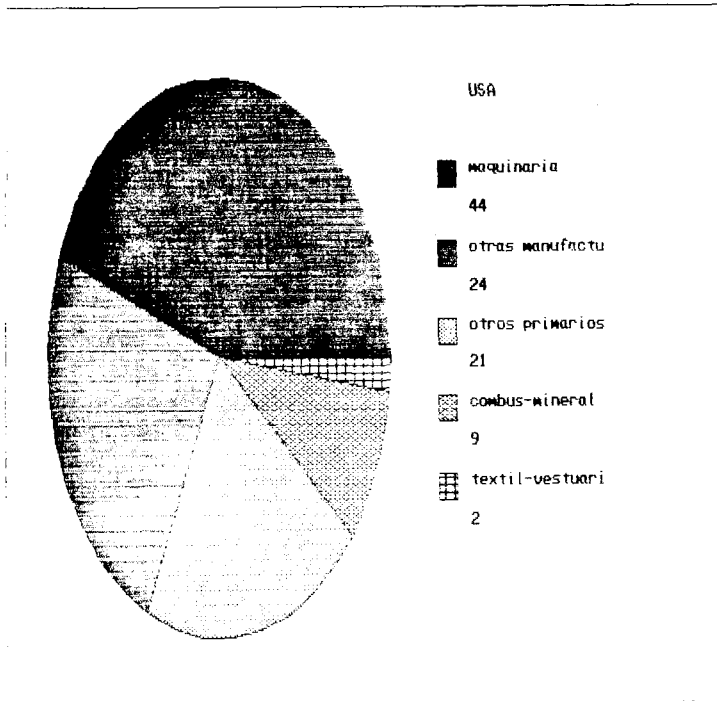
### estructura de las exportaciones en 1982



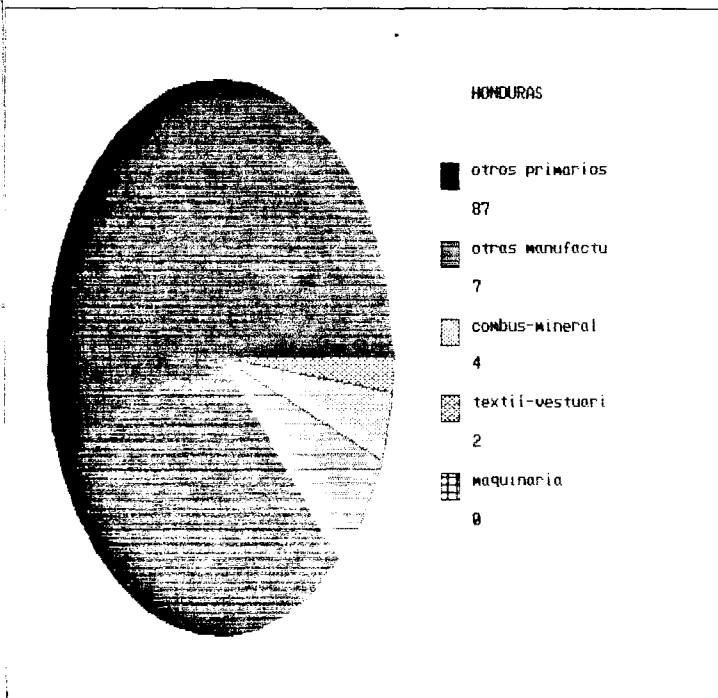
### estructura de las exportaciones en 1982



### estructura de las exportaciones en 1982



### estructura de las exportaciones en 1982



a) Medir con un transportador los ángulos de los sectores de cada grupo y compararlo con los porcentajes correspondientes, en el caso de España.

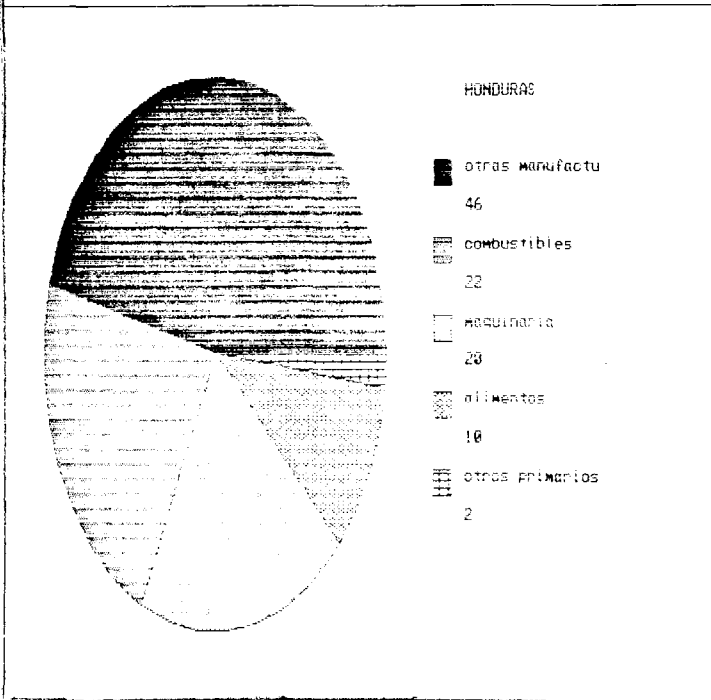
b) Calcular los ángulos correspondientes a los sectores de Honduras, a partir de sus porcentajes.

c) ¿Qué tipo de productos vende USA, en mayor proporción, a otros países? ¿Y en menor proporción?

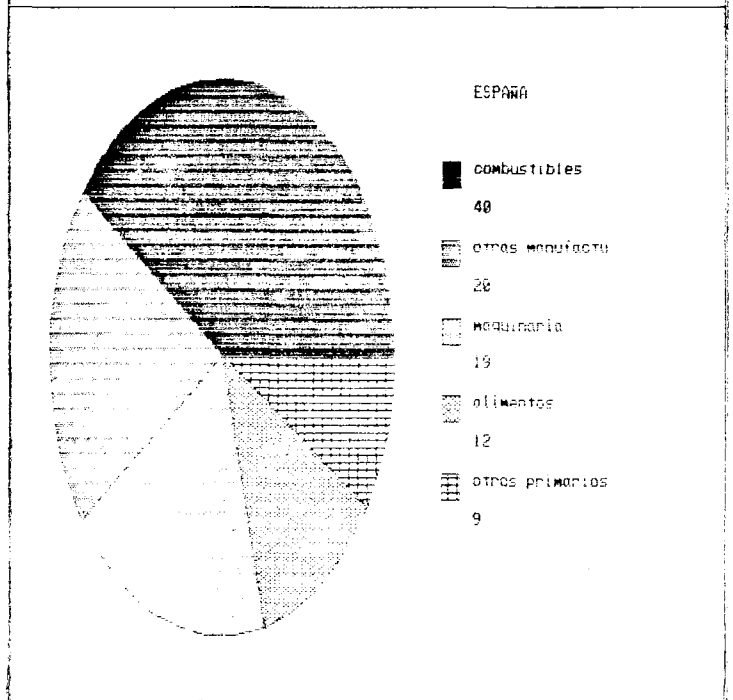
d) ¿Responden España, Japón y Honduras a la misma estructura que USA?

e) Medir en la gráfica " impor-expor en 1984" el volumen de exportación de España y calcular el volumen de exportación de cada sector productivo, admitiendo que se conserva la misma estructura de exportaciones que en 1982.

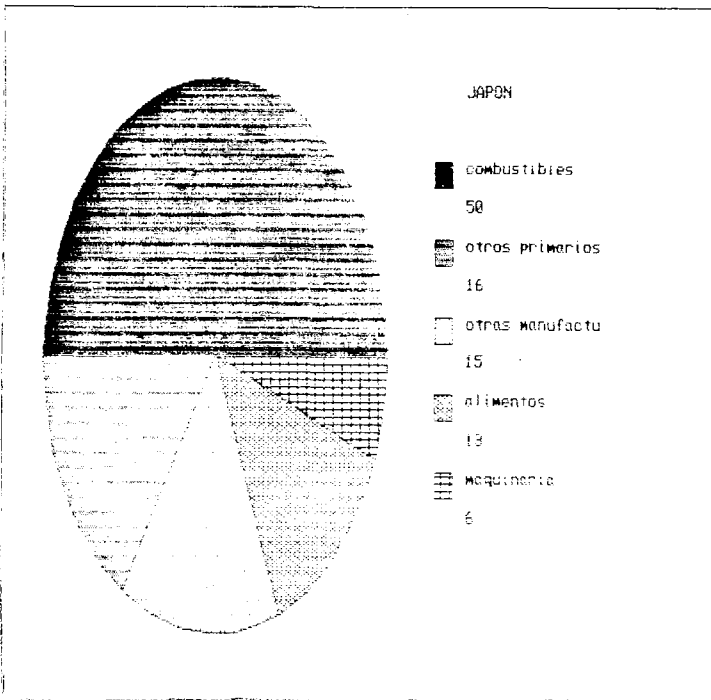
estructura de las importaciones en 1982



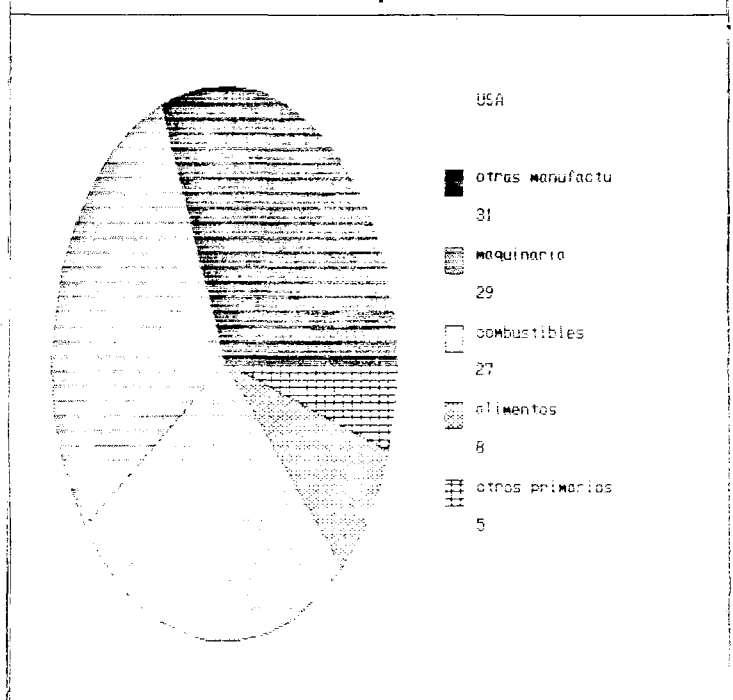
estructura de las importaciones en 1982



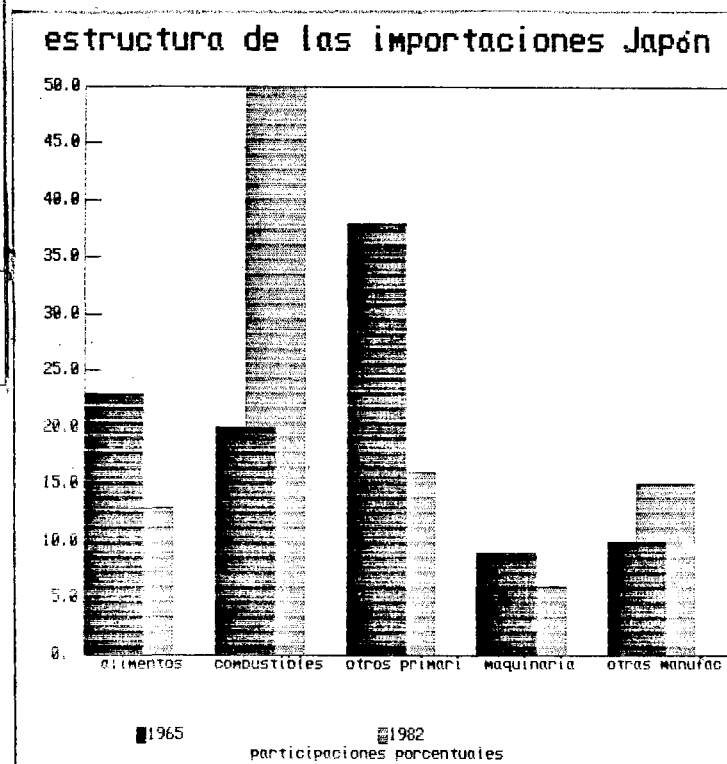
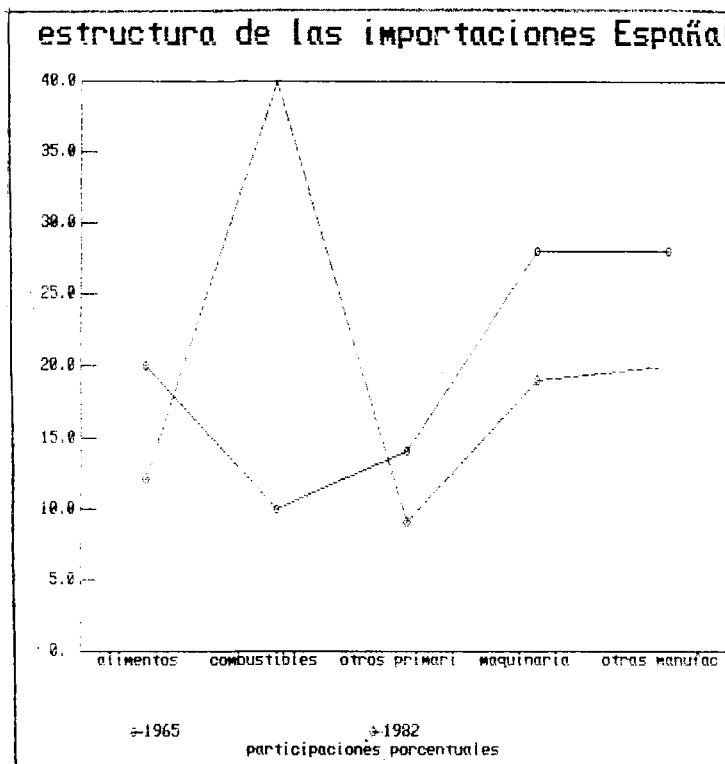
estructura de las importaciones en 1982



estructura de las importaciones en 1982

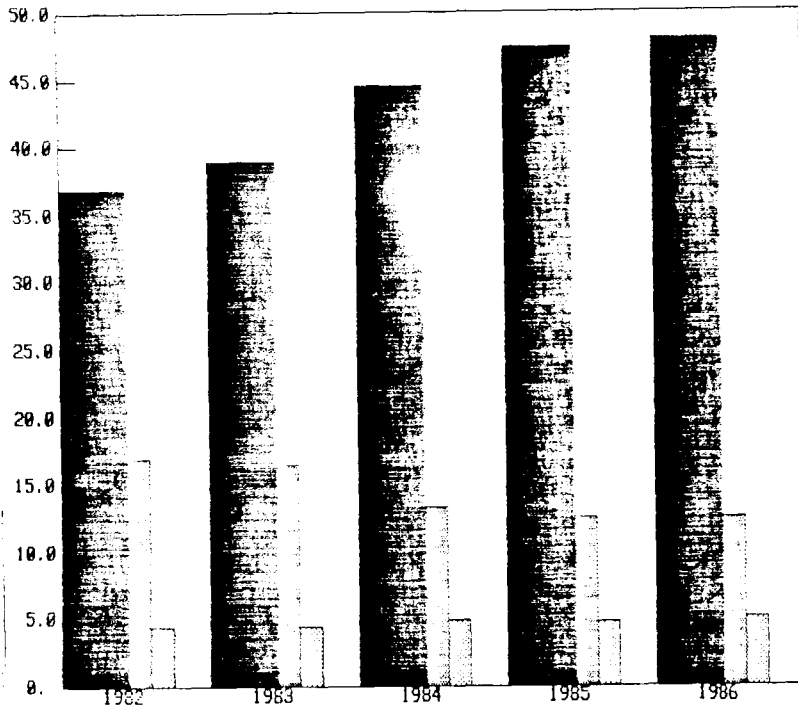






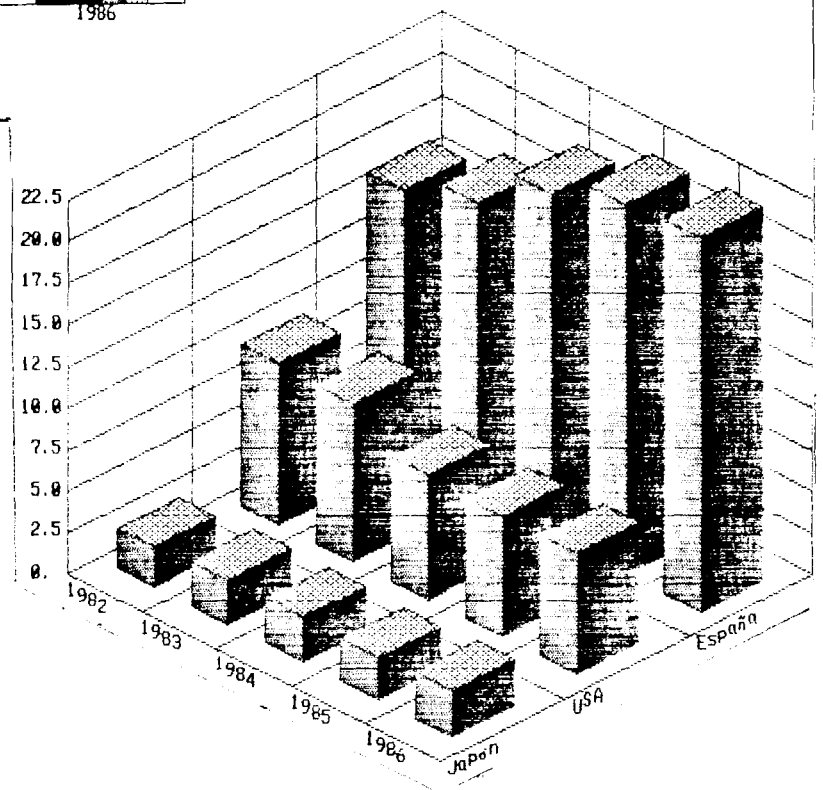
- ¿Qué tipo de productos compró USA en mayor proporción en el año 1982? ¿Y en menor proporción?
- ¿Responden España, Honduras y Japón a la misma estructura de importación que USA?
- ¿Ha variado la estructura de España y Japón entre los años 1965 y 1982? ¿Cuales pueden ser las causas?

## desempleo juvenil



86

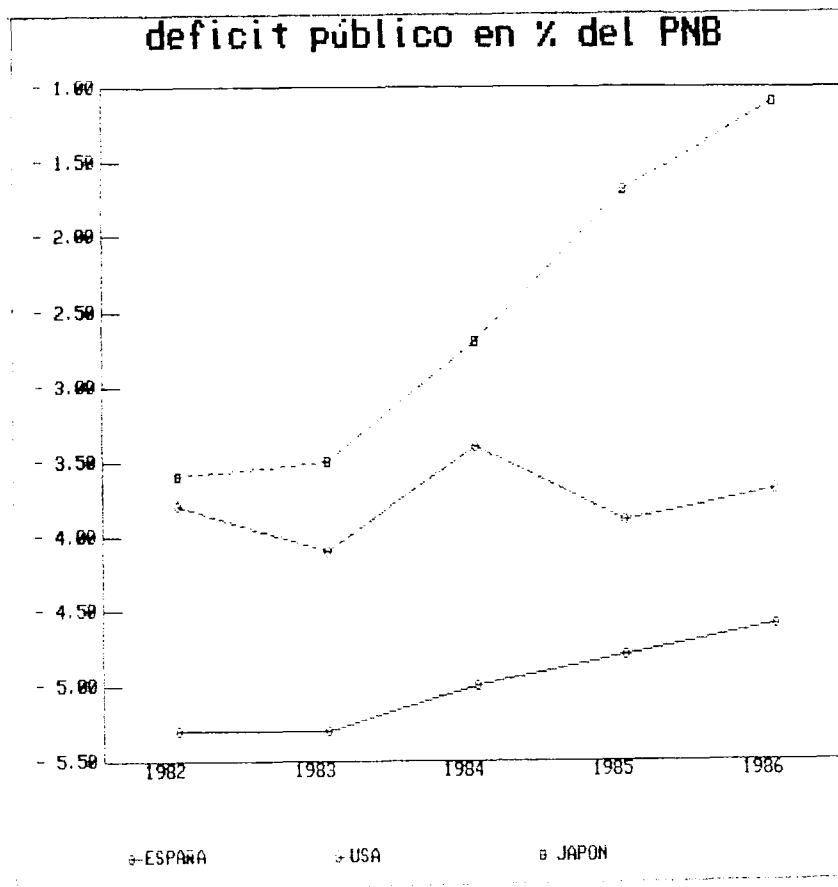
## tasas de desempleo



a) De los tres países ¿Cuál es el de mayor tasa de desempleo juvenil? ¿Y el de menor tasa?

b) ¿Cuál es la tendencia del desempleo juvenil en España? Comparala con las tendencias en USA y Japón.

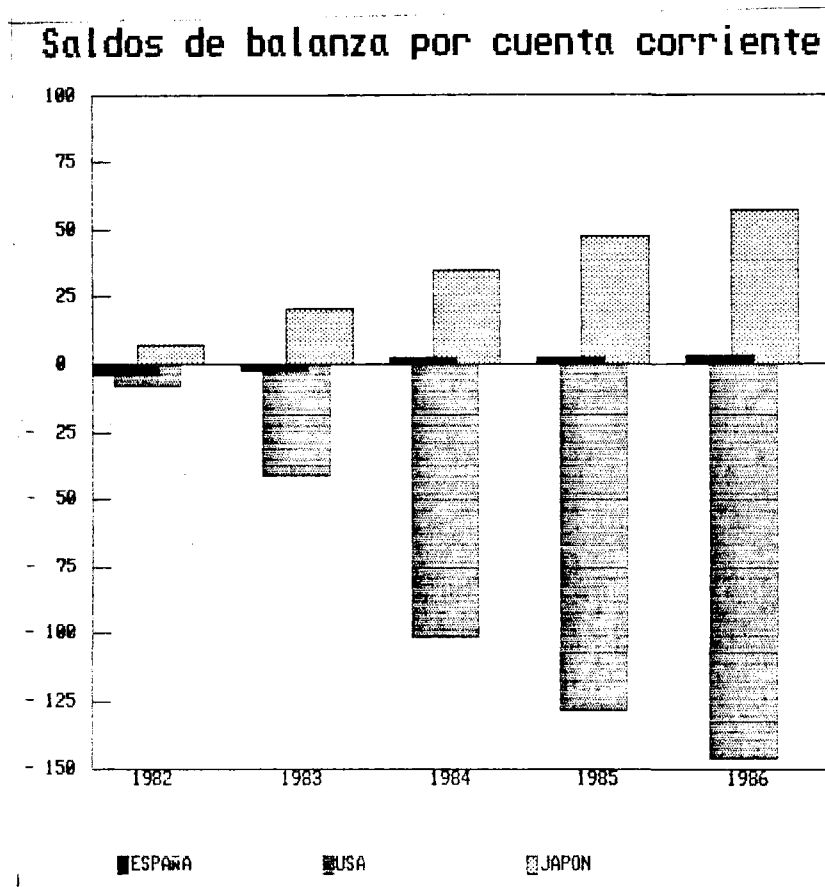
c) ¿Responde el desempleo en general a la misma tónica del desempleo juvenil? ¿En qué medida el desempleo afecta más, a los jóvenes?



- a) ¿Cuál es el país de mayor déficit público en % del PNB? ¿Y el de menor déficit?
- b) ¿Cómo evoluciona el déficit en España, Japón y USA?
- c) El PNB de los tres países en el año 1983, viene dado en la siguiente tabla, en millones de dólares:

España	182760
Japón	1204270
USA	3292340

Calcular los déficit públicos en valores absolutos.



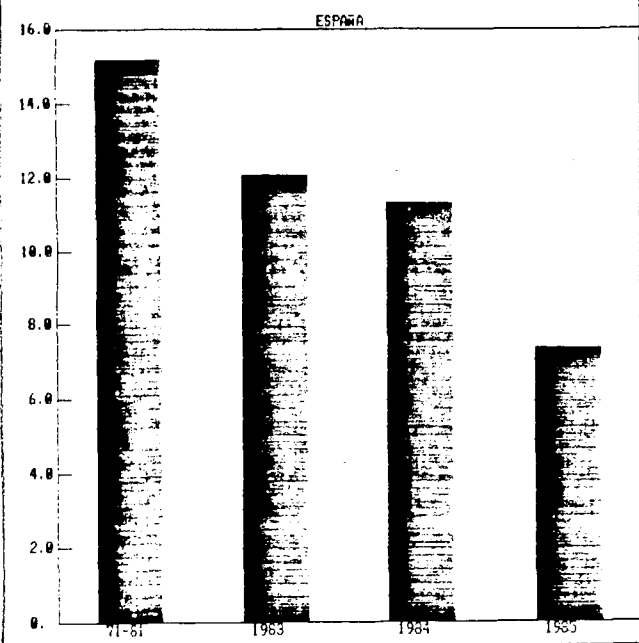
a) ¿Cuál es el país de saldo más negativo en la balanza por cuenta corriente? ¿Cuál el de saldo más positivo?

b) ¿Cómo evolucionó la balanza de España a lo largo del quinquenio? Comparar con la evolución de Japón y USA.

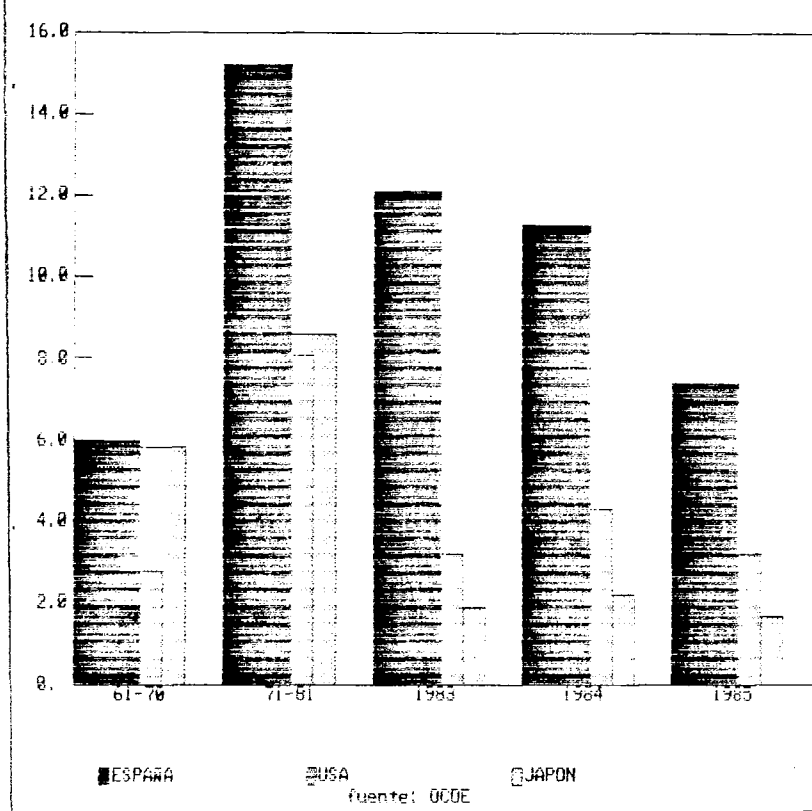
c) Relacionar esta gráfica con la gráfica "import-export en 1984" que se estudió anteriormente.

d) Analizar las medidas proteccionistas de USA, en concreto frente al Japón, a la luz de esta gráfica.

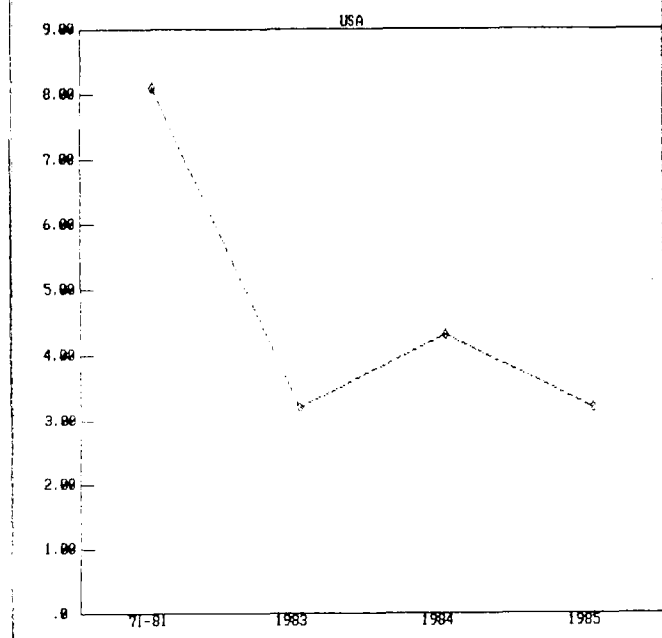
tasas incremento de los precios consumo



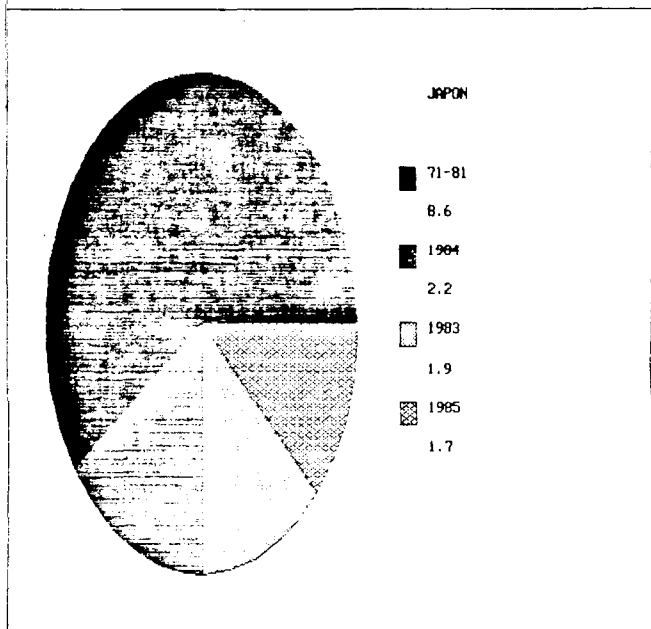
tasas incremento de los precios consumo



tasas incremento de los precios consumo



tasas incremento de los precios consumo



a) ¿Cuál de los tres gráficos sencillos parece el más adecuado para representar el incremento de los precios de consumo?

b) ¿Al analizar el gráfico de líneas que representa la inflación en USA se puede establecer que los precios subieron todos los meses del año 1984 o que bajaron en el año 1985?

c) ¿Añade información el gráfico superpuesto a la suministrada por los gráficos sencillos?

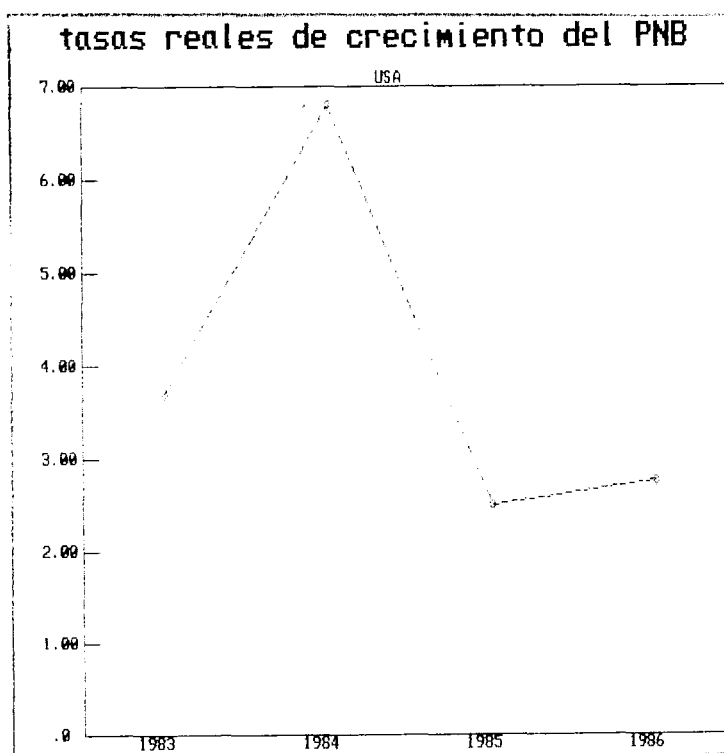
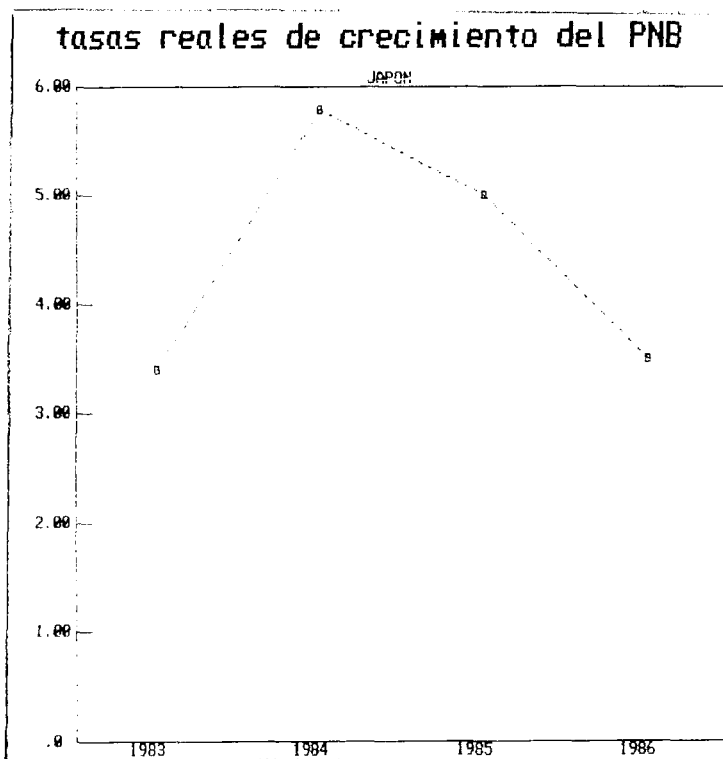
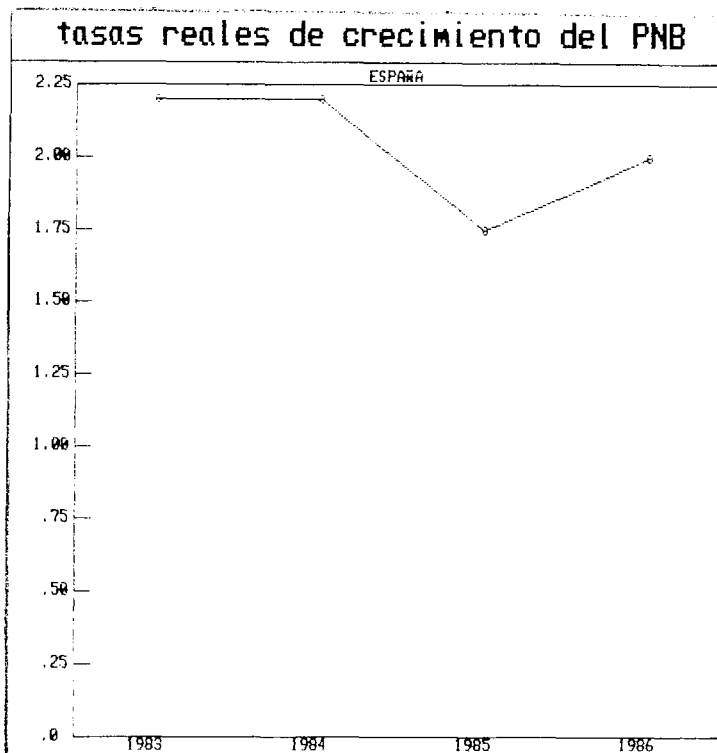
d) ¿Cuál de los tres países ha tenido un mayor éxito en la lucha contra la inflación?

e) ¿Hay relación entre el nivel de inflación de un país y su capacidad exportadora?

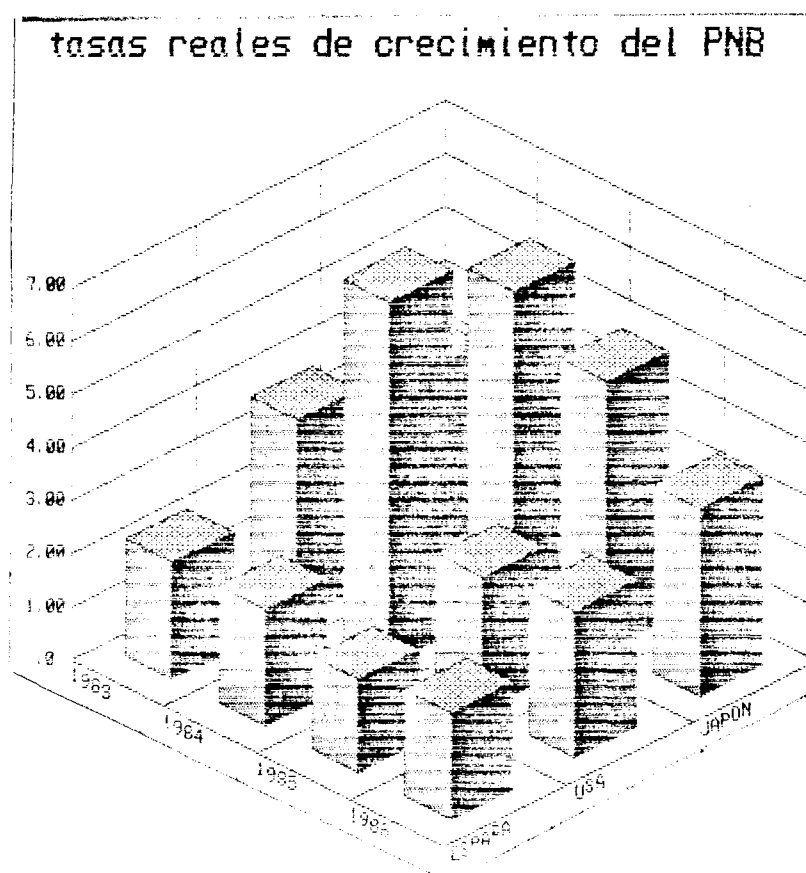
Una cuestión que se debe trabajar con los alumnos en un curso inicial de Estadística es la relacionada con los errores y engaños gráficos. Hemos dicho antes que una gráfica proporciona mucha información acerca de un conjunto numeroso de datos pero también es verdad que un gráfico mal construido o mal interpretado puede inducir a errores muy graves.

Un cierto tipo de problemas está relacionado con la necesidad de fijar unas escalas adecuadas para los ejes. La PANTALLA PRINCIPAL DE GRAFICOS del Open Access ofrece, entre otras opciones, establecer el formato del gráfico, incluyendo una división de ejes entre 1 y 10, que fija la escala del diagrama; consideramos un buen ejercicio que los alumnos modifiquen repetidamente estas opciones de la Pantalla Principal para obtener, con los mismos datos, gráficas diversas.

Como ejemplo de lo que estamos diciendo vamos a analizar la batería de diagramas correspondientes a las tasas reales de crecimiento del PNB de España, Japón y USA :

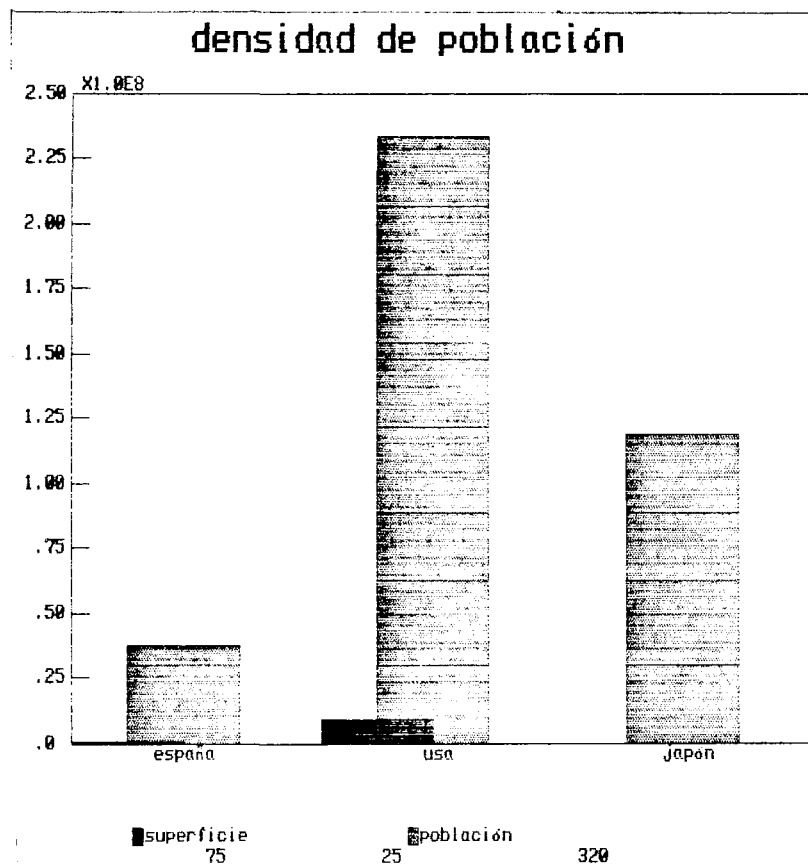


El hecho de que las escalas del eje vertical sean distintas puede inducir a error a los alumnos y producirles la ilusión óptica de que España es el país con una tasa de crecimiento del PNB más elevada, lo cual desgraciadamente no es cierto; si optamos por un modo de presentación SUPERPUESTO o TRES-D el problema desaparece:





Veamos otro ejemplo:



Este gráfico pretende representar la siguiente tabla:

	Superficie(Km <sup>2</sup> )	Población(miles de habitantes)
España	504.782	38.070
USA	9.363.123	233.739
Japón	372.313	119.259

¿Por qué está mal construido el gráfico? ¿Qué unidades de medida convendría tomar?

#### 4. Cálculo de las medidas de centralización y dispersión.

Esta etapa del trabajo de campo, absolutamente necesaria cuando los datos disponibles son muy numerosos, servirá al alumno para hacer operativos y familiares unos conceptos que ya conoce: las medidas de centralización que resumen y sustituyen, de algún modo, al conjunto de datos inicial y las medidas de dispersión que miden el error cometido en la anterior sustitución.

Nuestra propuesta es trabajar con las siguientes medidas:

- \* Media
- \* Mediana
- \* Rango o Recorrido
- \* Desviación media
- \* Varianza
- \* Desviación típica
- \* Areas bajo un histograma
- \* Tipificación de variables
- \* Estimación lineal

Estas medidas las utilizaremos para completar el estudio del comportamiento de cada uno de los indicadores macroeconómicos en el quinquenio 82-86 y establecer comparaciones homogéneas entre los tres países.

Para la obtención de los estadísticos correspondientes, utilizamos la Hoja de Cálculo del Open Access que lleva incorporadas varias funciones estadísticas, a saber, la media, la varianza y la desviación típica y otras funciones matemáticas, como el máximo y el mínimo de una lista de números, que nos permiten calcular fácilmente algunos parámetros como el recorrido de una distribución; también la hoja de cálculo tiene disponible una función de estimación lineal muy útil para predecir el comportamiento de las variables en el futuro.

Los datos que van a ser tratados se transmiten directamente del Gestor de Base de Datos a la Hoja de Cálculo, bien mediante el comando EXPORTAR que crea un fichero que se identifica por el sufijo .SIF y se graba en el disco de datos, bien mediante el

comando CONTEXTO que crea un fichero identificado por el sufijo .CXT y que a diferencia del fichero .SIF es temporal, "virtual", es decir, no se graba en disco.

El formato concreto de algunas de estas hojas es el siguiente:

indicador económico: saldos balanza por cuenta corriente  
miles de millones de dólares  
Fuente : OCDE

	España	USA	Japón
1982	-4.10	-8.10	6.90
1983	-2.50	-40.80	20.80
1984	2.30	-101.50	35.00
1985	2.50	-128.25	47.50
1986	3.25	-146.00	57.25
media (m)	0.29	-84.93	33.49
Mediana	2.30	-101.50	35.00
Recorrido	7.35	137.90	50.35
desviación media	2.87	48.38	15.71
varianza	11.19	3432.76	407.79
desviación típica (s)	3.34	58.59	20.19
m-s	-3.05	-143.52	13.30
m+s	3.63	-26.34	53.68
%	80.00	60.00	60.00
m-2*s	-6.40	-202.11	-6.90
m+2*s	6.98	32.25	73.88
%	100.00	100.00	100.00
tipificación			
	España	USA	Japón
1982	-1.31	1.31	-1.32
1983	-0.83	0.75	-0.63
1984	0.60	-0.28	0.07
1985	0.66	-0.74	0.69
1986	0.89	-1.04	1.18
estimación lineal			
1990	12.11	-302.88	109.93

## Indicadores socioeconómicos

	USA	Japón	Honduras	España
Superficie (Km <sup>2</sup> )	9363123.00	372313.00	112088.00	504782.00
Población 1983	233739.00	119259.00	4097.00	38070.00
Densidad	24.96	320.32	36.55	75.42
PNE 1983 mill. dólares	3292340.00	1204270.00	2740.00	182760.00
dólares per capita	14085.54	10097.94	668.78	4800.63
natalidad en 1985	19.00	19.00	51.00	21.00
natalidad en 1983	16.00	13.00	44.00	13.00
variación (%)	-15.79	-31.58	-13.73	-38.10
mortalidad en 1985	9.00	7.00	17.00	8.00
mortalidad en 1983	9.00	6.00	10.00	7.00
variación (%)	0.00	-14.29	-41.18	-12.50
Exportaciones 1983	199144.00	146804.00	660.00	19711.00
importaciones 1983	267971.00	125017.00	823.00	28526.00
variación (%)	-34.56	14.84	-24.70	-46.75

indicador económico: tasas de desempleo  
Fuente: OCDE

	España	USA	Japón
1982	16.30	9.70	2.40
1983	17.80	9.60	2.70
1984	20.60	7.50	2.70
1985	22.25	7.25	2.50
1986	22.50	7.25	2.75
media (m)	19.89	6.26	2.61
Mediana	20.60	7.50	2.70
Recorrido	6.20	2.45	0.35
desviación media	2.27	1.11	0.13
varianza	7.54	1.62	0.02
desviación típica (s)	2.75	1.27	0.15
m-s	17.14	6.99	2.46
m+s	22.64	9.53	2.76
%	80.00	60.00	80.00
m-2*s	14.40	5.71	2.31
m+2*s	25.38	10.81	2.91
%	100.00	100.00	100.00
tipificación			
	España	USA	Japón
1982	-1.31	1.13	-1.38
1983	-0.76	1.05	0.59
1984	0.26	-0.60	0.59
1985	0.86	-0.79	-0.73
1986	0.95	-0.79	0.92
estimación lineal			
1990	30.00	3.91	2.91

indicador economico:déficit publicos en % del PNB  
Fuente:OCDE

	España	USA	Japón
1982	-5.30	-3.80	-3.60
1983	-5.30	-4.10	-3.50
1984	-5.00	-3.40	-2.70
1985	-4.80	-3.90	-1.70
1986	-4.60	-3.70	-1.10
media (m)	-5.00	-3.78	-2.52
Mediana	-5.00	-3.80	-2.70
Recorrido	0.70	0.70	2.50
desviación media	0.24	0.18	0.90
varianza	0.09	0.07	1.21
desviación típica(s)	0.31	0.26	1.10
m-s	-5.31	-4.04	-3.62
m+s	-4.69	-3.52	-1.42
%	80.00	60.00	80.00
m-2*s	-5.62	-4.30	-4.72
m+2*s	-4.38	-3.26	-0.32
%	100.00	100.00	100.00
tipificación			
	España	USA	Japón
1982	-0.97	-0.08	-0.98
1983	-0.97	-1.24	-0.89
1984	0.00	1.47	-0.16
1985	0.65	-0.46	0.74
1986	1.30	0.31	1.29
estimación lineal			
1990	-3.86	-3.54	1.56

En esquema, la hoja de cálculo construida funciona como una máquina "input-output" con una entrada de datos en bruto ,correspondientes a un indicador económico y una salida de resultados normalizados con un horizonte en el año 1990.

Tres sugerencias de trabajo:

a) La construcción de la hoja de cálculo resulta muy sencilla; algunas de las fórmulas utilizadas están ya definidas en la propia hoja, como la media y la varianza, y otras son de fácil definición, como el recorrido o la tipificación; en todo caso, puede resultar sugestivo que los alumnos intenten averiguar la viabilidad de definir un proceso que halle la mediana y otro que calcule los porcentajes en los intervalos de "normalidad"; en definitiva, un procedimiento que ordene una lista automáticamente.

b) Nos parece interesante dedicar un tiempo a estudiar con los alumnos el criterio de "normalidad": Chebycheff demostró que, bajo condiciones muy generales, el porcentaje de datos que queda incluido en el intervalo

$(m-2s, m+2s)$  está en torno al 75%

$(m-3s, m+3s)$  está en torno al 89%

$(m-4s, m+4s)$  está en torno al 94%

Al analizar las distribuciones de los indicadores macroeconómicos, se observa que los valores obtenidos son superiores a los previstos por Chebycheff y esto es debido a que, para distribuciones aproximadamente simétricas respecto a un valor central, se tiene que un 68% de los datos se encuentran en el intervalo  $(m-s, m+s)$ , un 95% en el intervalo  $(m-2s, m+2s)$  y un 99% en el intervalo  $(m-3s, m+3s)$ , de modo aproximado.

Dentro de este proceso, el alumno debe entender la utilidad de la tipificación de variables como un método que sirve para comparar medidas individuales de distribuciones distintas.

c) Hemos dicho que el Open Access dispone de varias funciones económicas, entre ellas una función de estimación lineal. Puede ser un ejercicio instructivo elaborar cuadros macroeconómicos para el año 1990 en las distintas naciones y discutir sobre la verosimilitud de las predicciones y el carácter lineal o no de los indicadores económicos y de las variables que influyen sobre ellos.

Propuesta de trabajo complementaria:

Tradicionalmente el estudio de la regresión y correlación se

posterga a los cursos avanzados de Bachillerato y eso siempre que se disponga de tiempo para abordarlo, lo cual sucede pocas veces.

Sin embargo, estos conceptos son potentes instrumentos de análisis y predicción de hechos reales que acontecen en diversos ámbitos de la naturaleza y la sociedad; por ello, un profesional de cualquier campo (investigación, economía, ingeniería...) pero también un simple lector de periodicos debe conocer estas técnicas.

Por otra parte, la dificultad de aprendizaje de estos conceptos no es mayor que la de otros muchos que aparecen en el curriculum obligatorio de Matemáticas en el Bachillerato; item más, una introducción intuitiva de ellos es posible en un curso inicial de Estadística; en realidad, están muy relacionados con ideas tales como rectas, parábolas y funciones elementales, de temprano estudio en la Enseñanza Media.

Por todo ello, proponemos completar el tratamiento estadístico del cuadro macroeconómico con el cálculo de los coeficientes de correlación y de las rectas de regresión correspondientes a los indicadores económicos, tomados de dos en dos.

Diseñamos una hoja de cálculo con dos ventanas: en la primera evaluamos el grado de dependencia de las variables con el cómputo del coeficiente de correlación; si de esta evaluación se desprende la utilidad de la recta de regresión, en cuanto que puede suministrar predicciones fiables del comportamiento de una de las variables en función de la otra, abordamos su construcción en la segunda ventana.

A continuación incluimos ejemplos del funcionamiento de dicha hoja. Antes, hemos de advertir que por el hecho de trabajar con cinco pares de datos, se pierde fiabilidad en los resultados; por ello, recomendamos que se utilicen conjuntos de datos mas numerosos, ampliando, o bien, el intervalo temporal, o bien, el catálogo de países a estudio, para que los alumnos comprueben en la práctica, la potencia predictiva de estos parámetros estadísticos.

correlación entre renta "per cápita" y esperanza de vida  
datos del año 1983

	renta(x)	esperanza(y)	(x-m(x))(y-m(y))
España	4800.00	75.00	-10248.00
Honduras	670.00	60.00	35310.00
Japón	10100.00	77.00	42432.00
Mauritania	440.00	46.00	114948.00
USA	14090.00	75.00	67788.00
media(m)	6020.00	66.60	50046.00
desvi.típica	5348.24	11.98	
coeficiente correlación		0.78	

correlación entre natalidad y esperanza de vida  
datos del año 1983

	natalidad(x)	esperanza(y)	(x-m(x))(y-m(y))
España	13.00	75.00	-24.48
Honduras	44.00	60.00	-276.08
Japón	13.00	77.00	-38.88
Portugal	15.00	71.00	3.12
USA	16.00	75.00	-14.28
media(m)	20.20	71.60	-70.12
desvi.típica	11.96	6.12	
coeficiente correlación		-0.96	

cálculo de la recta de regresión

	natalidad(x)	esperanza(y)	x*y	x*x	y estimada
España	13.00	75.00	975.00	169.00	75.13
Honduras	44.00	60.00	2640.00	1936.00	59.93
Japón	13.00	77.00	1001.00	169.00	75.13
Portugal	15.00	71.00	1065.00	225.00	74.15
USA	16.00	75.00	1200.00	256.00	73.66
Sumas	101.00	358.00	6881.00	2755.00	
	10201.00				
pendiente	-0.49				
ordenada ori	81.51				
recta de regresión	y=	-0.49*x+		81.51	

esperanza prevista de vida en función de la natalidad en algunos países

	Natalidad	Esperanza prevista
Conoc	43.00	60.42
Cuba	17.00	73.17
Dinamarca	10.00	76.60
Angola	49.00	57.47



CORRELACION ENTRE DESEMPLEO GENERAL Y JUVENIL Jadón			
	desempleo(x)	desempjuv(y)	(x-m(x))(y-m(y))
1982	2.40	4.40	0.07
1983	2.70	4.50	-0.02
1984	2.70	4.90	0.02
1985	2.50	4.75	0.00
1986	2.75	5.00	0.04
media(m)	2.61	4.71	0.02
desvi.típica	0.14	0.23	
coeficiente correlación		0.64	

CORRELACION ENTRE DESEMPLEO GENERAL Y JUVENIL ESPAÑA			
	desempleo(x)	desempjuv(y)	(x-m(x))(y-m(y))
1982	16.30	36.90	22.29
1983	17.80	38.90	8.80
1984	20.60	44.50	0.99
1985	22.25	47.25	9.77
1986	22.50	48.00	12.76
media(m)	19.89	43.11	10.92
desvi.típica	2.46	4.46	
coeficiente correlación		1.00	

### 5. Informe final.

Una vez que los alumnos han hecho el tratamiento estadístico de los indicadores y tienen a su disposición un conjunto de gráficas, las medidas de centralización y de dispersión, las áreas bajo la curva normal de las distribuciones y unas estimaciones lineales de las magnitudes económicas, deben realizar un informe escrito donde se resuman los principales resultados y conclusiones del trabajo de campo. Es un ejercicio de síntesis muy necesario, en el que el alumno debe entrenarse de modo complementario al ejercicio de análisis antes realizado.

También se les puede proponer que realicen un comentario crítico de algún trabajo o escrito económico que esté en relación con los temas estudiados. Como ejemplo, incluimos en el anexo un artículo que aparece en el Anuario El País 1986 y subrayamos algunos párrafos que deben ser analizados especialmente por los alumnos.

El tratamiento de textos del Open Access permite elaborar documentos a los que se pueden incorporar informes de la base de datos, gráficos y hojas de cálculo.

Sólo nos queda repetir que el modesto objetivo de esta propuesta es aproximar al alumno a unas técnicas de trabajo que se han impuesto en el mundo de hoy: la realización de sondeos, de encuestas, de trabajos de campo, de informes sobre los mas variados temas, siguen una metodología estándar que, en esencia, es la esbozada en nuestra propuesta. Se puede profundizar más en esta metodología, utilizar instrumentos estadísticos más sofisticados, como el análisis de correlaciones, inferencias etc. pero nosotros hemos optado por mantenernos a un nivel de un curso inicial de Estadística; tampoco hemos pretendido enseñar Teoría Económica sino simplemente introducir al alumno en el manejo de conceptos económicos elementales.

Por último sugerir que con los datos que figuran en el anexo se puede realizar un trabajo de campo sobre la economía en países de la OCDE o bien de la CEE, estableciendo la situación de España en cada uno de los indicadores en relación a la media de los países y estudiando la homogeneidad de la muestra.

**ANEXOS**

## La economía mundial en 1985 y perspectivas para 1986

**T**ras la victoria electoral de Reagan a finales de 1984, todos los observadores económicos eran conscientes de que la política expansiva de los norteamericanos no podía seguir por mucho tiempo, a la vista del enorme déficit presupuestario y de balanza de pagos por cuenta corriente que registraba la economía del Tío Sam.

La economía mundial iba a resentirse de ello y no podría, por tanto, crecer al mismo ritmo que pudo hacerlo a impulsos de la locomotora norteamericana de 1984.

Los acontecimientos han hecho buenos los pronósticos de entonces, si bien no en toda su extensión cualitativa y cuantitativa. Y hasta se han producido algunas sorpresas menores, como ha sido el caso de la rotura de ciertos mercados de productos básicos, el hecho de que el superendeudado Brasil haya vuelto a obtener un récord de rápido crecimiento económico, la constatación de que ciertos países europeos teóricamente muy afectados por la "euroesclerosis" han obtenido buenos resultados en la lucha contra la inflación y el desempleo, y el desencanto de que la Bolsa de Singapur —uno de los teóricos países-milagro económico de Extremo Oriente— se haya hundido cuando en casi todo el mundo se respiraba un extraordinario momento bursátil.

De acuerdo con las estimaciones del Fondo Monetario Internacional (FMI), la economía mundial habrá crecido en 1985 en un 3,1%, muy por detrás del 4,3% al que creció en 1984, y por debajo de la cifra del 3,4% que se espera para 1986.

Estas cifras globales encubren, empero, unos comportamientos muy dispares de los distintos grupos de países que integran la economía mundial. Los países europeos han mantenido —en términos globales— su ritmo de crecimiento (2,3% en 1985), Estados Unidos ha bajado, en cambio, a menos de la mitad el suyo (2,6% contra 6,8%), mientras que la economía japonesa y los países en desarrollo asisten a reducciones significativas en sus tasas de crecimiento del producto interior bruto (4,4% en 1985 contra 5,8% en 1984 para Japón y 3,6% contra 4,4% los países en desarrollo). Y los países socialistas mejoran un poco su marca (3,6% contra el anterior, 3,1%).

Junto a la continuidad en la línea general de crecimiento —por más que a ritmos menores al alcanzado en 1984—, el año 1985 aporta el más bajo ritmo de inflación recordado desde 1970: un punto por debajo del

de 1984 (4,3% contra 5,3%), lo cual es consecuencia del efecto desactivador de la espiral de precios que ha tenido la baja en las cotizaciones del petróleo y de la mayoría de las materias primas más importantes en el comercio mundial —a excepción del café, cuyo precio está disparado por las perspectivas de caída de producción en Brasil en razón de la sequía— y el abaratamiento relativo —como consecuencia del deslizamiento hacia abajo del valor del dólar en los mercados de cambio a partir de febrero de 1985— de los precios de las importaciones establecidos en dólares que han tenido que pagar los países importadores.

En cuanto a la marcha de los precios de las materias primas, la disminución de cotizaciones que se está viviendo contrasta con las tendencias que deberin haberse deducido del fuerte estirón de la demanda de muchos productos, que acompañó el proceso de rápido crecimiento registrado en 1984. Factores de tipo psicológico y de sustitución de *inputs* por mor del progreso tecnológico, han alterado tal perspectiva. La menor demanda respecto a la registrada en 1984 agrava la baja. En el sector petrolero, de tanta trascendencia, los países de la OPEP están además dispuestos a provocar una guerra a la baja de precios para recuperar las cuotas de mercado perdidas en estos últimos años, en que los altos precios estimularon la irrupción de nuevos países productores y las estrategias de ahorro energético propugnadas desde la Agencia Internacional de la Energía presionaron a la baja las elasticidades de consumo.

Pese a que el caso del petróleo es el más conocido, y a que el oro negro, con teórico precio oficial de 28 dólares por barril, se llega a vender a 21,50 en el mercado libre, rompiéndose además la cartelización que creó la OPEP, la situación de otros mercados de materias primas hace pensar que los arreglos institucionalizados sobre productos básicos tienen muy poco futuro, si se tiene en cuenta la incapacidad que la UNCTAD ha mostrado para poner en vigor el Fondo Común de Materias Primas —piedra angular del Programa Integrado de Productos Básicos aprobado por la UNCTAD de Nairobi de 1976—, y a juzgar por la reticencia de los países participantes en seguir financiando las reservas de estabilización del Acuerdo Mundial del Estaño. Falto de respaldo financiero, este esquema estabilizador ha dejado de soportar artificialmente el precio del estaño, que ha caído brutalmente desde noviembre de 1985.

En total, los precios de los productos básicos han caído en un 5% en su índice expresado en dólares, y en un 11% considerado en el más estable valor a través de los derechos especiales de giro, no estimándose que la ligera recuperación de la deman-

da para 1986 pueda generar estirones alcistas de precios de enjundia suficiente como para cambiar la tendencia bajista.

Ha sido precisamente por esta evolución de los precios por lo que los países en desarrollo han crecido en 1985 menos de lo que se había pensado hace solamente unos meses (3,6% en 1985 y 4,1% en 1986, en vez de los inicialmente previstos: 4,0% y 4,5% para ambos años).

El comercio internacional, por su parte, creció en 1985 en un 3%, que supone una cifra muy baja comparada al casi 9% registrado en 1984. A este escaso crecimiento ha contribuido la escasa fuerza de la demanda de importaciones de los países con peor situación de balanza de pagos y con grave endeudamiento externo, así como el encorsetamiento al que está abocado el comercio internacional de numerosos sectores sensibles en los cuales los acuerdos de autolimitación de exportaciones impiden la consecución de mayores ritmos de expansión. Y menos mal que la Administración Reagan ha venido resistiendo a las presiones proteccionistas que han venido produciéndose en muchos sectores empresariales estadounidenses —en razón a que la excesiva valoración del dólar ha vuelto incompetivas muchas producciones domésticas— y ha tenido fuerzas para ser la principal impulsora de la VIII Ronda Multilateral del GATT, que deberá trazar un nuevo marco más liberal para las transacciones futuras de bienes y servicios en la economía mundial, y que va a diseñarse definitivamente a lo largo de 1986.

El enorme déficit comercial norteamericano frente al resto del mundo, que se ha situado en 1985 en torno a los 140.000 millones de dólares, y los déficit corrientes de los países en desarrollo estimulan, se quiera o no, tensiones proteccionistas, tanto por razones políticas como económicas. Pero en el caso norteamericano, se piensa que "una cooperación más estrecha con el fin de impulsar un aumento ordenado del valor de las principales monedas frente al dólar norteamericano —según rezaba el comunicado del Grupo de los Cinco, reunido en Nueva York el 22 de septiembre de 1985— puede conducir a un cierto mayor equilibrio.

A estas alturas, empero, no existe verdadero consenso sobre las políticas más adecuadas para que el desequilibrio externo norteamericano se mantenga a un nivel manejable y compatible, al mismo tiempo, con el papel de locomotora de la economía mundial y el comercio internacional que una elevada demanda de importaciones que EE UU exige.

En estos últimos años, el déficit comercial ha estado acompañado de un alto déficit fiscal, lo cual ha obligado al Tesoro de EE UU a tomar préstamos crecientes, lo cual, a su vez, ha conducido a altos tipos

de interés, que unidos al atractivo del mercado norteamericano en expansión han estimulado la entrada de capitales en Estados Unidos, hasta convertirlos hoy en el primer deudor mundial.

De llegar a buen puerto el compromiso de la Administración norteamericana de ir reduciendo el déficit fiscal hasta eliminarlo en cinco años, los tipos de interés a la baja y el equilibrio externo de EE UU debería asentarse en la búsqueda de un menor déficit comercial exterior; lo cual, está claro, podría venir de un mayor esfuerzo exportador o de una disminución proporcional de las importaciones. Ello exigiría probablemente de una depreciación significativa del dólar en los mercados de cambio y afectaría negativamente las posibilidades de crecimiento de muchos países que hoy tienen en EE UU un mercado indispensable para sus productos de exportación.

Ello forzaría a que Japón y la Comunidad Económica Europea —ya de los doce

con el ingreso de España y Portugal el 1 de enero de 1986— adquieran un mayor dinamismo importador, lo cual no resulta del todo fácil si consideramos que Japón sólo recientemente está haciendo esfuerzos para ampliar sus compras al exterior y que la CEE difícilmente puede abrirse mucho más al exterior si pensamos que está en pleno esfuerzo por consolidar la unidad de su mercado interior —ante los peligros de disolución en una mera zona de libre cambio que muchos temían como inseparablemente asociada a su proceso de ampliación hasta 12 miembros— y que tiene un elevado 11% de desempleo, que podría hacer populares según qué aperturas en pro de la solidaridad económica internacional. Las discusiones sobre la renovación del Acuerdo Multiforame son un buen ejemplo de lo delicado del momento comunitario en este sentido.

Desgraciadamente, y tal como se demuestra por la escasa ayuda al desarrollo de los países pobres, la mayoría de países

piensa que la caridad bien entendida empieza por uno mismo. Y por ello no hay que ser demasiado maximalista en los planteamientos de cambio para la economía internacional.

Quizá ésta no sea una conclusión brillante, pero es, ciertamente, una conclusión altamente positiva si pensamos en que hace sólo cinco o seis años no se veía la manera de resistir hasta que la nueva oleada de progresos tecnológicos permitiera hacer salir a la economía internacional del marasmo en que estaba sumida.

De momento, todo augura un año económico internacional 1986 mejor que el año económico internacional 1985, y esto resulta ya satisfactorio por más que toda una serie de asimetrías e injusticias siempre presentes nos obliguen a reflexionar con espíritu crítico sobre el presente y el futuro de nuestro actual sistema económico internacional.

Francesc Granell

## Precios de exportación de los productos primarios (1976-1985)

(Índice 1980 = 100)

	1976	1977	1978	1979	1981	1982	1983	1984	1985	
									T1	T2
<b>Productos alimentarios</b>	<b>67</b>	<b>77</b>	<b>78</b>	<b>88</b>	<b>89</b>	<b>79</b>	<b>79</b>	<b>77</b>	<b>68</b>	<b>67</b>
Trigo	80	60	72	90	101	91	91	88	85	80
Maíz	49	54	69	84	92	87	83	72	54	56
Arroz	61	66	82	77	113	71	71	70	66	67
Carne de buey	59	64	81	100	91	85	84	79	70	69
Mantequilla	55	62	76	88	92	89	82	71	60	64
Oleaginosos, aceites y grasas	75	92	98	112	96	79	92	112	94	91
Hogazas y harinas de oleag.	83	97	88	97	103	92	106	83	65	59
Pescado	65	73	89	94	102	91	79	83	80	82
Azúcar	41	29	28	35	60	30	30	19	14	12
Café	84	146	95	101	80	78	78	84	83	80
Cacao	84	160	135	127	79	66	82	95	87	86
Té	70	124	99	98	92	92	116	175	143	96
Frutas	59	71	81	86	93	92	91	86	85	103
<b>Materias primas agrícolas</b>	<b>66</b>	<b>73</b>	<b>78</b>	<b>94</b>	<b>92</b>	<b>82</b>	<b>87</b>	<b>91</b>	<b>81</b>	<b>81</b>
Algodón	85	81	80	85	92	78	87	88	79	79
Lana	68	73	76	88	106	98	88	84	69	62
Caucho	55	58	70	90	75	58	75	67	52	55
Cuero y pieles	71	78	100	165	93	86	107	138	124	124
Pulpa de madera	79	73	64	83	100	93	81	93	88	85
Madera de const. e ind.	70	76	84	100	83	72	77	72	62	62
<b>Minerales y metales no férricos (excluyendo el petróleo bruto)</b>	<b>64</b>	<b>67</b>	<b>71</b>	<b>87</b>	<b>96</b>	<b>90</b>	<b>87</b>	<b>87</b>	<b>84</b>	<b>88</b>
Mineral de hierro	80	76	70	84	92	95	92	84	84	85
Metales no férricos	59	63	68	90	88	76	77	75	69	72
<b>Total productos anteriores</b>	<b>66</b>	<b>73</b>	<b>76</b>	<b>88</b>	<b>91</b>	<b>81</b>	<b>82</b>	<b>82</b>	<b>74</b>	<b>75</b>
Petróleo bruto	36	40	40	58	110	105	93	91	90	89
<b>Total</b>	<b>45</b>	<b>50</b>	<b>51</b>	<b>67</b>	<b>104</b>	<b>96</b>	<b>90</b>	<b>88</b>	<b>85</b>	<b>85</b>

Nota: Índices calculados en base dólares de Estados Unidos. Fuente: ONU, 'Boletín Mensual de Estadística'.



Reunión de los ministros de finanzas de Estados Unidos, Japón, República Federal de Alemania, Francia y Reino Unido, en Nueva York, el 22 de septiembre de 1985.

# Indicadores económicos de países de la OCDE

## Estimaciones y previsiones

Conceptos	Años				Semestres	
	1983	1984	1985	1986	1985 II	1987 I
<b>Tasas reales de crecimiento del PNB</b>						
Estados Unidos	3,70	6,80	2,50	2,75	2,75	2,50
Japón	3,00	5,80	5,00	3,50	5,00	3,25
Alemania, R. F.	1,30	2,70	2,25	3,25	5,75	2,25
OCDE-Europa	1,30	2,40	2,25	2,25	3,25	2,25
Total OCDE	2,60	4,90	2,75	2,75	3,25	2,50
<b>Tasas reales de crecimiento de la demanda interna</b>						
Estados Unidos	5,00	8,70	3,50	2,75	3,25	2,25
Japón	1,60	4,00	3,75	4,00	5,00	3,25
Alemania, R. F.	2,00	1,80	1,25	3,00	6,00	2,75
OCDE-Europa	1,00	1,70	2,00	2,50	3,25	2,00
Total OCDE	2,70	5,10	3,00	2,75	3,50	2,25
<b>Inflación (índice de consumo privado)</b>						
Estados Unidos	3,70	3,20	3,00	3,25	2,75	3,50
Japón	1,60	2,10	2,50	1,50	2,00	1,50
Alemania, R. F.	2,90	2,50	2,25	1,25	1,00	1,25
Francia-R. U.-Italia- Canadá	8,70	6,90	6,00	4,50	5,00	4,25
Grecia-Islandia-Portugal- Turquía	27,10	38,40	35,25	30,00	32,00	28,25
Otros países OCDE	7,80	6,90	6,00	5,50	6,00	5,25
Total OCDE	5,30	5,00	4,75	4,50	4,25	4,50
<b>Desempleo</b>						
Estados Unidos	9,60	7,50	7,25	7,25	7,25	7,25
Japón	2,60	2,70	2,50	2,75	2,50	2,75
Alemania, R. F.	—	8,20	8,25	8,00	8,25	7,75
OCDE-Europa	10,50	110,70	11,00	11,00	11,00	11,00
Total OCDE	9,00	8,40	8,25	8,25	8,25	8,25
<b>Saldos balanzas corrientes (miles de millones de dólares)</b>						
Estados Unidos	-41,60	-101,50	-128,00	-146,00	-132,00	-147,00
Japón	20,80	35,00	48,00	57,00	52,00	57,00
Alemania, R. F.	4,10	6,30	13,00	20,00	16,00	18,00
OCDE-Europa	—	10,50	17,00	35,00	26,00	29,00
Total OCDE	-24,80	-63,80	-73,00	-64,00	-66,00	-69,00

Fuente: OCDE.

## Tasas de incremento de los precios de consumo

Países	Media anual				
	1961-1970	1971-1981	1983	1984	1985*
Alemania, R. F.	2,7	5,2	3,3	2,4	2,2
Australia	2,5	10,4	10,1	3,9	7,6
Austria	3,6	6,3	3,3	5,6	2,9
Bélgica	3,0	7,4	7,7	6,3	4,6
Canadá	2,7	8,4	5,9	4,3	4,1
Dinamarca	5,9	10,0	6,9	6,3	3,9
España	6,0	15,2	12,1	11,3	7,4
Estados Unidos	2,8	8,1	3,2	4,3	3,2
Finlandia	5,0	11,3	8,3	7,1	5,1
Francia	4,0	10,0	9,6	7,4	5,3
Grecia	2,1	15,2	20,2	18,5	20,1
Holanda	4,0	7,3	2,8	3,3	2,3
Irlanda	4,8	14,3	10,5	8,6	5,5
Islandia	11,9	34,5	86,7	30,3	32,7
Italia	3,9	14,2	14,6	10,8	9,1
Japón	5,8	8,6	1,9	2,2	1,7
Luxemburgo	2,6	6,8	8,7	5,6	3,2
Noruega	4,5	8,9	8,4	6,2	5,8
Nueva Zelanda	3,8	12,8	7,4	6,2	16,3
Portugal	3,9	18,7	25,5	29,3	15,9
Reino Unido	4,1	13,5	4,6	5,0	5,9
Suecia	4,0	9,5	8,9	8,0	6,7
Suiza	3,3	5,1	3,0	2,9	3,4
Turquía	5,9	33,8	28,8	45,6	40,5
Total OCDE	3,3	9,2	5,2	5,3	4,3

\* Septiembre 1984-septiembre 1985. Fuente: OCDE.

## Tasas reales de crecimiento del producto nacional bruto (PNB)

Países	% en total PNB OCDE-1982	Media 1972-1982	1983	1984	1985	1986
Alemania, R. F.	8,5	2,0	1,5	2,7	2,25	3,25
Australia*	2,1	2,8	0,5	6,3	4,25	4,25
Austria*	0,9	2,6	1,8	2,0	2,75	2,25
Bélgica*	1,1	2,2	-0,1	1,3	1,50	1,50
Canadá*	3,8	2,8	3,3	5,0	4,00	3,00
Dinamarca*	0,7	1,8	2,1	3,5	2,50	3,50
España*	2,4	2,6	2,2	2,2	1,75	2,00
Estados Unidos	40,4	2,2	3,7	6,8	2,50	2,75
Finlandia*	0,7	3,1	2,9	3,0	3,75	2,25
Francia*	7,1	2,7	0,7	1,6	1,00	2,00
Grecia*	0,5	3,1	0,3	2,6	1,50	-1,00
Holanda*	1,8	1,9	1,1	1,7	2,00	2,00
Irlanda	0,2	4,0	-1,8	2,3	0,25	2,25
Islandia	0,0	3,4	-5,7	2,5	2,00	1,25
Italia*	4,6	2,6	-0,4	2,6	2,25	2,50
Japón	14,0	4,3	3,4	5,8	5,00	3,50
Luxemburgo*	0,0	1,7	2,8	4,9	2,50	2,25
Noruega*	0,7	4,0	3,9	3,8	3,00	2,25
Nueva Zelanda*	0,3	1,6	5,3	4,8	0,00	0,25
Portugal*	0,3	3,8	-0,9	-1,5	2,25	2,75
Reino Unido*	6,4	1,5	3,2	2,6	3,25	2,25
Suecia*	1,3	1,6	2,6	3,4	2,25	0,25
Suiza*	1,3	0,6	0,7	2,1	3,75	2,25
Turquía	0,7	5,1	3,3	5,9	4,00	4,50
Total OCDE	100,0	2,5	2,7	4,9	2,75	2,75

\* Producto interior bruto (PIB). Fuente: OCDE.

## Salvos de la balanza por cuenta corriente (Miles de millones de dólares)

Países	1982	1983	1984	1985	1986
Alemania, R. F.	3,4	4,1	6,3	12,75	20,25
Australia	-8,2	-5,9	-8,3	-7,50	-7,25
Austria	0,5	0,3	-0,8	0,00	0,25
Bélgica-Luxemburgo	-2,5	-0,4	-0,2	0,25	1,25
Canadá	2,2	1,4	2,0	0,00	-1,00
Dinamarca	-2,2	-1,2	-1,6	-2,00	-2,25
España	-4,1	-2,5	2,3	2,50	3,25
Estados Unidos	-8,1	-40,8	-101,5	-128,25	-146,00
Finlandia	-0,7	-0,9	0,0	0,00	0,50
Francia	-12,1	-4,4	-0,8	0,75	3,50
Grecia	-1,9	-1,9	-2,1	-3,00	-2,00
Holanda	3,6	3,7	4,9	6,25	6,75
Irlanda	-1,8	-1,1	-0,9	-0,50	-0,50
Islandia	-0,3	-0,1	-0,1	-0,25	-0,25
Italia	-5,7	0,8	-0,30	-7,25	-5,25
Japón	6,9	20,8	35,0	47,50	57,25
Noruega	0,7	2,1	3,2	2,50	1,00
Nueva Zelanda	-1,6	-1,2	-1,4	-1,00	-1,00
Portugal	-3,2	-1,5	-0,5	-0,25	-0,50
Reino Unido	8,1	4,8	1,2	4,25	5,00
Suecia	-3,3	-1,0	0,1	-1,25	-0,50
Suiza	3,9	3,8	3,8	3,50	4,25
Turquía	-0,9	-1,8	-1,4	-1,00	-0,75
Total OCDE	-27,3	-22,8	-63,8	-72,00	-63,00

Fuente: OCDE.

## Déficit públicos en % del PNB

Países	1982	1983	1984	1985	1986
Alemania, R. F.	-3,3	-2,5	-1,9	-1,2	-0,9
Australia*	0,0	-3,8	-3,2	-2,9	-2,5
Austria*	-3,2	-3,8	-2,3	-2,2	-2,3
Bélgica*	-12,5	-13,3	-11,3	-10,0	-9,4
Canadá	-5,0	-6,2	-6,3	-6,5	-5,3
Dinamarca*	-9,1	-7,3	-4,3	-2,4	-0,6
España*	-5,3	-5,3	-5,0	-4,8	-4,6
Estados Unidos	-3,8	-4,1	-3,4	-3,9	-3,7
Finlandia*	-0,4	-1,6	+0,2	+0,7	-0,3
Francia	-2,7	-3,1	-2,8	-3,3	-3,2
Grecia*	-7,3	-9,4	-10,3	-11,6	-9,6
Holanda*	-7,2	-6,6	-6,4	-5,3	-6,6
Irlanda	-14,3	-12,6	-10,5	-12,3	-12,0
Italia*	-12,6	-12,4	-13,5	-13,4	-13,1
Japón	-3,6	-3,5	-2,7	-1,7	-1,1
Noruega*	+4,4	+3,8	+6,2	+5,2	+0,2
Reino Unido	-2,3	-3,7	-3,8	-3,4	-3,6
Suecia*	-6,1	-5,1	-3,3	-2,4	-1,9

\* En % del PIB. Fuente: OCDE.

## Tasas desempleo

Países	1982	1983	1984	1985	1986
Alemania, R. F.	6,7	8,2	8,2	8,25	8,00
Australia	7,1	9,9	8,9	8,25	7,50
Austria	3,4	4,1	4,1	4,25	4,50
Bélgica	11,9	13,2	13,3	13,25	13,50
Canadá	11,1	11,9	11,3	10,50	9,50
Dinamarca	9,8	10,4	10,0	9,00	8,75
España	16,3	17,8	20,6	22,25	22,50
Estados Unidos	9,7	9,6	7,5	7,25	7,25
Finlandia	5,9	6,1	6,1	6,00	6,25
Francia	8,1	8,4	9,9	10,25	10,75
Grecia	5,8	7,4	8,0	8,25	9,00
Holanda	12,4	15,0	15,4	14,50	14,00
Irlanda	11,4	14,1	15,5	16,50	16,75
Islandia	0,7	1,1	1,3	1,00	1,00
Italia	9,0	9,8	10,3	10,25	10,50
Japón	2,4	2,7	2,7	2,50	2,75
Luxemburgo	1,3	1,5	1,7	1,75	1,75
Noruega	2,6	3,3	3,0	2,50	2,25
Nueva Zelanda	5,4	5,0	3,7	4,00	4,75
Portugal	7,6	10,8	10,5	11,00	11,50
Reino Unido	11,0	11,6	11,7	11,75	11,50
Suecia	3,1	3,3	3,1	2,75	3,00
Suiza	0,4	0,9	1,1	0,75	0,50
Turquía	11,5	12,0	12,4	13,00	13,50
Total OCDE	8,3	8,8	8,4	8,25	8,25
Total OCDE (en millones)	29,5	31,7	30,6	30,75	31,25

Fuente: OCDE.

## Desempleo juvenil

Países	1982	1983	1984	1985	1986
Alemania, R. F.	9,6	10,8	10,1	9,75	9,00
Australia	12,9	18,0	16,1	14,30	13,25
Canadá	18,7	19,9	17,9	16,50	15,50
España	36,9	38,9	44,5	47,25	48,00
Estados Unidos	17,0	16,4	13,3	12,50	12,50
Finlandia	10,5	11,3	10,4	10,00	10,50
Francia	19,0	19,7	24,4	25,60	26,50
Italia	29,7	32,0	34,1	34,75	35,75
Japón	4,4	4,5	4,9	4,75	5,00
Noruega	8,1	9,7	7,6	6,00	5,25
Reino Unido	23,1	32,2	21,8	21,50	20,75
Suecia	7,6	8,0	6,0	5,50	6,50
Total	10,7	10,9	10,4	10,25	10,00

# EN TORNO AL SUBMARINO

Ernesto Lowy

Grupo de Informática M.E.C / I.C.E. (U.A.M.)

## I. INTRODUCCION.

Papert uno de los creadores del Logo en su libro "Desafío para la Mente " contrapone a la enseñanza en la escuela un tipo de aprendizaje diferente. Cita a las escuelas de samba brasileñas que preparan los Carnavales durante todo el año, y en la que personas de muy diferentes edades comparten e intercambian sus conocimientos de danza para mostrarlos cuando lleguen las fiestas. Ejemplos semejantes de esta forma no académica de transmisión de conocimientos podemos encontrar en muchos lugares de nuestro país, en todos ellos, si se analizan los resultados obtenidos, se pone en evidencia un gran rendimiento y economía.

¿ Cómo trasladar a nuestra escuela estos esquemas tan productivos ?

En el momento actual, por razones de tipo sociológico o más complejas, el microordenador se ve rodeado de una aureola de prestigio que debe considerarse y aprovecharse. Alrededor del ordenador pueden crearse en el ambiente escolar una especie de "escuelas de samba computacional" en las que se utilice el ordenador además de como un buen instrumento que puede ayudar a resolver un espectro muy amplio de problemas, como una motivación o excusa para desarrollar actividades interesantes de naturaleza muy diversa .

Estas actividades, como en el caso que nos ocupa, pueden articularse alrededor de un eje o núcleo conductor a partir del cual, se puedan abordar distintos problemas bajo una perspectiva



del trabajo. Así pueden incluirse los detalles técnicos de los submarinos alemanes que participaron en la batalla del Atlántico en la segunda guerra mundial. Agrupados en lo que se llamaban "manadas de lobos" atacaban a los convoys aliados para evitar la llegada de suministros. El perfeccionamiento del radar que detectaba a los submarinos en superficie cuando necesariamente debían subir para renovar sus provisiones de oxígeno o los sucesivos perfeccionamientos del sonar que detectaban a los submarinos sumergidos, hicieron que sus éxitos iniciales fueran disminuyendo.

Un tipo de submarino que participó en estas batallas es el que se incluye a continuación.

NOMBRE : Tipo VIIC

PAIS : Alemania

DESPLAZAMIENTO

en superficie : 769 toneladas

en inmersión : 871 toneladas

DIMENSIONES

eslora : 66.5 m

manga : 6.2 m

calado : 4.75 m

PROFUNDIDAD DE INMERSION :

DOTACION : 44 hombres

PLANTA MOTRIZ : motores diesel en superficie (potencia 2800 hp)

motores eléctricos en inmersión (potencia 750 hp) 2 ejes

VELOCIDAD

en superficie : 17.5 nudos

en inmersión : 7.5 nudos

AUTONOMIA

en superficie : 15750 Km a 10 nudos

en inmersión : 150 Km a 4 nudos

ARMAMENTO : un cañón de 88mm un montaje de 37 mm y 2 (después 8) de 20 mm antiaéreos cinco lanzatorpedos de 533 mm (cuatro proeles y uno popel) con 14 torpedos

ELECTRONICA :

---



También se incluyen detalles técnicos de submarinos actuales convencionales como la nave inglesa Upholder, donde se ponen de manifiesto algunos avances que han tenido lugar desde la segunda guerra mundial a pesar de utilizar una tecnología semejante, es decir motores diesel para navegar en superficie y motores eléctricos cuando el desplazamiento se hace en inmersión.

NOMBRE : Upholder

PAIS : Inglaterra

DESPLAZAMIENTO

en superficie : 2160 toneladas

en inmersión : 2400 toneladas

DIMENSIONES

eslora : 70.3 m

manga : 7.6 m

calado : 5.4 m

PROFUNDIDAD DE INMERSION : operacional 300 m y máxima 500 m

DOTACION : 44 hombres

PLANTA MOTRIZ : dos motores diesel con un motor eléctrico que acciona un eje

VELOCIDAD

en superficie : 20 nudos

en inmersión : 12 nudos

AUTONOMIA

en superficie :

en inmersión :

ARMAMENTO : Tubos de lanzar 6 de 533mm a proa 18 torpedos anti submarinos y antibuque de 533 mm o 36 minas de influencia de fondo misiles Sub-Harpoon antibuque profundidad superficie

ELECTRONICA : un radar de descubierta de superficie Tipo 1006 un sonar de proa tipo 2040 un sonar remolcado tipo 2024 un sonar del tipo 2019 un sistema DDC y un sistema ESM

-----

Datos de submarinos nucleares como el americano de la clase Permit uno de los cuales deriva del submarino Gato protagonista de nuestro juego. Puede observarse que se conservan algunas características que aparecen en los comienzos del juego. La utilización en su equipo motriz de un reactor nuclear, por otra parte, le permite

conseguir una gran autonomía ( casi indefinida ) y evita la necesidad de disponer de dos tipos de motores como los convencionales. Sin embargo otras características como la profundidad a la que pueden sumergirse y la velocidad que pueden alcanzar no varían sustancialmente.

NOMBRE : Clase Permit Gato            PAIS : Estados Unidos

DESPLAZAMIENTO

en superficie : 3800 toneladas

en inmersión : 4462 toneladas

DIMENSIONES

eslora : 89.1 m

manga : 9.6 m

calado :8.8 m

PROFUNDIDAD DE INMERSION : operativa 400 m máxima 600 m

DOTACION :

PLANTA MOTRIZ :un reactor nuclear de agua presurizada Westing house 5W con dos turbinas de vapor a un eje

VELOCIDAD

en superficie : 18 nudos

en inmersión : 26 nudos

AUTONOMIA

en superficie :

en inmersión :

ARMAMENTO : tubos lanzatorpedos de 533 mm en el combés 17 torpedos Mk 48 de 533 mm y 6 misiles SUBROC y 4 misiles Subharpon antibuque o bien 6 minas Mk 57, Mk 60 o Mk 67

ELECTRONICA :un radar de descubierta de superficie BPS -11, un sistema sonar BQQ-2 o bien BQQ5 una central de lanzamiento de torpedos Mk 113 o Mk 117 un sistema de comunicaciones via satélite WSC-3 y un sistema de interceptación electrónica.

-----

No siempre dispondremos de datos suficientes para completar la ficha propuesta por lo que deberemos dejar en ocasiones algunos campos en blanco. En otras ocasiones deberemos añadir nuevos datos, borrar algunos incorrectos e incluso en otras ocasiones

será necesario modificar el diseño de la ficha para añadir o eliminar algunos campos.

La consulta a la base de datos puede servir para encontrar relaciones entre diferentes aspectos técnicos de los submarinos y servirá para plantear nuevos problemas y temas de trabajo.

¿ Cual es el submarino más antiguo que llegó a funcionar ?

Puede plantearse aquí una reconstrucción de la historia de los submarinos y en ella analizar el papel de las guerras en los avances tecnológicos.

Después de leer ( o releer) la obra de Julio Verne Veinte Mil Leguas de Viaje Submarino se pueden extraer datos sobre las características de la nave del capitán Nemo, el Nautilus y compararlas con las almacenadas en la base de datos. ¿ hasta que punto se han confirmado las predicciones del autor ?

¿ hay en nuestra base de datos algún submarino diseñado y construido en nuestro país ?

Lo que llevará a analizar el papel de los grandes inventores Narcís Monturiol e Isaac Peral y el escaso apoyo que a las ciencias y a las técnicas se ha venido prestando en nuestro país

¿ Existe un límite en la profundidad a la que se puede sumergir un submarino ?

Esto permitirá relacionar el asunto con las variaciones que experimenta la presión con la profundidad. ¿ por qué no mueren aplastados los peces que nadan a determinadas profundidades? ¿ cuál es la máxima presión a la que puede sumergirse un submarinista sin protección ?

¿ por qué muchos submarinos que aparecen en la base de datos utiliza dos tipos de motores diferentes uno Diesel y otro eléctrico ? ¿ qué ocurre en el caso de los submarinos nucleares ? ¿ qué tiempo puede mantenerse sumergido un submarino? ¿qué inventos se realizaron para conseguir que este tiempo se prolongue (Snorkel)?

¿ A qué se debe el que un submarino tenga un peso superior en el agua que fuera de ella ?  
 Esto permitirá tratar los problemas de flotación a partir del principio de Arquimides.

¿ por qué existen dos velocidades diferentes para el submarino, una sumergido y otra en la superficie ?

¿ cómo se mueven los objetos en el interior del agua ? ¿ qué resistencia ofrece el agua al movimiento ? ¿ qué es la velocidad límite ?

¿ qué es un batiscafo ? ¿cual es la profundidad máxima a la que puede sumergirse uno de estos submarinos ?

Quizás puedan estudiarse en este momento las distintas zonas del mar : la zona costera, la zona abisal ...

En otras ocasiones las consultas a la base de datos pueden dar respuesta a cuestiones como :

¿ cuántos países disponen de submarinos nucleares ?

Estimando el coste de un submarino nuclear y el número de los que dispone un país ¿ qué inversión se ha hecho en este tipo de arma ? ¿ Cómo está relacionada con el producto interior bruto del país ? ¿hay una relación entre este índice y el número de submarinos de que dispone ?

¿ Existe una relación entre la posición geográfica de un país y los submarinos con los que cuenta ?

## **B. ALGUNAS EXPERIENCIAS**

Muchas preguntas que se plantean sugieren la realización de experiencias, observaciones o consultas bibliográficas. Una vez realizadas conviene comunicarlas por escrito con la mayor precisión posible. Esta fase de comunicación es esencial en la ciencia y la técnica. De esta manera otras personas podrán reproducirlas y contrastar sus resultados.

El procesador de textos puede facilitar el proceso de comunicación e intercambio de información sobre experiencias y obser-

vaciones. Así una descripción de una experiencia realizada por un determinado grupo de alumnos, almacenada en un disquete, puede verse enriquecida con las aportaciones de los otros grupos que añaden los resultados de sus propias experiencias. Las siguientes actividades ilustran este punto de vista.

### **Construyendo un submarino**

René Descartes (1596 - 1650 ) propuso la construcción de un juguete submarino, una experiencia que permite estudiar las condiciones de flotabilidad. De esta experiencia se proporcionan objetivo, materiales y procedimiento:

---

#### Objetivo

Comprobar los principios de flotabilidad construyendo un submarino

#### Materiales

Un frasco de boca ancha. Un trozo de goma como el procedente de un globo. Un pequeño frasquito, agua ....

#### Procedimiento

- Llena con agua los dos frascos, el grande hasta el borde y el pequeño hasta las tres cuartas partes de su volumen.

- Cubre la boca de este frasco pequeño con el pulgar y colocalo invertido dentro del otro.

- Estira el trozo de globo y colocalo estirado y en tensión en la boca del frasco grande.

¿ qué ocurre al presionar la membrana de goma con los dedos ? ¿ Puedes dar una explicación al fenómeno? ¿qué observas ? ¿ qué semejanzas puedes encontrar con el funcionamiento de los submarinos reales ?

---

Cada grupo añade al texto anterior, que se ha dado en un

disquete, las respuestas a estas preguntas dando las explicaciones oportunas.

### **Observación del movimiento de los peces**

Observar la forma y el movimiento de los peces en el agua (en una pecera, en un acuario, en videos, en fotografías ...) y en un disquete con un procesador de textos se han incluido las siguientes preguntas :

- ¿ Cómo se mueve un pez ? ¿ para qué utiliza la cola ?
- ¿ Para qué usa cada aleta?
- ¿ qué mantiene a un pez en la dirección debida ?
- ¿ qué es lo que hace que un pez muerto flote ?
- ¿ puedes nadar un pez de arriba abajo ? ¿ y hacia atrás ?
- ¿ hay una forma de pez ? ¿ influye la forma para moverse en el agua ?
- ¿ cómo cambia un pez de velocidad ?
- ¿ cómo cambia un pez de dirección ? ¿ cómo cambia de profundidad ? ¿ puede flotar sin moverse ?

Con el procesador de textos cada grupo da respuesta a estas preguntas y las guarda en el disquete original.

### **Diseño de objetos que se mueven en el agua**

#### Objetivo

Diseñar objetos cuya forma ofrezca la mínima resistencia a la caída en el agua.

#### Material

Probetas de 250 mm<sup>3</sup> - 8 gramos de plastilina - 1 cronometro para medir los tiempos de caída

Después de la investigación cada grupo escribe en el procesador de textos una descripción de los resultados obtenidos. Se pueden añadir las "vistas" del objeto, realizandolas a mano o utilizando un programa de diseño asistido.

### III. SOBRE LOS MARES.

Los microordenadores deben integrarse lo más armoniosamente posible con otros recursos didácticos y entre estos, indudablemente, se cuenta el video. El desarrollo creciente del video interactivo parece ya algo más que una elucubración futurista aunque sin embargo, en el momento actual, está fuera del alcance de la mayoría de nuestras escuelas.

No debemos renunciar, pese a esto, a un intento de utilización conjunta y coordinada de ambos medios. Cada uno de ellos puede prestar diferentes funciones educativas para presentar conocimientos o bien para desarrollar capacidades.

Utilizando unidades didácticas basadas en videos previamente contruidos puede presentarse de una manera muy atractiva información desde diferentes puntos de vista, extendiendo la experiencia y dando una motivación al trabajo posterior.

Los microordenadores por otro lado, ofrecen un nivel de interacción del que no podemos disponer en el medio televisión obligado a seguir una secuencia temporal lineal e inalterable. Sin embargo, aunque un microordenador puede presentar hechos y datos y permite un gran almacenamiento de información esta se ve obligada a estar algo alejada de la realidad al tener que ser esquemática.

Teniendo en cuenta la situación actual en los centros pueden diseñarse actividades en las que se utilicen sucesiva pero coordinadamente el video y el microordenador, en las que el primero se utiliza para presentar aspectos de la realidad y el segundo para concretar y profundizar en algunos de ellos.

En este apartado y como un ejemplo de esto se utilizan videos de la serie Fauna y otros de Cousteau a las que, posteriormente, seguirá la utilización del ordenador.

## A. ESTUDIO DE DIFERENTES ECOSISTEMAS MARINOS

Los alumnos en grupo y después de ver los videos correspondientes trabajan sobre diferentes ecosistemas marinos :

- \* La costa
- \* El reino del coral
- \* La plataforma continental
- \* El mar abierto
- \* Ríos y lagos

En cada uno de ellos se sitúan diferentes especies animales y se realizan estudios más detallados de las que promuevan más curiosidad : tortugas, delfines, tiburones, ballenas ...

El objeto de este trabajo será recopilar información para construir y diseñar una base de datos de especies marinas

### **Una base de datos de animales marinos**

Aronax "invitado forzoso" del capitán Nemo contempla admirado desde las vidrieras del interior del submarino Nautilus la profundidad del mar y trata de clasificar los seres que se encuentran en él. Con gran sabiduría va reconociendo y describiendo las características de los animales que se encuentran en su camino.

Nosotros con un programa gestor de bases de datos y un ordenador no necesitamos utilizar tanto la memoria y podemos clasificar lo que va apareciendo en la pantalla.

El trabajo se puede hacer más fácil si antes se diseña un modelo de ficha en la que incluir los datos que se vayan recogiendo. Puede ser el siguiente :



NOMBRE :  
 CLASE :  
 ORDEN :  
 FAMILIA :  
 LONGITUD :  
 PESO :  
 ALIMENTACION :  
 OTRAS CARACTERISTICAS  
 OBSERVACIONES :

En este modelo y con el programa gestor de base de datos vamos introduciendo los distintos animales.

Las tortugas, esos extraños supervivientes del pasado bien merecen estar en nuestro archivo, así tendremos entre otras

NOMBRE tortuga laud o de caparazon de cuero  
 CLASE :reptiles  
 ORDEN :quelonios  
 FAMILIA :dermoquélidos  
 LONGITUD :1600 a 2500  
 PESO :450 a 950 kg  
 ALIMENTACION :omnivora (peces, crustaceos y algas)  
 OTRAS CARACTERISTICAS  
 diametro del huevo :55-58 mm  
 puesta : 240-350 huevos en 3 fases incubación 55 a 65 días  
 OBSERVACIONES : El caparazon se estrecha en la parte posterior y está atravesado por 7 estrias longitudinales semejantes a quillas.

-----

Los delfines, que no necesitan del sonar para orientarse porque lo llevan puesto, también deben estar en nuestra base de datos

NOMBRE :Delfín común  
 CLASE :Mamíferos  
 ORDEN :cetáceos  
 FAMILIA :delfinidos  
 LONGITUD :1,5 a 2,6 m  
 PESO : más de 75 kg  
 ALIMENTACION : peces pelagicos y cefalópodos  
 OTRAS CARACTERISTICAS :  
 longitud aleta pectoral 0,3m  
 altura aleta dorsal 0,6 m  
 envergadura aleta caudal 0,5 m  
 gestación 9 meses  
 camada una cria  
 OBSERVACIONES : cuerpo esbelto y uniforme.pico muy estrecho.ge-  
 neralmente 40-50 dientes en cada lado de cada mandíbula.

-----

Los muy temibles tiburones de los cuales el más conocido es el que vulgarmente se denomina " devorador de hombres", cuya ficha es :

NOMBRE : Jaqueton  
 CLASE : Condriactios  
 ORDEN :galeiformes  
 FAMILIA : Isuridos  
 LONGITUD :hasta 12 m  
 PESO :  
 ALIMENTACION :mamíferos marinos,tortugas, carroña  
 OTRAS CARACTERISTICAS :  
 OBSERVACIONES : tiene fama de ser el más peligroso de los tibu-  
 rones. color gris azulado en el dorso y blancuzco en el vientre.  
 Grandes dientes triangulares de hasta 7 cm con el borde aserrado.  
 Vive en todos los mares cálidos y no suele aproximarse a la costa.

-----

o los seres más grandes que habitan en los océanos y que tantos problemas dieron al capitán Achab (en el libro de Herman Melville Moby Dick ), las ballenas y cachalotes como el que aparece en la ficha siguiente :

NOMBRE :Ballena azul  
CLASE :Mamiferos  
ORDEN :Cetaceos  
FAMILIA :Balenoptéridos  
LONGITUD :hasta 35 m  
PESO :hasta 130 toneladas  
ALIMENTACION :pequeños crustaceos  
OTRAS CARACTERISTICAS :gestación un año una cria  
OBSERVACIONES : el mayor animal que ha poblado la tierra

## **B. EXCURSIONES**

El trabajo con el video puede completarse y enriquecerse con viajes a lugares de la costa en los que puede recogerse información sobre algunas asuntos relacionados con el mar : las mareas, la llegada de la pesca, especies que se cogen en ese lugar, los precios que alcanzan en la subasta que se realiza en la lonja (para después compararlos con los que se alcanzan en los mercados de la localidad en la que viven), recetas típicas para condimentar la pesca ....

En esta actividad el ordenador puede desempeñar un papel instrumental : un procesador de textos facilita el trabajo de preparación de hojas de trabajo que se emplearán en el viaje, con la hoja de cálculo podrá planificarse el viaje analizando la influencia de factores como gastos, ingresos, kilometros que se van a recorrer ...

Al regreso se actualizarán, con los datos recogidos en el viaje, las bases de datos de que se disponga y entre ellas la de peces y reptiles, con el procesador de textos se realizará la memoria del viaje ...

## **IV. ESTUDIO DEL MOVIMIENTO EN EL AGUA.**

Es muy frecuente en la enseñanza de las ciencias presentar los conceptos de una manera excesivamente académica. Se enseña un

esqueleto formal cuando generalmente es mucho más importante el funcionamiento de ese esqueleto.

Así, como afirma Disessa, al estudiar el movimiento aprendemos más sobre el concepto de fuerza desplazando distintos objetos que utilizando frías definiciones sobre esta.

Por otra parte, si se trata de reproducir algunas pautas del trabajo de los científicos es bastante infrecuente que estos utilicen en su trabajo procedimientos deductivos prefiriendo niveles más heurísticos e imprecisos.

Los micromundos en Logo tratan de recrear ese pensamiento creativo y algo informal. Se extraen subconjuntos de la realidad, esquemas sencillos que se pueden manejar y comprender.

### **SUBMARINO LOGO**

La tortuga hace las veces de un submarino sumergido que se desplaza en el interior del mar. A medida que acelera y aumenta su velocidad también aumenta la resistencia del agua. Así hasta llegar a una velocidad límite ...

#### **A. MANEJANDO UN SUBMARINO LOGO ¿LOCO?**

- Carga el programa Logo y a continuación recupera el archivo que contiene el programa .

- Escribe INICIAR MOVIMIENTO.

A partir de este momento la tortuga " submarino " puede moverse en el espacio comprendido entre la raya que simboliza la superficie del mar y la profundidad límite de nuestro submarino (zona de textos del Logo).

Con las teclas f y n puede aumentarse o disminuirse la fuerza horizontal que se proporciona al submarino. Con las teclas s y b puede hacerse que el submarino ascienda o descienda. Cuando se pulsa s disminuye la masa del submarino mientras que cuando se pulsa b está aumenta. En cada caso el submarino se mueve aceleran-

do hasta que debido a la resistencia que ofrece el agua alcanza la velocidad límite.

Experimenta con diferentes situaciones por ejemplo pulsando una o dos veces sucesivas f y dejando moverse al submarino un cierto tiempo, pulsando una vez f y a continuación s ...

Una vez detenido el movimiento pueden estudiarse las magnitudes que lo caracterizan escribiendo sucesivamente : VER.FUERZAS, VER.MASAS, VER.ESPACIOS, VER.VELOCIDADES, cuyos datos deben recogerse en cada caso para poder utilizarlos en la siguiente actividad.

### B. ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DEL SUBMARINO CON LA HOJA DE CALCULO.

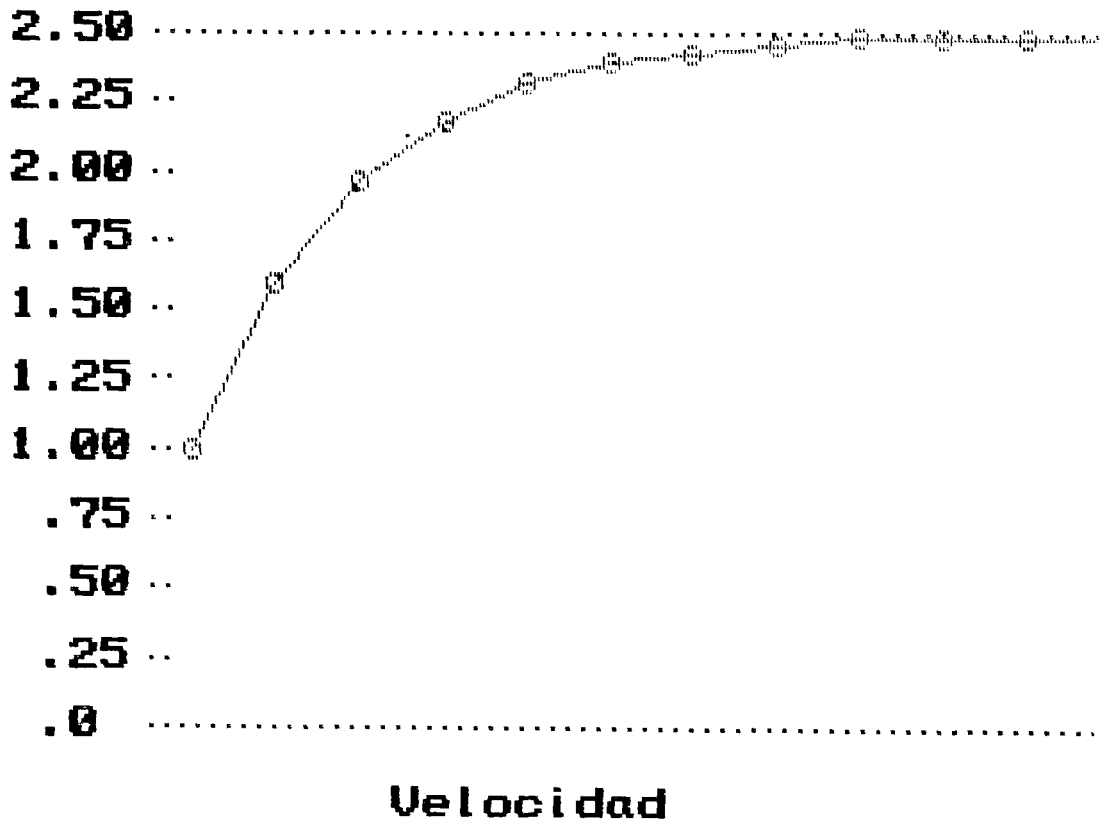
En la actividad anterior se han podido recoger los datos de diferentes situaciones de movimiento del submarino, es decir conocemos las fuerzas, masas, velocidades y espacios recorridos para unos cuantos casos. Podemos llevar estos datos a una hoja de cálculo y calcular la aceleración del submarino en distintos instantes.

V1 A	B	C	D	E	F	
1		Submarino				
2						
3	Masa	Fuerza	velocidad	aceleracion	espacio	
4						
5	1000.00	0.00	0.00		0.00	
6		0.00	0.00		0.00	
7		1000.00	1.00		1.00	
8			1.60	0.60	2.60	
9			1.96	0.36	4.56	
10			2.18	0.22	6.74	
11			2.31	0.13	9.05	
12			2.39	0.08	11.44	
13			2.43	0.04	13.87	
14			2.46	0.03	16.33	
15			2.49	0.03	18.81	
16			2.49	0.00	21.30	
17			2.49	0.00	23.79	
18			2.49	0.00	26.28	

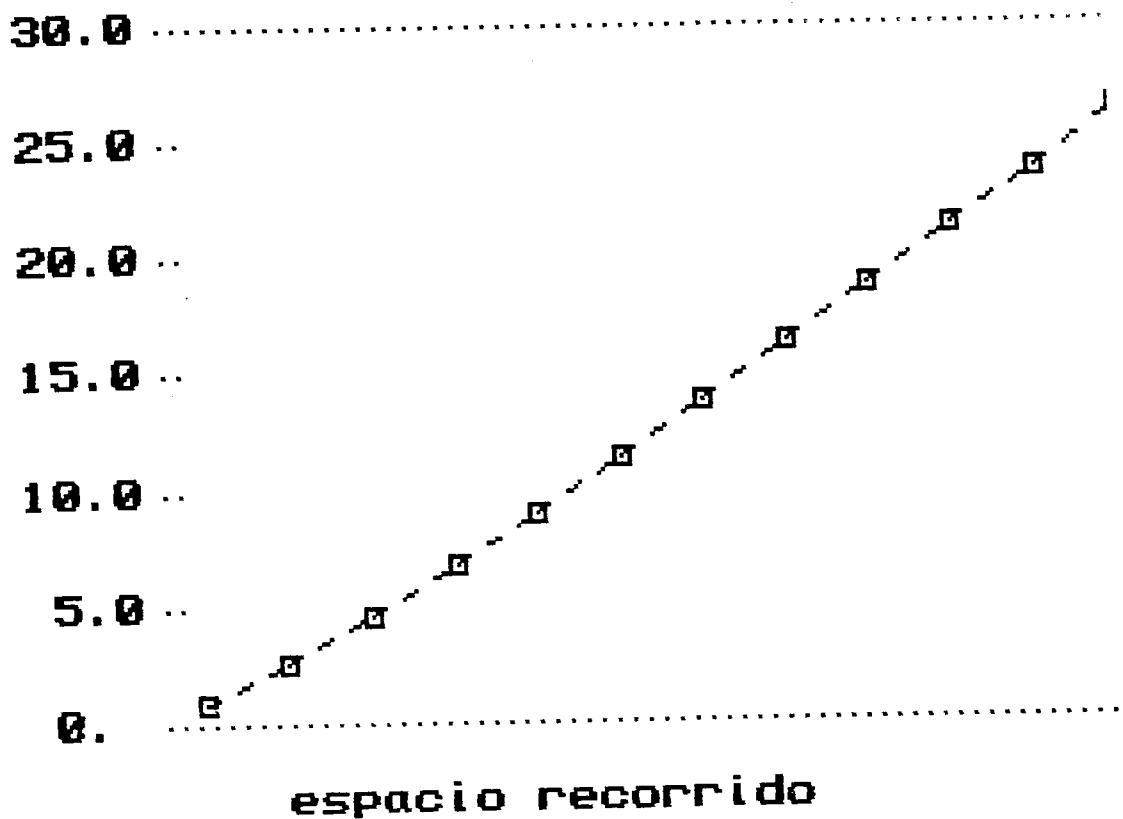
Mod.: B:SUBMARIN 94.5% Funtero: E13 Actual: E13 ID V:1

NUM [C 2 -] (D13 -D12)  
entrada:

A continuación podemos pasar los anteriores datos a un programa de gráficos, lo que nos permite analizar diferentes comportamientos.



Vemos como la velocidad aumenta con el tiempo casi proporcionalmente hasta que adquiere un valor constante (velocidad límite). Este tipo, de comportamiento se traduce en la variación de las distancias recorridas con el tiempo como en siguiente gráfico.



### C. EL PROGRAMA SUBMARINO LOGO

No parece razonable convertir a nuestros alumnos en programadores expertos en ningún lenguaje, sin embargo si pueden disponer de conocimientos de Logo suficientes como para que, la mayoría de ellos, puedan modificar procedimientos previamente construidos e incluso añadir sus propias aportaciones.

#### Leyes del movimiento

Las leyes que gobiernan el movimiento de los cuerpos fueron descubiertas ( o mejor inventadas ) por Isaac Newton y Galileo Galilei en el siglo diecisiete. Sirven para el estudio de los movimientos que se producen a nuestra escala y también sirven para describir el movimiento de aviones y planetas. Nosotros las utilizaremos para describir el movimiento de una tortuga submarino. Necesitaremos para ello expresarlas en forma matemática

Nueva Posición = Posición antigua + velocidad \* intervalo de tiempo

Nueva velocidad = Velocidad antigua + aceleración \* intervalo de tiempo

Aceleración = Suma de fuerzas/masa

Para trasladarlas al ordenador las escribiremos en Logo

```
haz "vx :vx + ( :fx * :it)/ :m
```

```
haz "x :x + :vx * :it
```

Podemos simplificar estas ecuaciones suponiendo que entre dos posiciones se emplea el mismo intervalo de tiempo que tomaremos como 1

Con esto nuestras ecuaciones se convierten en :

```
haz "vx :vx + :fx /:m
```

```
haz "x :x + :vx
```

Para dibujar cada posición utilizamos la primitiva PONPOS que utiliza una lista como entrada, así combinaremos las dos ecuaciones

```
haz "vx :vx + :fx /:m
```

```
haz "x :x + :vx
```

```
ponpos lista :x :y
```

y en las que el valor de y estará determinado por las teclas que se pulsen ( s o b), al mismo tiempo la masa aumenta o disminuye.

La fuerza que actua en el eje x puede aumentarse o disminuirse en la misma cantidad pulsando las teclas f y n o hacerse



cero pulsando o. Al valor de esta fuerza se le debe añadir la resistencia del agua, que se supone proporcional a la velocidad con un coeficiente de proporcionalidad que depende de la forma del objeto que se mueve.

### Procedimientos

Las anteriores ordenes forman parte de los procedimientos que se han utilizado y que listamos a continuación :

para iniciar

bp

haz "x 0

haz "h 0 haz "y 0

haz "fx 0

haz "vx 0

haz "m 1000

haz "l1 [] haz "l2 [] haz "l3 [] haz "l4 []

ponfondo 9 s1 ponpos [-150 70] b1 ponpos [150 70] s1 ponpos [0 0]

gd 90 ponpaleta 0 poncl 2 mt

fin

para movimiento

colocar

controlar

movimiento

fin

para colocar

haz "vx (redondea ( :vx + :fx/ :m - (400 \* :vx ) / :m ) \*100) /100

haz "x :x + :vx

haz "y :h

guardar.datos

ponpos lista :x :y

fin

```
para controlar
haz "com lee.tecla
si :com = "s [haz "m :m - 100 haz "h :h +10]
si :h > 70 [haz "h 70]
si :com = "b [haz "m :m + 100 haz "h :h - 10 ]
si :h < 70 [haz "h -70]
si :com = "f [haz "fx :fx + 1000]
si :com = "n [haz "fx :fx - 1000]
si :com = "o [haz "fx 0]
fin
```

```
para lee.tecla
si tecla? [ devuelve lc ]
devuelve "
fin
```

```
para guardar.datos
haz "l1 pu :fx :l1
haz "l2 pu :vx :l2
haz "l3 pu :x :l3
haz "l4 pu :m :l4
fin
```

```
para ver.fuerzas
pt bt
es :l1
fin
```

```
para ver.velocidades
pt bt
es :l2
fin
```

```
para ver.espacios
pt bt
es :l3
fin
```

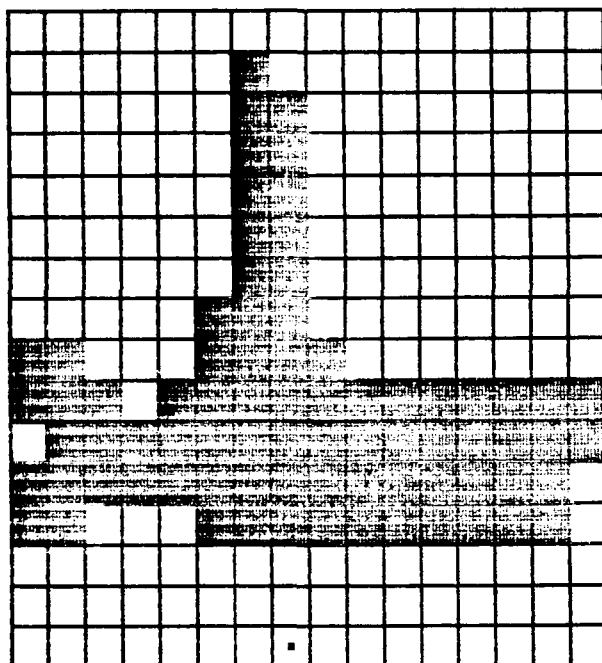
```

para ver.masas
pt bt
es :14
fin

```

#### D. MODIFICACIONES EN EL PROGRAMA

Si se dispone de un programa Logo que lo permita, puede modificarse la forma original de la tortuga para que adquiera la forma deseada. Así se ha hecho a continuación :



Con la primitiva ACTIVA pueden activarse varias tortugas de manera que una actue de barco, otra de torpedo, otra de submarino

El movimiento del submarino sólo se ha producido estando sometido a una fuerza horizontal, puede introducirse la posibilidad de que la fuerza impulsora tenga carácter vectorial y puedan producirse impulsos en cualquier dirección.

Puede introducirse una manera automática de gobierno del submarino señalando previamente el rumbo hacia el que este se dirigirá.

Puede eliminarse la resistencia que ofrece el agua con lo que el submarino aumenta de velocidad con una aceleración constante y movimiento uniformemente acelerado.

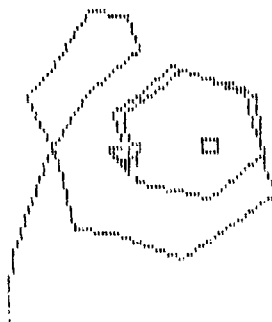
### **SIMULACION DEL MOVIMIENTO DE UN PEZ QUE SE ORIENTA POR EL OLOR**

El invento del submarino consigue, aunque sólo en parte, imitar el movimiento en el agua de los peces, pero muchos de estos poseen además sofisticados sistemas para orientarse en ella que no tienen en absoluto nada que envidiar al radar, el sonar o la radio.

Así el tiburón, una vez que ha detectado la presencia y posición de un pez herido utilizando una especie de nervio que recorre todo su cuerpo y que le sirve para apreciar desde muy lejos variaciones anormales en la presión del agua que pueden proceder de un pez herido, se dirige hacia él. Cuando llega a una cierta distancia empieza a funcionar su olfato, el olor a sangre alcanza sus fosas nasales, excitándole y suministrándole nueva información sobre el punto exacto al que debe dirigirse. Los característicos movimientos laterales de la cabeza del tiburón mientras avanza tienen por objeto barrer un amplio arco para precisar con mayor exactitud la procedencia del olor.

En el programa en Logo que se incluye a continuación se simula un caso mucho menos sofisticado. El procedimiento `ORIENTARSE.HACIA.LA.COMIDA` dota a la tortuga (convertida en un ser acuático) de una "nariz" que detecta la intensidad relativa de un olor (basada en la distancia a la fuente). Cuanto más cerca está el animal de la comida más fuerte es el olor.

Así escribiendo `ORIENTARSE.HACIA.LA.COMIDA 10 70 10` obtenemos :



## **?ORIENTARSE.HACIA.LA.COMIDA 10 70 10**

La tortuga se mueve hacia adelante, vira al azar hacia la derecha y a continuación compara :OLOR.AHORA con :OLOR.ULTIMA.-VEZ. Si el olor se hace más débil (:OLOR.AHORA < :OLOR.ULTIMA.VEZ), el animal gira para compensar (:ANGULO.ORIENTACION.IZQUIERDA).

La definición de estos procedimientos se incluye a continuación :

```
para orientarse.hacia.la.comida :angulo.azar :angulo.orientacion :distancia
inicia.pantalla
haz "distancia.ultima.vez 100
repite 1000 [av :distancia gd azar :angulo.azar oler si :oler.ahora < :oler.ultima.vez [gi :angulo.orientacion]]
fin
```

```

para oler
haz " x primero pos
haz "y ultimo pos
haz "x.fuente 50
haz "y.fuente 50
haz "dif.x :x - :x.fuente
haz "dif.y :y - :y.fuente
haz "distancia.a.la.comida rc (:dif.x * :dif.x + :dif.y * :dif.y)
haz "oler.ahora (1/ :distancia.a.la.comida ) *100
haz "oler.ultima.vez (1/ :distancia.ultima.vez) *100
haz "distancia.ultima.vez :distancia.a.la.comida
fin

```

```

para inicia.pantalla
ventana
bp ot sl ponpos [50 50] bl
repite 4 [av 4 gd 90 ]
sl centro bl mt
fin

```

## V. LA DURA VIDA EN UN SUBMARINO.

### A. UN CONCURSO LITERARIO CON EL PROCESADOR DE TEXTOS

Utilizando como inspiración uno de los dos párrafos siguientes, escribe una narración con tu procesador de textos de una extensión máxima de 25 líneas.

En un submarino nuclear la vida es muy dura. Sumergidos para no poder ser detectados los hombres pierden el sentido del tiempo y aunque utilizando distintos tipos de iluminaciones se trata de simular la noche y el día no siempre se consigue el propósito. Encerrados juntos tanto tiempo los hombres se irritan unos con otros y hay muy graves problemas de convivencia ...

El submarino alemán había sido detectado por uno de los barcos de escolta del convoy inglés y dejaba caer sus cargas de profundidad. Experimentaba grandes sacudidas y sus hombres en silencio esperaban con angustia ...

## B. LA ALIMENTACION A BORDO

Las tripulaciones de un submarino deben acomodarse a muy diferentes situaciones. Durante muchos momentos sumergidos permanecen tumbados en sus literas ahorrando energía y oxígeno, en otros...

Otro problema lo constituyen las provisiones. El submarino alejado de su base durante bastante tiempo debe administrarlas bien y un buen régimen alimenticio no sólo aumenta la eficacia de la misión sino que también garantiza la salud de toda la tripulación.

Sin embargo, a bordo del Nautilus no parece haber problemas de alimentación, el capitán Nemo sorprende a sus anfitriones explicándoles lo que están comiendo, sin embargo Ned Land no está tan de acuerdo y no puede soportar lo que le ofrecen ...

Utilizando la base de datos de alimentos contenida en el Curso de Iniciación de Informática para docentes, imagínate cocinero de un submarino en el que debes confeccionar menús para la tripulación en una situación de gran reposo de la tripulación o en una situación de gran consumo energético.

Tu puedes ser mucho mejor cocinero si, con el procesador de textos, construyes un archivo de platos en los que el pescado sea el principal ingrediente. En el, sin duda, estaría el siguiente plato :

Nombre : Rodajas de merluza fritas y rebozadas

Ingredientes : 6 rodajas de merluza, aceite, harina, 2 huevos sal

Procedimiento de preparación

-Se lavan y sacan las rodajas de merluza

- Se salan ligeramente por las dos caras y después se pasan por el plato de harina también por las dos caras.
- Se pone a calentar el aceite a fuego mediano.
- Se frien de dos en dos hasta que tengan color dorado.

Utilizando la base de datos de alimentos contenida en el Curso de iniciación a la Informática para docentes y que consta de los siguientes campos

ALIMENTO :

VALOR ENERGETICO :

PROTEINAS :

GRASAS :

HIDRATOS DE CARBONO :

MINERALES :

VITAMINAS :

-----

- Analiza el valor alimenticio de este y otros platos.
- Elabora diferentes menus para la tripulación en diferentes situaciones ( gran reposo, gran actividad ... atribuyendo una edad media a la tripulación)

## **VI. LOS CONTACTOS DEL SUBMARINO CON EL EXTERIOR.**

### **A. UNA HISTORIA DE LAS COMUNICACIONES.**

Se utiliza aquí la base sobre dispositivos técnicos que se ha realizado previamente ( apartado VII de Aprender Jugando ) y que dispone de los siguientes campos :



AÑO:

DISPOSITIVO TECNICO:

DESARROLLADO EN:

INVENTOR:

DESARROLLADO EN RESPUESTA A:

CARACTERISTICA PRINCIPAL:

CARACTERISTICA 2ª:

CARACTERISTICA 3ª:

APLICACION EN TIEMPO DE GUERRA:

APLICACION EN TIEMPO DE PAZ:

Podemos seguir a través de esta base de datos el desarrollo de los inventos y tecnología en el campo de las comunicaciones.

Los primeros intentos en el desarrollo del telegrafo, la implantación del Morse, los primeros experimentos en la telegrafia sin hilos, las primeras transmisiones a través del Atlántico.

Podemos localizar inventos particulares que interesen especialmente : el radar, el sonar ...que tuvieron una importancia fundamental en el desarrollo de la segunda guerra mundial.

¿ Existen algunas pautas en los inventos que realizan las personas de un determinado pais ?

Analizar los inventos que se han realizado durante los años de la Primera y Segunda Guerra Mundial . ¿ qué inventos se hicieron durante esos periodos ? ¿ Afectan las guerras a los inventos que se hacen durante ese tiempo ? ¿ hay períodos en los que aparecen muchos inventos relacionados ?

## **B. UTILIZANDO UN MORSE EN LOGO**

En el juego Gato el submarino se comunica en ocasiones con el lenguaje Morse cuya traducción al lenguaje habitual debe realizarse. Con el programa en Logo que se incluye aquí podemos :

- Pasar de castellano a Morse ( con el sonido correspondiente)

- Pasar de Morse a castellano

para ello deben realizar las siguientes operaciones :

- Cargar el Logo, a continuación el programa Morse y escribir Mensaje

- Elegir la opción adecuada.

### Actividad

La mitad de los alumnos de un curso se imaginan en el exterior deseando comunicarse con los marineros de un submarino que lleve muchos días sin regresar a tierra . Los telegramas que se envíen sólo pueden contener un máximo de veinte palabras.

- Escribir telegramas dirigidos a los tripulantes del submarino que llevan dos meses en el mar comunicando mensajes como el nacimiento de un hijo, el casamiento de la novia de un tripulante con otro, la situación de un equipo deportivo del cual un tripulante es seguidor ....

- Escoger la opción 1 del programa que permite traducir un mensaje en castellano a Morse e introducir sucesivamente las distintas frases, obtener una copia traducida de cada una de ellas

La otra mitad de la clase se supone en el interior del submarino y recibe los telegramas anteriores.

- Escoger la opción 2 del programa que permite traducir de Morse a castellano los mensajes anteriores. En esta opción los puntos y rayas correspondientes a cada letra deben separarse entre corchetes.

- Responder a estos mensajes y utilizando la opción 1 traducirlos a Morse

- Los alumnos situados en el exterior escogiendo la opción 2 traducen de nuevo al castellano los mensajes recibidos.

### C. UN ESTUDIO DEL PROGRAMA MORSE

Una de las características del lenguaje de programación Logo es su facilidad para el manejo de listas.

En los procedimientos `traducir1`, `traducir2`, `pon.traducción1`, `pon.traducción2`, `buscar1`, `buscar2` se muestra esta particularidad manejando una lista que se introduce en el procedimiento `mensaje`. El procedimiento `elegir`, por otra parte, permite elegir la traducción que se quiere realizar

```
para mensaje
```

```
haz "t ll
```

```
elegir
```

```
fin
```

```
para elegir
```

```
haz "a lc
```

```
si :a = "1 [mensaje traducir1 :t]
```

```
si :a = "2 [mensaje traducir2 :t]
```

```
si no vacio? lc [elegir]
```

```
fin
```

```
para traducir1 :h
```

```
haz "l []
```

```
haz "x [0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f g h i j k l m n o p q r s  
t u v w x y z . ?]
```

```
haz "codigos [ [- - - -] [. - - - -] .....]
```

```
pontraduccion1 :h
```

```
es :l
```

```
son :l
```

```
fin
```

```
para pon.traduccion1
```

```
si vacio? :h [alto]
```

```
haz "t buscar1 primero :h codigos l
```

```
haz "l pu :t :l
```

```
pon.traduccion1 mp :h
```

```
fin
```

```

para buscar1 :ob :x :n
si :ob = primero :x [devuelve elemento :n :codigos :n +1]
devuelve buscar1 :ob mp :x :n + 1
fin

```

```

para son :l
si vacio? :l [alto]
tocar primero :l
son mp :l
fin

```

```

para tocar :m
si vacio? :m [alto]
si primero :m = " - [tono 440 10]
si primero :m = " . [tono 440 2]
si primero :m = " [tono 440 40]
fin

```

```

para traducir2 :h
haz "l []
haz "x [0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 a b c d e f g h i j k l m n o p q r s
t u v w x y z . ?]
haz "codigos [ [- - - -] [. - - - -] .....]
pontraduccion1 :h
es :l
fin

```

```

para pon.traduccion2
si vacio? :h [alto]
haz "t buscar1 primero :h codigos l
haz "l pu :t :l
pon.traduccion2 mp :h
fin

```

```

para buscar2 :ob :x :n
si :ob = primero :x [devuelve elemento :n :codigos :n +1]
devuelve buscar2 :ob mp :x :n + 1
fin

```

## VII. UN SUBMARINO MUSICAL.

### A. EL PROCEDIMIENTO INTERPRETA

De características muy similares a los procedimientos pon.-traduccion1 y pon.traduccion2 que se utilizaron en el apartado anterior, el procedimiento interpreta permite introducir las notas de una melodía en notación convencional y a continuación la duración de estas. Pon.musica y buscar realizan la traducción a las frecuencias correspondientes, que tocar ( que incluye la primitiva tono) se encarga de ejecutar.

```

para interpreta :h
haz "ln [do4 do4# re4 re4# mi4 fa4 fa4# sol4 sol4# la4 la4# si4
do5 do5# re5 re5# mi5 fa5 fa5# sol5 sol5# la5 la5# si5 s]
haz "f [131 139 147 156 165 175 185 196 208 220 233 247 262 277
294 311 330 349 370 392 415 440 466 494 19000]
es [que velocidad ]
haz "v primero ]]
pon.musica :h
es [un momento por favor ]
tocar :|
fin

```

```

para pon.musica :h
si vacio? :h [alto]
haz "duracion :v/ultimo :h
haz "nota buscar primero :h :ln 1
haz "| pu lista :nota :duracion :|
pon.musica mp mp :h
fin

```

```

para buscar :ob :ln :n
si :ob = primero :ln [devuelve elemento :n :f]
devuelve buscar :ob mp :ln :n +1
fin

```

```

para tocar
si vacio? :m [alto]
tono primero primero :m ultimo primero :m
tocar mp :m
fin

```

## B. INTERPRETANDO ALGUNOS COMPASES DE YELLOW SUBMARINE

Los Beatles, el famoso conjunto musical inglés también se ocupó de los submarinos.

Aplicaremos el procedimiento interpreta a una lista que incluye las notas de algunos compases de Yellow Submarine en el procedimiento submarino amarillo.

```

para submarino.amarillo
interpreta [sol5 4 sol5 4 sol5 4 la5 4 re5 4 re5 8 re5 4 re5 8
re5 4 s 4 re5 4 re5 8 re5 4 re5 8 re5 4 do5 4 do5 8 do5 4 do5 8
do5 4 s 4 sol5 4 sol5 4 sol5 4 la5 4 re5 4 re5 8 re5 4 re5 8 re5 4
s 4 re5 4 re5 8 re5 4 re5 8 re5 4 do5 4 do5 8 do5 4 do5 8 do5 4 s
4 mi5 4 fa5 8 sol5 2 sol5 4 mi4 4 re5 4 mi5 4 do5 2 mi5 4 mi5 4
re5 4 do5 4 la4 4 la4 4 la4 4 mi5 4 mi5 4 re5 2 s4 mi5 4 fa5 8
sol5 2 sol5 4 mi4 4 re5 4 mi5 4 do5 2 mi5 4 mi5 4 re5 4 do5 4 la4
4 la4 4 la4 4 mi5 4 mi5 4 re5 2 s4 ]
fin

```

Así al escribir submarino.amarillo se puede escuchar algo que recuerda a dicha canción, después de un tiempo de espera y dar un tempo de 30.

# 25.000 KILOMETROS DE VIAJES SUBMARINOS

José Martín-Maestro Pérez.

Grupo de Informática del MEC / ICE (U.A.M.)

## I. INTRODUCCION.

Nos planteamos esta aplicación didáctica de la hoja de cálculo dirigiéndola fundamentalmente hacia niveles de 2º Grado de Formación Profesional o correspondientes en el futuro Bachillerato Técnico Industrial, si bien la variedad de temas que abarca el estudio de los motores térmicos: físicos, químicos, matemáticos, mecánicos, termodinámicos, etc., hacen que su ámbito de aplicación pueda ser, con pequeñas modificaciones, cualquiera de las áreas antes mencionadas.

La virtualidad fundamental que queremos destacar de una hoja de cálculo en esta aplicación, no es tanto su capacidad de calcular rápidamente una matriz compleja de ecuaciones o representar adecuadamente unos resultados en función de una serie de variables independientes, sino la posibilidad de que al construir, ejecutar, rediseñar y sobre todo evaluar los resultados, el usuario puede llegar a abstraer el concepto de una determinada entidad de cualquier tipo: físico, matemático, etc., y las relaciones que pudieran haber entre ellas. Temperatura, densidad, poder calorífico y potencia son conceptos cuya definición rigurosa desde un punto de vista teórico, precisa de una extensión y finura de planteamientos que no garantizan su comprensión e interrelación con otras magnitudes por parte del alumno. El hecho de modificar los valores de las mismas y ver que sucede con el resto, acerca conceptualmente más a ellas en la mayoría de los casos, que farragosas explicaciones desprovistas de análisis comparativos.

Dentro del marco interdisciplinar que nos ofrece el programa GATO, vamos a abordar el aspecto relativo a la propulsión de los submarinos convencionales, si es que a una máquina de varios miles de toneladas y destinada a viajar bajo el agua puede llamarse así. La diferencia fundamental de los llamados submarinos conven-

cionales con los nucleares radica en la forma de obtener la energía de propulsión. Mientras que estos últimos disponen de un reactor nuclear para generar el vapor que acciona las turbinas que a su vez mueven la hélices, los primeros disponen de motores Diesel y eléctricos para el mismo fin. El centro de nuestro estudio va a ser los motores térmicos de encendido por compresión (ciclo Diesel) ya que son los que proporcionan al submarino una auténtica autonomía. Desde la aparición del "snorkel" los submarinos convencionales pueden viajar sumergidos por medio de sus motores Diesel durante largos periodos. De esta forma recargan las baterías que alimentan a los motores eléctricos que utilizan para navegar a profundidades mayores de las que permite el "snorkel" (alrededor de 15 m). El "snorkel" consiste en un tubo situado en la torreta del submarino junto al periscopio y provisto de una válvula de flotación en el extremo para impedir la entrada de agua. Su misión era permitir la entrada de aire para el funcionamiento de los motores Diesel.

## II. LA "POTENTE" HERRAMIENTA.

Utilizaremos la hoja electrónica del Open Access que además de ofrecer unas altas prestaciones, está a disposición de los centros del Proyecto Atenea. En cualquier caso, el uso de un tipo u otro de hoja de cálculo es indiferente con la filosofía del estudio planteado. El conocimiento del funcionamiento de la hoja no tiene porque ser exhaustivo, si bien su conocimiento en profundidad facilitará y mejorará el diseño de los modelos propuestos.

Antes de empezar, recomendamos que el usuario se familiarice, con un simple repaso en el manual, de algunos de los comandos más simples de la hoja. El uso de comandos más avanzados se explicará en el desarrollo de la aplicación. Estos comandos primarios pudieran ser los siguientes:

BLANCO	INSERTAR	RECALCULAR
COPIAR	IMPRIMIR	VENTANA
EDITAR	TERMINAR	BORRAR



Suponemos que el usuario sabe como moverse a través de la hoja con los cursores y el paso de modo entrada a modo comando (mediante F2 y ESCAPE). También para empezar, sólo es necesario conocer las opciones SELECCIONAR y NUEVO del menú de entrada a la hoja de cálculo.

Como el diseño realizado está sujeto a mejoras y variaciones, a medida que describamos el funcionamiento de los tres modelos de hoja que emplearemos, no detallaremos su construcción para evitar que el texto se convierta en una secuencia de coordenadas de celdillas, salvo en algún caso. De todas formas, en los tres anexos finales, se da un resumen del listado de los tres modelos propuestos: GATO.FMD, SUB.FMD y COMPARAT.FMD.

### III. ANALISIS COMPARATIVO DE MOTORES TERMICOS.

Antes de empezar el estudio de los motores, queremos dar una simple aproximación teórica a algunos términos que vamos a utilizar, intentando no caer en el fárrago que antes mencionábamos.

Los datos obtenidos del motor de los que partimos son los siguientes:

Tipo y ciclo:	Diesel - 4 tiempos
n: n° de cilindros:	12
Disposición:	en V a 60°
D: Diámetro (mm):	230.00
S: Carrera (mm):	270.00
N: Régimen (R.P.M.):	880.00

Para el dosado, tomamos uno bastante usual en los motores Diesel ( $F = 1/20$ ). El dosado se define como la relación entre la cantidad de combustible y la cantidad de aire que forman la mezcla:

$$F = M_f / M_a$$

pero como lo que realmente podemos medir es la cantidad de combustible o aire que entra por unidad de tiempo en los cilindros:

Ga: Gasto másico de aire: Cantidad de aire absorbida por el motor por unidad de tiempo. Se suele expresar en gramos por segundo o kilogramo por hora.

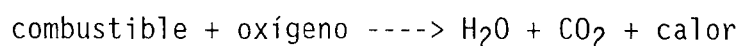
Gf: Gasto másico de combustible: Cantidad de combustible que absorbe el motor por unidad de tiempo. Se mide en las mismas unidades que Ga.

podemos, por tanto, definir el dosado como:

$$F = Gf/Ga$$

Se trata pues de un número adimensional.

El significado físico del dosado se puede representar como la cantidad de aire que hace falta (comburente) para que se pueda quemar (oxidar) todo el gas-oil (combustible) que entra en los cilindros. En condiciones ideales, el dosado sería el estequiométrico, es decir, el resultante de ajustar molecularmente la reacción de oxidación que se produce en los cilindros



sin embargo, como el proceso no es ideal y para facilitar la combustión y evitar que parte del gas-oil se pierda sin quemar por el escape, con un aumento alarmante del nivel de humos y disminución del rendimiento termodinámico, siempre se trabaja con exceso de aire. El dosado estequiométrico estaría alrededor de 1/15.

Se define el rendimiento volumétrico como la relación entre la masa de mezcla realmente admitida por los cilindros por unidad de tiempo y la masa teórica total que geoméricamente podría llenarlos, siempre por unidad de tiempo. Es por tanto, un indicador del grado de llenado. Como en un motor Diesel lo que se suministra a los cilindros es aire y en virtud de las leyes de Dalton, podemos expresar el rendimiento volumétrico como:

$$\mu_v = G_a / ( V_t * N/2 * \delta_a )$$

El rendimiento volumétrico depende de muchos factores, como son el nº de revoluciones, el grado de admisión, la presión de alimentación, la temperatura exterior, las secciones de paso de las válvulas y forma de las mismas, el nº de válvulas por cilindro, el nº de cilindros, la relación carrera/diámetro, el cruce de la distribución, la forma y la longitud del conducto de admisión, la relación de compresión, etc. Al depender de tantos factores, su evaluación sólo puede hacerse experimentalmente. Hemos supuesto un rendimiento volumétrico de 0.85 que es un valor normal para el tipo de motor Diesel lento de que se trata.

El rendimiento efectivo es otro parámetro que puede considerarse como producto de otros dos: el rendimiento indicado o termodinámico y el rendimiento mecánico. El primero mide la aproximación del ciclo termodinámico real al ciclo teórico ideal que se considera adiabático y reversible. El segundo se define como la relación entre la potencia entregada por el motor o potencia efectiva y la potencia teórica que se obtendría del combustible, supuesto el proceso sin pérdidas mecánicas por fricción, accionamiento de la distribución, bombeo de la carga y accionamientos de elementos auxiliares. Se ha considerado un rendimiento efectivo global de aproximadamente 0.49, también dentro de lo normal para el caso que nos ocupa.

El poder calorífico inferior de un fuel o gas-oil es del orden de 40,000 KJ/Kg a presión constante. Se refiere a la cantidad de calor (sinónimo de trabajo) que se puede obtener de la combustión de una determinada cantidad de un combustible.

Las condiciones ambientales en que trabaja nuestro motor hemos considerado que son las standard, es decir, 20°C y 1 bar.

Todos los parámetros hasta aquí considerados pueden considerarse datos para el cálculo de un motor. A partir de estos, podemos obtener los valores de sus características fundamentales, tales

como potencia y par, gasto másico de combustible, consumo específico, etc., que es lo que abordamos a continuación.

Partiendo de los datos de uno de los motores que podían llevar los submarinos tipo GATO, vamos a calcular sus parámetros fundamentales. Este tipo de motores marinos, llamados Diesel lentos, admiten muy bien la sobrealimentación, es decir el aumento de presión y por tanto, densidad del aire de admisión sin grandes modificaciones estructurales. Por tanto, supondremos que los sobrealimentamos para ver como se modifican sus prestaciones y las del submarino.

De paso, aprovechamos para comparar los dos tipos de sobrealimentación fundamentales: por compresor volumétrico y por turbocompresor. En ambos casos veremos la influencia de intercalar un intercambiador de calor (intercooler) entre el compresor y el motor para bajar la temperatura del aire de admisión. Este recurso empleado en la mayoría de los motores sobrealimentados para vehículos terrestres, encuentra su ámbito de aplicación ideal en vehículos marinos o fluviales, donde se dispone de un foco frío como es el agua con un gradiente de temperatura respecto a los gases comprimidos mucho mayor. Finalmente, introduciremos la solución de reducir el dosado (relación entre combustible y aire que forman la mezcla), para ver si una mezcla pobre mejora los consumos y la autonomía.

Esta aparente complejidad en el estudio comparativo que nos proponemos hacer, dado la multiplicidad de soluciones que queremos comparar, encuentra una herramienta ideal y potente en una hoja de cálculo, donde un planteamiento inicial puede ser variado infinitas veces sin variar fundamentalmente el modelo básico.

En función de los resultados que muestren los casos analizados, podíamos jugar a ser un nuevo capitán Nemo o almirante Doenitz y adoptar aquella solución óptima para el desarrollo de una misión o para el planteamiento estratégico de una campaña.

Los casos analizados serán:

- CASO 1: Motor Diesel atmosférico.  
 CASO 2: Motor Diesel con compresor volumétrico ROOTS.  
 CASO 3: Motor Diesel con comresor volumétrico ROOTS e intercooler.  
 CASO 4: Motor Diesel con compresor volumétrico ROOTS, intercooler y dosado reducido.  
 CASO 5: Motor Diesel con turbocompresor GARRET.  
 CASO 6: Motor Diesel con turbocompresor GARRET e intercooler.  
 CASO 7: Motor Diesel con turbocompresor GARRET, intercooler y dosado reducido.

#### IV. CASO 1.: UN VETERANO PERCHERON.

Una vez arrancado el Open Access y en el entorno de la hoja de cálculo, daremos un nombre a nuestro modelo. Automáticamente, se le asigna la extensión.FMD. Nosotros le daremos el nombre de GATO. Los datos de partida referentes al motor atmosférico son los siguientes:

```

CASO 1.: MOTOR DIESEL ATMOSFERICO FAIRBANKS MORSE.
DATOS DE PARTIDA :
Tipo y ciclo : Diesel-4T
n:No. de cilindros : 12.00
Disposición : en V a 60°
D:Diametro (mm): 230.00
S:Carrera (mm): 270.00
N:Regimen (R.P.M.) : 880.00
F:Dosado (1/20) : 0.05
μv:Rendim. volumétrico: 0.85
μe:Rendim. efectivo : 0.49
Hp: Potencia calorífica del fuel(KJ/Kg) : 40000.00
δa:Densidad aire a 1 bar y 20°C (Kg/m3) : 1.20
T1:Temper. aire admisión(°K): 293.00
P1:Presión en admisión (bar): 1.00
=====

```

Las fórmulas empleadas para obtener los parámetros fundamentales son las descritas más abajo.

```

*
*
* CASO 1.: FORMULAS EMPLEADAS.
*
* Vt:Cilindrada total (litros) :          Vt = S.n.π.D²/4
*
* Cm:Velocid. media del pistón (m/s) :   Cm = 2.S.N
*
* pme:Presión media efectiva (bar) :     pme = μv.δa.F.Hp.μe
*
* Ne:Potencia efectiva (Kw) :            Ne = pme.Vt.N/2
*
* Me:Par motor efectivo (m.N) :          Me = Ne.60/(2.π.N)
*
* Ga:Gasto másico de aire (gr/s) :       Ga = μv.δa.Vt.N/2
*
* Gf:Gasto másico de fuel (gr/s) :       Gf = F.Ga
*
* Gef:Consumo específico (gr/Kw.h) :     Gef = Gf/Ne
*
=====

```

Para el cálculo de variables, expresaremos estas variables en función de las celdillas que ocupan los términos que intervienen en la fórmula que da el valor de esa determinada variable, por ejemplo si tenemos dispuestos los datos de S, n y D en las celdillas:

```

S -----> C10
n -----> C9
D -----> C9

```

para calcular la cilindrada total Vt, deberemos poner en la celdilla donde deba aparecer Vt la siguiente expresión:

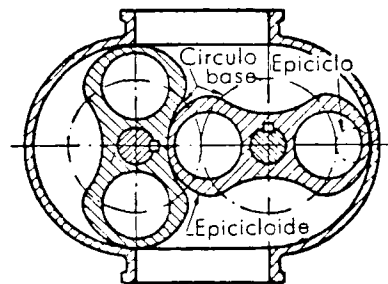
$$3.14 * C10 * C7 * Pot(C9,2) / 4 / 1E6$$

La división por 1E6 (10 elevado a 6) es necesaria para que nos dé la cilindrada en litros, ya que los datos de carrera y diámetro están expresados en mm.



compresores son los volumétricos y los turbocompresores. Existen importantes diferencias entre ellos.

Los compresores volumétricos necesitan un accionamiento mecánico que generalmente obtienen del propio motor, con lo cual si bien aumentan la potencia total, la potencia efectiva útil se obtiene restando la potencia que consume el propio compresor. Proporcionan un caudal continuo de aire comprimido desde un régimen bajo de revoluciones con lo que su tiempo de respuesta es inapreciable. Por contra son pesados, de alto coste, muy sensibles al desgaste por dificultades de lubricación y su rendimiento baja mucho al crecer el régimen del motor. De todos los tipos de compresores volumétricos, el tipo ROOTS es el que minimiza todos estos inconvenientes.



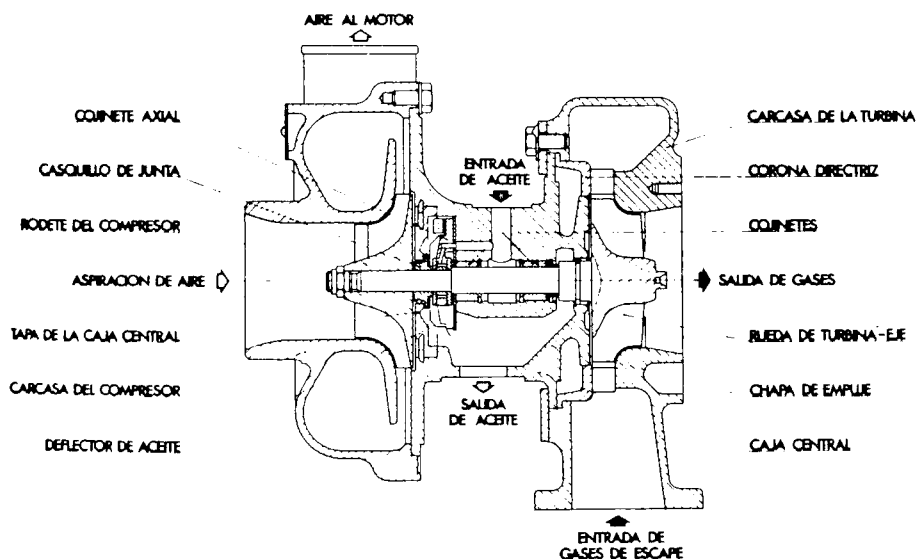
SECCION DE UN COMPRESOR VOLUMETRICO TIPO ROOTS.

Los turbocompresores, vulgarmente conocidos como TURBOS, son llamados así porque constan de un compresor centrífugo montado en un mismo eje con una turbina generalmente de flujo axial, aunque en algunas aplicaciones se utiliza el flujo radial centrípeto, accionada por los gases de escape. Esto último quiere decir que no consumen potencia del motor, ya que son movidos por la energía residual de los gases de escape que no son aprovechados en otro tipo de motores.

Son capaces de girar a unas velocidades muy altas (hasta 100,000 RPM), su tamaño es reducido y por no necesitar un acoplamiento mecánico para su accionamiento, su ubicación junto al motor



es muy flexible. Sus necesidades de lubricación se centran exclusivamente en el eje ya que no existe fricción entre los elementos móviles y estáticos del compresor y turbina.



SECCION DE UN TURBOCOMPRESOR GARRET.

Sus inconvenientes son un tiempo de respuesta elevado ya que a bajas revoluciones su rendimiento es muy pequeño, aunque este problema sea secundario en un caso como el nuestro, donde se trata de un motor marino lento y practicamente estacionario.

En motores rápidos y de encendido provocado (ciclo OTTO) donde el turbo puede girar a muy altas revoluciones y el flujo de gases de escape es elevado y de alta temperatura, aparecen problemas de lubricación en el eje de grupo compresor-turbina que puede llegar a griparlo; por ejemplo, si después de estar funcionando un motor a plena carga durante un tiempo prolongado, se produce una parada, el aceite situado en el eje puede llegar a carbonizarse ya que la bomba de aceite deja de hacer circular el aceite por el eje del turbo al pararse el motor. En la siguiente arrancada, la falta de circulación de aceite por los cojinetes del eje del turbo, por

la obturación que produjo la carbonización anterior, causará la irremisible rotura del grupo turbocompresor. En nuestro caso de motor Diesel lento y con un dosado con exceso de aire, las tensiones térmicas que pueden producirse están muy lejos de estos extremos.

Vamos, pues, a ver como sin modificar estructuralmente el motor atmosférico, cosa factible en nuestro motor marino Diesel, ya que el sobredimensionamiento dinámico con que se construyen estos motores lo permite, se modifican las prestaciones del mismo.

Usaremos los mismos datos de partida del caso 1 y los datos del compresor ROOTS empleado:

```

=====
CASO 2.: MOTOR CON COMPRESOR VOLUMETRICO TIPO ROOTS.
           $\mu_v$ :                0.85
           $\mu_e$ :                0.49
DATOS COMPRESOR VOLUMETRICO TIPO ROOTS :
Rc:Relación de compresión del compresor (P2/P1) :      1.80
 $\mu_c$ :Rendim. del compresor :                0.70
Cp:Calor específico del aire a presión cte.(KJ/Kg.°K):  1.00
 $\Gamma$ :Relación de calores específicos del
  aire a P y V ctes.:                1.40
Presión de disparo de la "waste-gate"(bar) :          1.80
=====

```

El compresor incorpora una válvula de descarga, llamada usualmente "waste-gate", cuya misión consiste en limitar la presión de soplado del compresor hasta un cierto valor, alcanzado el cual la válvula se abre y por medio de un "by-pass" descarga el aire sobrante a la atmósfera.

Calcularemos las nuevas variables por medio de las siguientes fórmulas:

```

=====
*
* CASO 2.: FORMULAS EMPLEADAS.
*
* P2:Presión a la salida del compresor (bar) :      P2=Rc.P1
* T2:Temperatura del aire a la salida
*   del compresor (°K) :      T2 = T1*[(pot(Rc,(Γ-1/Γ))-1)/μc+1]
* Wec:Trabajo por unidad de masa
*   del compresor (KJ/Kg) :      Wec = Cp.(T2-T1)
* δ2:Densidad del aire a la salida
*   del compresor (Kg/m3) :      δ2 = δa.P2.T1/(P1.T2)
*
* Ga:Gasto másico de aire (gr/s) :      Ga = μv.δ2.Vt.N/2
*
* pme:Presión media efectiva (bar) :      pme = μv.δ2.F.Hp.μe
*
* Nec:Potencia absorbida por el compresor (Kw) :      Nec = Ga.Wec
*
* Neu:Potencia efectiva útil (Kw) :      Neu = Ne - Nec
*
* Me:Par motor efectivo (m.N) :      Me = Neu.60/(2.π.N)
*
* Gef:Consumo específico (gr/Kw.h) :      Gef = Gf/Neu
*
=====

```

Para calcular las variables por medio de la hoja de cálculo, introduciremos las coordenadas de las celdillas adecuadas, en cada caso, en el valor de la fórmula empleada para el cálculo, bien sea de los datos de partida del motor atmosférico o datos del compresor.

Así obtenemos, los siguientes resultados con los incrementos absolutos o en tanto por ciento de las variables más significativas:

```

=====
*
* CASO 2.: CALCULO DE VARIABLES.
*
* P1 : 1.00 bar
* P2 : 1.80 bar
* T2 : 369.54 °K = 96.54 °C
* δ2 : 1.71 Kg/m3
* Wec : 76.54 KJ/Kg
* Ga : 1436.31 gr/s = 5170.72 Kg/h
* Nec : 109.94 Kw = 149.52 CV
* pme : 14.36 bar = 14.65 Kg/cm²
* Ne : 1416.67 Kw = 1926.67 CV
* Neu : 1306.73 Kw = 1777.15 CV
* Me : 14187.15 m.N = 1447.67 m.Kg
* Gf : 71.62 gr/s = 258.54 Kg/h
* Gef : 197.85 gr/Kw.h
*
*
*
*
*
*
*
*
=====
*
* CASO 2.:INCREMENTOS.
*
*
* T2-T1(°C): 76.54
* εδ : 42.72%
*
* εGa : 42.72%
*
* εpme : 42.72%
*
* εNeu : 31.64%
* εMe : 31.64%
* εGf : 42.72%
* εGef : 8.41%
*
*
*
*
*
*
*
*
=====

```

Como vemos, la simple aplicación del compresor con una sobrepresión moderada de 0.8 bar, nos proporciona un 31.64% más de potencia y de par, incrementando el consumo específico tan sólo un 8.41%. El soplo mágico ha hecho efecto y ésta solución ya parece de por si bastante buena, pero veremos mas adelante que la podemos mejorar.

## VI. CASO 3.: UN SOPLO HELADO.

En el caso 3, intercalamos un intercooler entre el compresor y el motor, solución ésta muy de moda actualmente e ideal para un vehículo marino por la accesibilidad e inercia del foco frio necesario para efectuar el intercambio térmico.

Sin meternos en el cálculo del intercooler, por no ser objeto del estudio, obtenemos un salto térmico de 46°C entre la entrada y la salida del intercooler del aire comprimido.



Los resultados figuran en el siguiente cuadro:

```

=====
*
* CASO 3.: CALCULO DE VARIABLES.
*
* T2' : 323.54 °K = - 50.54 °C
* δ2' : 1.96 Kg/m3
* Wec : 76.54 KJ/Kg
* Ga : 1640.52 gr/s = 5905.87 Kg/h
* Nec : 125.57 Kw = 170.77 CV
* pme : 16.40 bar = 16.73 Kg/cm²
* Ne : 1618.09 Kw = 2200.60 CV
* Neu : 1492.52 Kw = 2029.82 CV
* Me : 16204.22 m.N = 1653.49 m.Kg
* Gf : 82.03 gr/s = 295.29 Kg/h
* Gef : 197.85 gr/Kw.h
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
=====
*
* CASO 3.:INCREMENTOS.
*
* T2'-T1(°C): 30.54
* θδ' : 63.01%
*
* θGa : 63.01%
*
* θpme : 63.01%
*
* θNeu : 50.36%
* θMe : 50.36%
* θGf : 63.01%
* θGef : 8.41%
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
=====

```

Vemos que la potencia se incrementa un 50.36%, manteniéndose el incremento del consumo específico en un 8.41%. Solución, por tanto, más interesante que la anterior. Al parecer, a los motores como a los jamones, el aire frío les va bien.

## VII. CASO 4.: EL CHOCOLATE DEL LORO.

Partiendo del anterior caso, es decir un motor con compresor volumétrico e intercooler, y considerando que la sobrealimentación permite un dosado de la mezcla más pobre porque el llenado de los cilindros es mejor y por tanto el rendimiento volumétrico aumenta, se puede pensar que teóricamente esto supondrá un ahorro de combustible y un mejor rendimiento total efectivo ya que al producirse la combustión con un exceso de aire, el combustible se quemará casi totalmente y el porcentaje de inquemados que se pierdan por el escape disminuirá. Pero veamos que sucede. Los datos de partida se mantienen inalterados salvo el dosado  $F$  que se hace igual a 1:26.

Estos datos son los siguientes:

```

=====
CASO 4.: MOTOR CON COMPRESOR VOLUMETRICO TIPO ROOTS, INTERCOOLER
          Y DOSADO REDUCIDO.

F':Dosado reducido (1/26) :                      0.0385

          pv:                      0.85
          pe:                      0.49
=====
  
```

Las nuevas fórmulas a emplear son:

```

=====
*
* CASO 4.: FORMULAS EMPLEADAS.
*
*
* pme:Fresión media efectiva (bar):                pme = pv.δ2'.F'.Hp.pe
*
* Gf:Gasto másico de fuel (gr/s) :                Gf'= F'.Ga
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
=====
  
```

Con lo que obtenemos unos resultados:

```

=====
*
* CASO 4.: CALCULO DE VARIABLES.
*
* F' : 0.0385
* T2' : 323.54 °K = 50.54 °C
* δ2' : 1.96 Kg/m3
* Wec : 76.54 KJ/Kg
* Ga : 1640.52 gr/s = 5905.87 Kg/h
* Nec : 125.57 Kw = 170.77 CV
* pme : 12.61 bar = 12.87 Kg/cm²
* Ne : 1244.68 Kw = 1692.77 CV
* Neu : 1119.11 Kw = 1521.99 CV
* Me : 12150.18 m.N = 1239.61 m.Kg
* Gf : 63.10 gr/s = 227.15 Kg/h
* Gef : 202.97 gr/Kw.h
*
* CASO 4.: INCREMENTOS.
*
* T2'-T1(°C): 30.54
* θδ' : 63.01%
* θGa : 63.01%
* θpme : 25.39%
* θNeu : 12.74%
* θMe : 12.74%
* θGf : 25.39%
* θGef : 11.22%
*
=====

```

A la vista de los mismos, se deduce que lo que en un principio podía suponer una neta mejora del consumo específico, se convierte en un incremento aún mayor que en el caso anterior con una ganancia de potencia de sólo un 13% aproximadamente. Más adelante, veremos como se traduce esto en términos de velocidad y autonomía del submarino.

## VIII. CASO 5.: LA NUEVA OLA.

Aunque los compresores volumétricos siguen teniendo aplicación en la actualidad para motores de tracción marina o ferroviaria, la tendencia actual es el empleo de turbocompresores cuando se quiere abordar un problema de sobrealimentación.

El consumo de potencia del propio motor que ocasionan los volumétricos junto con su peso, tamaño y bajo rendimiento a un número de revoluciones relativamente bajo para lo que se lleva hoy en día, hacen que sean sustituidos por turbocompresores. Por otro lado, el descubrimiento y aplicación de nuevas técnicas y materiales en los turbos, como los "by-pass" electrónicos y el empleo de materiales cerámicos para la construcción de los alabes de la turbina o hasta de la propia carcasa del turbo, hacen que los inconvenientes antes señalados en los turbos queden minimizados.



Como ejemplo de técnica mixta, cabe señalar la empleada en el hoy desaparecido Lancia Delta S4 grupo B. En su motor coexistían ambos tipos de compresores. A bajas revoluciones un compresor ROOTS proporcionaba la sobrepresión de alimentación hasta un máximo de 1,2 bar, ya que el turbocompresor KKK, colocado en serie con el anterior, no soplaba todavía con la suficiente presión. A partir de 3000 RPM, el turbo y el volumétrico trabajaban conjuntamente y en serie con dos intercoolers, uno a la salida del turbo y otro a la salida del volumétrico. Al llegar a 5000 RPM, se desconectaba el volumétrico mediante un embrague electromagnético para evitar que absorbiera potencia del motor, ya que a esas revoluciones, el volumétrico bajaba acusadamente de rendimiento. De 5000 RPM en adelante, soplaba sólo el turbo hasta 8500 RPM donde proporcionaba hasta 3,6 bar de sobrepresión. Con esta técnica se obtenían casi 500 CV de una cilindrada de tan sólo 1,7 litros aproximadamente.

Así pues, vamos a dotar a nuestro elefantiaco motor de 135 litros, de dos turbocompresores GARRET GAT-98-V, uno por cada bancada de 6 cilindros y analicemos que sucede.

Los datos de la nueva situación son:

```

=====
CASO 5.: MOTOR CON TURBOCOMPRESOR GARRET.
           $\mu_v$ :                      0.85
           $\mu_e$ :                      0.49

DATOS DEL TURBOCOMPRESOR GARRET GAT-98-V
Rc: Relación de compresión del turbocompresor (P2/P1):  1.60
 $\mu_c$ : Rendim. del turbocompresor:                0.75

Cp: Calor específico del aire a presión cte. (KJ/Kg.°K):  1.00
 $\Gamma$ : Relación de calores específicos del
      aire a P y V ctes.:                                1.40
Presión de disparo de la "waste-gate" (bar) :            1.60
=====

```



Vemos que con el mismo consumo específico del motor atmosférico (CASO 1), conseguimos un aumento de potencia de 34.27%.

## IX. CASO 6.: MOTOR CON TURBOCOMPRESOR GARRET E INTERCOOLER.

A continuación y de la misma forma a como procedimos con el compresor volumétrico, representamos los casos 6 y 7, es decir, turbo + intercooler y turbo + intercoolerr + dosado reducido ( $F=1/26$ ).

Los datos de partida serán:

```

=====
CASO 6.: MOTOR CON TURBOCOMPRESOR GARRET E INTERCOOLER.
*
*
*
*
Mediante un intercooler, refrigerado con
*
*
agua de mar, bajamos la temperatura del
*
*
aire de admisión desde 349.15°K(76.15°C)
*
*
hasta 303.15°K(30.15°C) :
*
*
Salto térmico(°C):           $\theta T=T2'-T2=$           -46.00
*
 $\theta$  : Incremento.
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
*
=====

```

y las formulas empleadas se recogen a continuación:





Con esto, está terminada la hoja de cálculo correspondiente al cálculo de motores. Se pueden obtener muchas conclusiones del exámen de los resultados obtenidos, algunos de los cuales ya se han mencionado y otros que dejaremos para cuando comparemos a los submarinos.

## XI. ECHARSE A LA MAR.

Puesto que cada submarino tipo GATO llevaba cuatro motores idénticos, vamos a crear ahora una hoja de cálculo para obtener resultados referidos tanto a los motores con que van equipados, como a características del submarino, como son velocidad y autonomía.

A esta hoja la llamaremos SUB.FMD y, contendrá los datos globales de los motores y del submarino con arreglo a las siguientes fórmulas:

### FORMULAS EMPLEADAS :

Q: Capacidad tanques de fuel :	$Q = 472 \text{ Tm}$
Gat:Gasto másico total de aire :	$Gat = 4 * Ga$
Gft:Gasto másico total de fuel :	$Gft = 4 * Gf$
Net:Potencia efectiva total :	$Net = 4 * Ne \quad \text{ó} \quad Net = 4 * Neu$
Met:Par efectivo total :	$Met = 4 * Me$
t:Tiempo que tardan los motores en consumir todo el fuel :	$t = Q / Gft$
Vsup:Velocidad en superficie en función de Ne:	$Vsup = Ne * 20.25 / 3970.56$
Vsum:Velocidad sumergido en función de Ne :	$Vsum = Ne * 8.75 / 3970.56$
Asup:Autonomía a Vsup máxima :	$Asup = Vsup * t$
Asum:Autonomía a Vsum máxima :	$Asum = Vsum * t$

Consideramos fija la capacidad de los tanques de fuel, por tratarse de un sólo tipo de submarino, al que se le adaptan diferentes motorizaciones. Para el cálculo de la potencia total usaremos la potencia efectiva útil o potencia efectiva en aquellos casos en que coincida con la útil. Para el cálculo de Gft o consumo específico total, no hace falta fórmula, puesto que coincidirá con el de cada uno de los motores que tiene el submarino.

Respecto a la velocidad, si bien no es cierto que en un medio con viscosidad no despreciable como es el agua del mar, sea función lineal de la potencia de propulsión, en el rango de potencias y velocidades en que nos vamos a mover, la aproximación es del todo rigurosa.

Para elaborar la hoja tenemos dos soluciones. La primera es partir de cero y construirla sin tener en cuenta que muchos de los datos que necesita los podría obtener de la anterior hoja de motores GATO.FMD y, la segunda solución, que parece más lógica en este caso, es apoyarnos en la ya diseñada GATO.FMD. Esto lo haremos por medio del comando EXTERNO de la hoja de cálculo del Open Access. Para ello, actuaremos de la siguiente forma:

1.- En el menú principal de la hoja de cálculo, usaremos la opción NUEVO y crearemos nuestro modelo SUB.FMD.

2.- Una vez dentro de SUB.FMD. y, teniendo en cuenta que el formato que queremos, para cada uno de los siete casos estudiados, es el siguiente:

CASO :

Q	:	Tm		
Gat	:	gr/s	=	Kg/h
Gft	:	gr/s	=	Kg/h
Geft	:	gr/Kw.h		
Net	:	Kw	=	CV
Met	:	m.N	=	m.Kg
t	:	h		
Vsup	:	nudos		
Vsum	:	nudos		
Asup	:	millas	=	Km
Asum	:	millas	=	Km

introduciremos el valor de Q en la celdilla correspondiente, pero para los siguientes datos que se pueden referir a los datos base de los motores, abriremos un canal externo a GATO.FMD.

3.- Para ello, si estamos en modo entrada, pulsaremos F2 y X y nos preguntará:

Abrir/Cerrar canal externo?.....1.

Pulsamos F10 y nos pedirá el nombre para el canal 1. Tecleamos GATO.FMD. Ya está abierto el canal.

4.- Ahora, para obtener el valor de  $G_{at}$  que es  $4 \cdot G_a$ , pondremos en la celdilla correspondiente la siguiente expresión:  $4 \cdot M8 \#1$ , siendo M8 la celdilla dónde se encuentra el valor de  $G_a$  del caso 1 en la hoja GATO.FMD. Los signos #1 hacen referencia a que se trata de la celdilla M8, pero del canal 1.

5.- Actuaremos de forma análoga para el resto de los valores.

6.- Para el cálculo del tiempo, velocidades y autonomías, utilizaremos las fórmulas antes indicadas.

7.- Si no recordamos donde estaba algún dato en nuestro modelo GATO.FMD, podemos abrir una ventana desde SUB.FMD y tener conjuntamente ambas hojas en pantalla. Para ello usaremos el comando VENTANA (pulsar V en modo comando). Después pulsaremos D (dividir) y nos preguntará si queremos dividir horizontal o verticalmente y a partir de que fila o columna. Una vez dividida la pantalla en dos ventanas, nos situaremos en la nueva ventana (pulsando F5) y volveremos a pulsar V (de VENTANA) y otra vez V (de VER). Escogeremos CANAL EXTERNO y nos preguntará el nº de canal que queremos ver en esa ventana de los canales disponibles. Contestaremos con un 1 y nuestro anterior modelo GATO.FMD aparecerá en la nueva ventana.

Una vez completada la hoja SUB.FMD, la información tendrá un aspecto similar al que se ve en la página que viene a continuación:



CASO 1: SUBMARINO CON CUATRO MOTORES DIESEL  
ATMOSFERICOS :

Q	:	472.00	Tm		
Gat	:	4025.61	gr/s	=	14492.20 Kg/h
Gft	:	201.28	gr/s	=	724.61 Kg/h
Geft	:	182.50	gr/Kw.h		
Net	:	3970.56	Kw	=	5399.96 CV
Met	:	43108.28	m.N	=	4398.80 m.Kg
t	:	651.38	h		
Vsup	:	20.25	nudos		
Vsum	:	8.75	nudos		
Asup	:	13190.54	millas	=	24428.88 Km
Asum	:	5699.62	millas	=	10555.69 Km

CASO 2: SUBMARINO CON CUATRO MOTORES DIESEL  
CON COMPRESOR VOLUMETRICO ROOTS :

Q	:	472.00	Tm		
Gat	:	5745.24	gr/s	=	20682.88 Kg/h
Gft	:	287.26	gr/s	=	1034.14 Kg/h
Geft	:	197.85			
Net	:	5226.92	Kw	=	7108.61 CV
Met	:	56748.58	m.N	=	5790.67 m.Kg
t	:	456.42	h		
Vsup	:	26.66	nudos		
Vsum	:	11.52	nudos		
Asup	:	12166.91	millas	=	22533.12 Km
Asum	:	5257.31	millas	=	9736.53 Km

CASO 3: SUBMARINO CON CUATRO MOTORES DIESEL CON COM-  
PRESOR VOLUMETRICO ROOTS E INTERCOOLER :

Q	:	472.00	Tm		
Gat	:	6562.08	gr/s	=	23623.49 Kg/h
Gft	:	328.10	gr/s	=	1181.17 Kg/h
Geft	:	197.85	gr/Kw.h		
Net	:	5970.07	Kw	=	8119.29 CV
Met	:	64816.89	m.N	=	6613.97 m.Kg
t	:	399.60	h		
Vsup	:	30.45	nudos		
Vsum	:	13.16	nudos		
Asup	:	12166.91	millas	=	22533.12 Km
Asum	:	5257.31	millas	=	9736.53 Km

CASO 4 : SUBMARINO CON CUATRO MOTORES DIESEL CON COM-  
PRESOR VOLUMETRICO ROOTS E INTERCOOLER  
Y DOSADO REDUCIDO F = 1/26 :

Q	:	472.00	Tm		
Gat	:	6562.08	gr/s	=	23623.49 Kg/h
Gft	:	252.39	gr/s	=	908.60 Kg/h
Geft	:	202.97	gr/Kw.h		
Net	:	4476.45	Kw	=	6087.97 CV
Met	:	48600.72	m.N	=	4959.26 m.Kg
t	:	519.48	h		
Vsup	:	22.83	nudos		
Vsum	:	9.86	nudos		
Asup	:	11859.83	millas	=	21964.40 Km
Asum	:	5124.62	millas	=	9490.79 Km

CASO 5 : SUBMARINO CON CUATRO MOTORES DIESEL CON TURBO-  
COMPRESOR GARRET GAT-98-V :

Q	:	472.00	Tm		
Gat	:	5405.19	gr/s	=	19458.70 Kg/h
Gft	:	270.26	gr/s	=	972.94 Kg/h
Geft	:	182.50	gr/Kw.h		
Net	:	5331.28	Kw	=	7250.54 CV
Met	:	57881.54	m.N	=	5906.28 m.Kg
t	:	485.13	h		
Vsup	:	27.19	nudos		
Vsum	:	11.75	nudos		
Asup	:	13190.54	millas	=	24428.88 Km
Asum	:	5699.62	millas	=	10555.69 Km

CASO 6 : SUBMARINO CON CUATRO MOTORES DIESEL CON TURBO-  
COMPRESOR GARRET GAT-98-V E INTERCOOLER :

Q	:	472.00	Tm		
Gat	:	6225.39	gr/s	=	22411.40 Kg/h
Gft	:	311.27	gr/s	=	1120.57 Kg/h
Geft	:	182.50	gr/Kw.h		
Net	:	6140.25	Kw	=	8350.74 CV
Met	:	66664.58	m.N	=	6802.51 m.Kg
t	:	421.21	h		
Vsup	:	31.32	nudos		
Vsum	:	13.53	nudos		
Asup	:	13190.54	millas	=	24428.88 Km
Asum	:	5699.62	millas	=	10555.69 Km

CASO 7 : SUBMARINO CON CUATRO MOTORES DIESEL CON TURBO-  
COMPRESOR GARRET GAT-98-V E INTERCOOLER  
Y DOSADO REDUCIDO  $F = 1/26$  :

Q	:	472.00	Tm		
Gat	:	6225.39	gr/s	=	22411.40 Kg/h
Gft	:	239.44	gr/s	=	861.98 Kg/h
Geft	:	182.50	gr/Kw.h		
Net	:	4723.27	Kw	=	6423.65 CV
Met	:	51280.45	m.N	=	5232.70 m.Kg
t	:	547.58	h		
Vsup	:	24.09	nudos		
Vsum	:	10.41	nudos		
Asup	:	13190.54	millas	=	24428.88 Km
Asum	:	5699.62	millas	=	10555.69 Km

Más adelante, en el capítulo de análisis de resultados, comentaremos los resultados obtenidos con este otro modelo de hoja de cálculo.

## XII. CUADRO COMPARATIVO.

Vamos a plantear ahora un caso que puede ser interesante cuando dispongamos de varios modelos de hoja de cálculo confeccionados y los queramos refundir en otro, pero con el inconveniente de que los modelos a fundir, no corresponden a un mismo formato, pues de lo contrario utilizaríamos el comando CONSOLIDAR de la hoja de cálculo.

Queremos aprovechar datos que tenemos en los modelos GATO.FMD y SUB.FMD, para crear un cuadro comparativo de submarinos. La forma de operar es similar a la descrita para el caso de SUB.FMD cuando queríamos aprovechar valores de GATO.FMD, sólo que aquí abriremos dos canales, el #1 a SUB.FMD y el #2 a GATO.FMD. Para más detalle de la construcción, nos remitimos al anexo III, donde figura un resumen del diseño del modelo.

En definitiva, lo que hacemos es capturar los datos o variables más significativos de las hojas GATO.FMD y SUB.FMD y refundirlos en una nueva hoja COMPARAT.FMD, para poder tener un cuadro donde de un vistazo podamos establecer comparaciones entre las distintas soluciones ensayadas, de forma que ante un planteamiento concreto, sepamos cuál es la mejor.

Una vez terminado, nos aparecería un cuadro comparativo como el de la página siguiente:

CUADRO COMPARATIVO DE SUBMARINOS DOTADOS CON DIFERENTES TIPOS DE MOTORES. *****							
	CASO 1	CASO 2	CASO 3	CASO 4	CASO 5	CASO 6	CASO 7
PARAMETROS FUNDAMENTALES	ATMOSFERICO	ROOTS F = 1/20	ROOTS INTERCOOLER F = 1/20	ROOTS INTERCOOLER F = 1/26	TURBO GARRET F = 1/20	TURBO GARRET INTERCOOLER F = 1/20	TURBO GARRET INTERCOOLER F = 1/26
pme(bar)	10.06 0.00%	14.36 42.72%	16.40 63.01%	12.61 25.39%	13.51 34.27%	15.56 54.64%	11.97 18.96%
$\delta$ (Kg/m3)	1.20 0.00%	1.71 42.72%	1.96 63.01%	1.96 63.01%	1.61 34.27%	1.86 54.64%	1.86 54.64%
T(°C)	20.00	96.54	50.54	50.54	76.15	30.15	30.15
$\theta$ (°C) =	0.00	76.54	30.54	30.54	56.15	10.15	10.15
Gat(Kg/h)	14492.20	20682.88	23623.49	23623.49	19458.70	22411.40	22411.40
$\theta$ =	0.00%	42.72%	63.01%	63.01%	34.27%	54.64%	54.64%
Gft(Kg/h)	724.61	1034.14	1181.17	908.60	972.94	1120.57	861.98
$\theta$ =	0.00%	42.72%	63.01%	25.39%	34.27%	54.64%	18.96%
Geff(gr/Kw.h)	182.50	197.85	197.85	202.97	182.50	182.50	182.50
$\theta$ =	0.00%	8.41%	8.41%	11.22%	0.00%	0.00%	0.00%
Net(CV)	5400	7109	8119	6088	7251	8351	6424
$\theta$ =	0.00%	31.64%	50.36%	12.74%	34.27%	54.64%	18.96%
Net(m.Kg)	4398.6	5790.7	6614.0	4959.3	5906.3	6802.5	5232.7
$\theta$ =	0.00%	31.64%	50.36%	12.74%	34.27%	54.64%	18.96%
Vsup(nudos)	20.25	26.66	30.45	22.83	27.19	31.32	24.09
$\theta$ =	0.00%	31.64%	50.36%	12.74%	34.27%	54.64%	18.96%
Vsum(nudos)	8.75	11.52	13.16	9.86	11.75	13.53	10.41
$\theta$ =	0.00%	31.64%	50.36%	12.74%	34.27%	54.64%	18.96%
Asum(Km)	24429	22530	22538	21964	24429	24429	24429
$\theta$ =	0.00%	-7.76%	-7.76%	-10.09%	0.00%	0.00%	0.00%
Asum(Km)	10556	9737	9737	9491	10556	10556	10556
$\theta$ =	0.00%	-7.76%	-7.76%	-10.09%	0.00%	0.00%	0.00%

### XIII. ANALISIS DE RESULTADOS.

A la vista de los resultados aparecidos en nuestros tres modelos, se pueden hacer multitud de consideraciones que pueden acercarnos a comprender el fundamento teórico y el funcionamiento real de los motores térmicos.

Quizás, el modelo COMPARAT.FMD, sea el más adecuado para realizar el balance final del estudio comparativo, ya que en él hemos reunido los parámetros más significativos que aparecen en los otros dos modelos.

Empezando con la presión media efectiva (pme), observamos que los valores obtenidos, oscilan entre los 10.06 bar del motor atmosférico, hasta 16.40 bar del motor con volumétrico e intercooler. Valores totalmente coherentes, pues para condiciones de proyecto, los valores que se barajan para la pme, en este tipo de motores, va de 8 a 20 bar. Por supuesto, que la presión máxima alcanzada en el interior de los cilindros, no es esa, sino que llegan a alcanzar valores de 70 a 80 bar. La pme como su propio nombre indica, es una presión media a la cual se considera que se produce todo el proceso de combustión.

La temperatura del aire de admisión obtenida en el caso 2, no debe considerarse como excesiva si tenemos en cuenta que en un motor de ciclo Diesel la temperatura final del aire después de la compresión, ronda los 500°C, por tanto, en nuestro caso posiblemente se acerque a los 600°C, lo que además de ser tolerable mejorará el encendido del fuel.

Si observamos los incrementos producidos vemos que los aumentos de pme, Gat, Gft, Net, Met, Vsup y Vsum (estas dos últimas por haber considerado que eran función lineal de la potencia), se corresponden con el incremento de la densidad del aire de admisión, salvo en los casos donde se varía el dosado. Esto nos lleva a una reflexión importante, que es que las prestaciones y consumos de un motor térmico están directamente relacionadas con la composición y estructura de la mezcla que se quema en los cilindros.

Así es en efecto, ya que de la densidad del aire admitido, depende el gasto de aire  $G_a$  y de este, a dosado constante, el gasto de combustible  $G_f$ , se deduce que cualquier variación en la densidad se reflejará exactamente en los consumos. Por otro lado, la pme también depende de la densidad, la potencia de pme y el par de la potencia. La potencia determina la velocidad del submarino. Por tanto, la densidad marcará estos parámetros a igualdad del resto de factores que influyen en ellos.

Respecto a las cifras de potencia, la mayor diferencia la da el caso 6 con un 54.64% de incremento, lo que unido a un consumo específico igual al caso 1, el más bajo, hace que posiblemente la solución 6 sea la más interesante, pues aunque no mejora la autonomía del caso 1, si posibilita una velocidad más de un 50% superior en cualquier circunstancia.

La discrepancia entre los porcentajes de mejora de densidad de aire en los casos 2 y 3 (42.72% y 63.01% respectivamente) con respecto a los incrementos de potencia, par y velocidad en los mismos casos (31.64% y 50.36%), cosa que no sucede en los casos 5 y 6, se debe a la absorción de potencia que realiza el compresor volumétrico del motor.

Los resultados obtenidos no son del todo reales, puesto que hemos supuesto que los rendimientos volumétricos y efectivos permanecían invariables en todos los casos estudiados. Esto a pesar de no ser cierto, presenta el interés de ver la influencia de un determinado factor, en este caso la densidad del aire de admisión, en variables a las que afecta. Como la sobrealimentación, lo que substancialmente varia, es la densidad del fluido de alimentación y queríamos centrar el estudio en los motores térmicos, esta ha sido la razón de restringir la variación de otros parámetros.

En la realidad, los resultados serían aún mejores, sobre todo por la influencia de la mejora del rendimiento volumétrico y del rendimiento efectivo.

La mejora del rendimiento volumétrico se debe a que al ser mayor la presión en la admisión, el aire entra con mayor rapidez en los cilindros al tiempo que desaloja los gases quemados con más eficacia por lo que la composición final de la mezcla mejora. Se podría mejorar aun más el rendimiento volumétrico, por ejemplo, aumentando el diámetro de las válvulas, dando mayor cruce al árbol de distribución o empleando culatas de 4 ó 6 válvulas por cilindro (dado el tamaño de los cilindros, no habría problema), pero estas soluciones ya implican una modificación de la infraestructura básica del motor, por lo que perdería interés el estudio comparativo.

El rendimiento efectivo mejora al hacerlo los dos factores que lo forman: el rendimiento termodinámico y el rendimiento mecánico. El primero lo hace porque en un motor tan grande y, por tanto, tan adiabático como éste, un aumento de presión media efectiva no aumenta en la misma proporción las pérdidas de calor, por lo que la aproximación a un ciclo isentrópico ideal es mayor. El rendimiento mecánico mejora por causas parecidas, es decir, el aumento de potencia disponible que ocasiona la sobrealimentación es muy superior al aumento de pérdidas por rozamientos, bombeo y elementos auxiliares e incluso contando la potencia que resta al compresor volumétrico.

Según esto, y aunque los resultados del cuadro comparativo desaconsejan la reducción del dosado, sería conveniente ver qué valores obtendremos con el dosado reducido y un incremento de un 10% en los rendimientos volumétrico y efectivo.

#### **XIV. UNAS PROPOSICIONES HONESTAS Y ALGUNAS DE LAS OTRAS.**

Tal vez este apartado sea el más gratificante de ejercitar, pues ya tenemos diseñados nuestros modelos de acuerdo a unas leyes fiables y lo que pretendemos ahora es como utilizarlo para nuestro provecho o diversión.



En definitiva, lo que queremos ahora es ver como se modifican los resultados en función de unas variaciones de los datos de partida o mejor aún, que valor deben tomar estos para alcanzar una serie de objetivos finales que nosotros fijaremos.

Ya al final del apartado anterior, sugeríamos que se modificasen los valores de los rendimientos volumétricos y efectivo para ver sus resultados en las capacidades del motor y del submarino. Esto es sencillo, basta introducir los nuevos valores en las celdas apropiadas y recalcular toda la hoja. Si se trata de algún modelo conectado por canales externos a otro u otros como sucede en SUB. FMD y COMPARAT. FMD, deberemos recalcular primero los canales y después el modelo en activo.

Otra posibilidad de jugar con los modelos es, por ejemplo, como conseguir una autonomía de 30.000 Km, y pensar mediante la variación de que factor lo alcanzaríamos: ¿Presión de soplado? ¿Aumento del nº de revoluciones del motor? ¿Variación del dosado? ¿Con un combustible de mayor poder calorífico? Se deja abierta al lector la elección y prueba de la solución más adecuada. Sirva de reseña histórica relativa a este caso que el almirante Doenitz, de acuerdo con las tripulaciones de los submarinos, ordenó en 1944 que una flota de los mismos, reconvirtieran parte de sus depósitos de agua potable para bebida y aseo en depósitos de fuel para aumentar la autonomía.

Este tipo de cosas, es fácilmente realizable mediante el comando PERSECUCION DE OBJETIVOS de la hoja de cálculo. Basta pulsar P en modo comando y aparecerá una ventana en la parte inferior de la pantalla donde se nos preguntará por la celdilla donde se encuentra la variable dependiente que queremos fijar, así como el valor que queremos que alcance. Podemos fijar más de una variable dependiente. Una vez hecho esto, nos preguntará por la celdilla donde se encuentra la variable independiente. Pulsando F10 realizará el cálculo del valor de la variable independiente que satisface el valor fijado en la variable dependiente. Cabe la posibilidad de establecer los nuevos valores calculados.

De los submarinos de la época, sabemos que sólo podían navegar sumergidos por debajo de la profundidad límite del "snorkel", por medio de los motores eléctricos y las baterías. Pero en estas condiciones, la potencia disponible es de sólo la mitad aproximadamente y la autonomía de alrededor de una hora. Cabría pensar en unos depósitos de aire comprimido a alta presión que permitiese al submarino navegar sumergido con los motores Diesel. Si limitamos la presión de los depósitos a 150 bar, calcular el volumen de los depósitos de aire comprimido para permitir al submarino navegar durante 2 horas. También podríamos fijar la capacidad de los depósitos y ver el tiempo que podrían estar sumergidos en función del gasto de aire de los motores que lleve.

Por último, proponemos calcular el diámetro del "snorkel", que estará en función de  $G_a$ , para que la velocidad del aire por el mismo no supere los 0,2 M ( $M = n^\circ$  de Mach: velocidad del sonido en el aire).

# ENERGIA

Pablo Sanz

Grupo de Informática M.E.C. / U.A.M.

En la simulación del submarino GATO, el panel de mandos nos indica los factores más importantes que habrá que controlar en el desarrollo del juego. Y, precisamente, a partir de estos factores podemos plantearnos abordar el estudio de varios temas de las ciencias experimentales ayudados por el instrumental informático.

El tema de la Energía, el tipo de propulsión que puede utilizar dependiendo de si navega en inmersión o no, las reservas de combustible y su dependencia del barco nodriza son los factores más inmediatos para el submarino.

La energía puede ser el tema interdisciplinar por excelencia puesto que sus transformaciones son el motor de los procesos que ocurren en la naturaleza ya estemos hablando de geología, biología, química o física.

**1. Estudio de las fuentes de producción de energía eléctrica y su importancia relativa en los últimos años, así como del consumo de energía y su desglose.**

La energía eléctrica es actualmente la forma de energía "intermediaria" por sus características de fácilmente transportable y transformable, aunque prácticamente no se pueda almacenar.

La importancia económica y social de la producción de energía eléctrica en un país, su grado de autoabastecimiento energético, el consumo y sus principales apartados, las previsiones de cada uno de estos conceptos y los inconvenientes y duración prevista de las centrales de producción de energía eléctrica deben ser objeto de estudio, crítica y valoración para la formación de nuestros alumnos.

Vamos a servirnos de la H.C. y los gráficos que de ella podemos obtener, para conseguir los siguientes objetivos:

- Conocer un diagrama energético y distinguir las diferentes entradas y salidas de las formas de energía.

- Diferenciar y valorar las distintas fuentes de producción de energía eléctrica.

- Diferenciar los conceptos de consumos en alta y baja tensión y sus utilizaciones.

- Conocer las cantidades y variaciones de la producción y consumo de energía eléctrica en España en los últimos años.

Para iniciar este estudio incluimos los datos de los años 1980-85 del balance de energía eléctrica en una H.C. diferenciando producción, pérdidas y consumos.

ENERGIA ELECTRICA EN ESPAÑA							
Años 1980 - 1985 (Gw.h)	*	1980	1981	1982	1983	1984	1985
Producción bruta	*	110,483	111,232	114,569	117,196	120,042	127,216
hidroeléctrica	*	30,807	23,178	27,394	28,865	33,420	33,186
termoeléctrica	*	79,676	88,054	87,175	88,331	86,622	94,030
clásica	*	74,490	78,486	78,404	77,670	63,536	65,987
nuclear	*	5,186	9,568	8,771	10,661	23,086	28,043
Consumos propios	*	5,271	5,907	5,915	6,003	5,903	6,033
centrales hidroeléctricas	*			352	369	415	336
centrales termoeléctricas	*			5,563	5,634	5,488	5,697
Producción neta :	*	105,212	105,325	108,654	111,193	114,139	121,183
Consumo en bombeo	*	1,858	1,760	1,503	2,599	2,760	2,420
Intercambios internacionales	*	-1,382	-1,448	-3,025	-102	2,314	-1,087
Exportación	*	3,688	4,116	4,780	4,186	2,990	5,015
Importación	*	2,306	2,668	1,755	4,084	5,304	3,928
Energía disponible	*	101,972	102,117	104,126	108,492	113,693	117,676
Pérdidas transporte y distrib.	*	9,965	8,921	10,568	10,513	11,070	11,415
Consumo neto	*	92,007	93,196	93,558	97,979	102,623	106,261

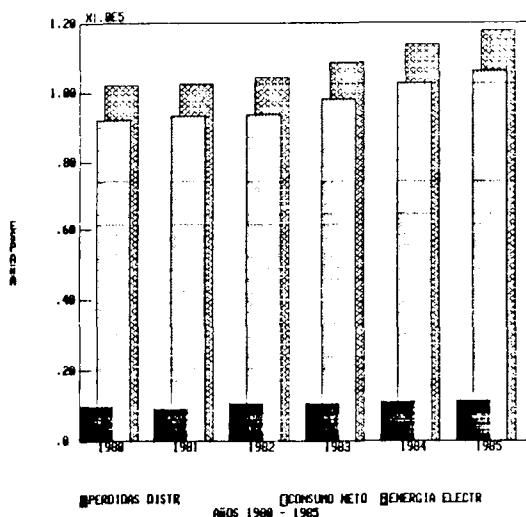
Algunos valores se calculan a partir de los datos; en este caso los valores de las filas 1, 3, 7, 11, 14, 18 y 21 se calculan con sencillas fórmulas. Se pueden añadir columnas con el % de cada concepto respecto a la producción bruta de cada año.

Estos datos son el punto de partida para buscar información bibliográfica sobre estos conceptos. Por ejemplo, en el periodo de expansión (1961-74), el consumo de energía primaria aumentó en un 170% a consecuencia del rápido proceso de industrialización, pero

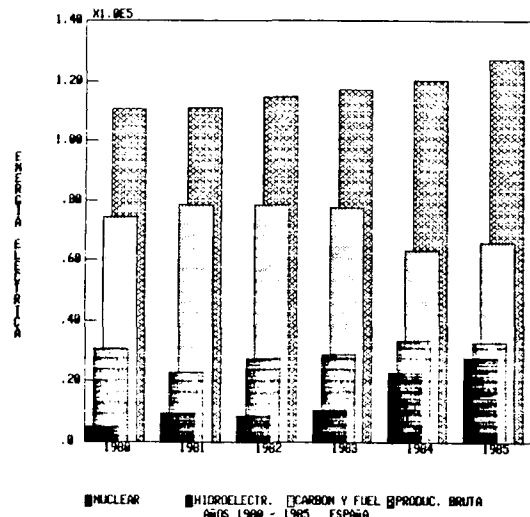
el petróleo pasó del 30% al 68% de la demanda energética y el grado de autoabastecimiento energético pasó del 62% al 28% en este periodo. Mayor consumo energético, mayor uso del petróleo y mayor dependencia exterior fueron los rasgos del periodo de expansión.

Seguramente no sea posible realizar un estudio económico sobre la situación energética, pero conocer y valorar estos factores será más fácil con las gráficas que podemos obtener. Con Open Access podemos salir de la H.C. por contexto llevando datos por filas a un gráfico.

ENERGIA DISPONIBLE Y CONSUMO NETO Gw.h

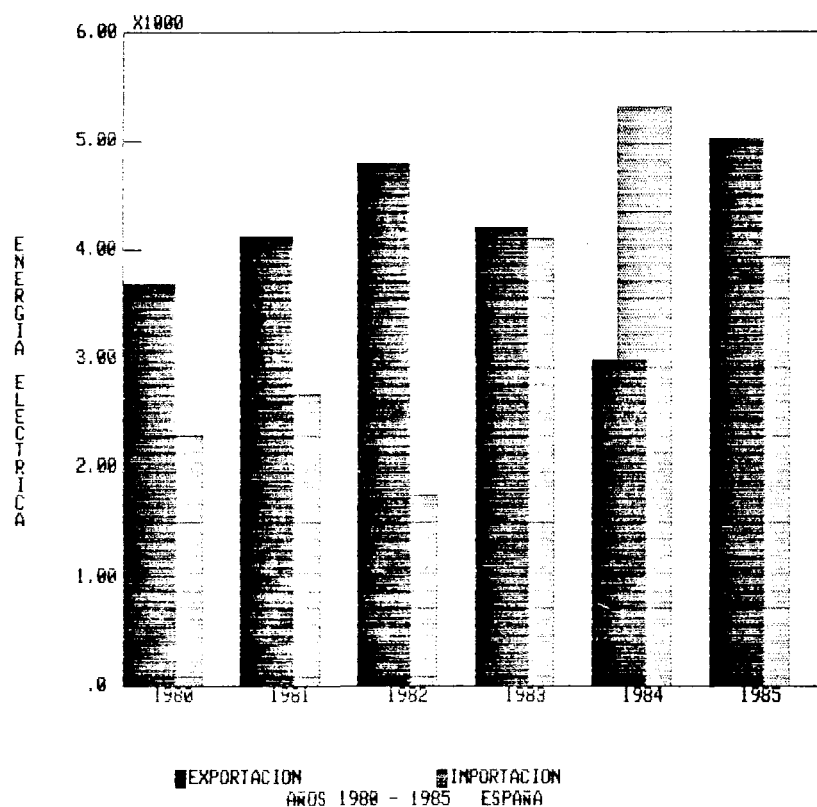


Gw.h FUENTES DE ENERGIA ELECTRICA



La evolución del consumo y de la producción y sus tipos en estos años ha sido de aumento suave en muchos casos, pero la producción hidráulica es fluctuante dependiendo de las precipitaciones, lo que obliga, en años de pluviosidad baja o sequía, a aumentar la producción en otras centrales; en las centrales térmicas clásicas ha aumentado la utilización del carbón, reduciendo el consumo de fuel-oil.

## INTERCAMBIOS INTERNACIONALES (Gw.h)



Los intercambios internacionales de energía eléctrica tienen relativamente poca importancia y fluctúan bastante. Resalta en este periodo el año 84, donde las importaciones superaron en un 40% a las exportaciones.

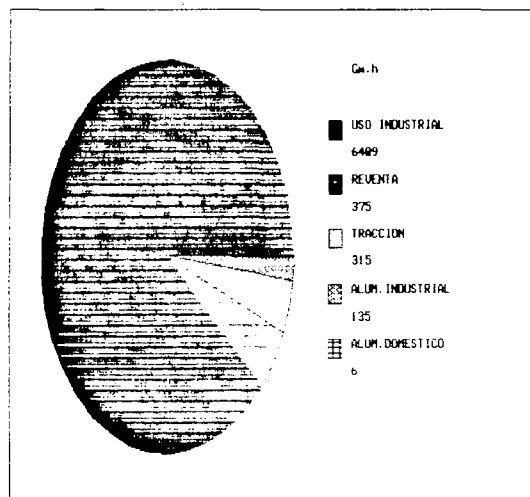
Para concretar los usos del consumo eléctrico consideramos un caso real: Balance energético de una compañía eléctrica española en el año 82.

BALANCE ENERGETICO DE UNA EMPRESA ELECTRICA ESPAÑOLA AÑO 1982  
\* (Gw.h) % PRODUCCION

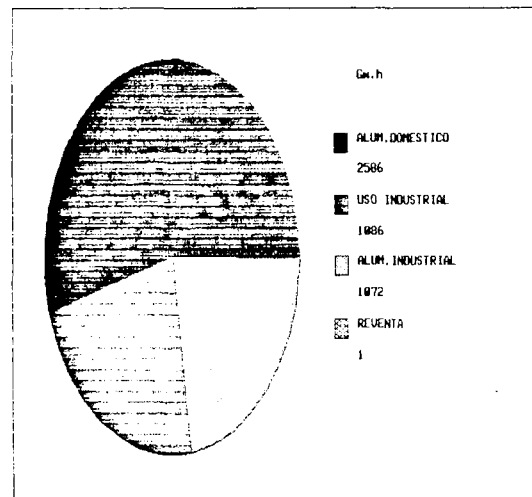
*****			
	*	(Gw.h)	% PRODUCCION
Producción bruta	*	13.681	100.00%
hidroeléctrica	*	4.146	30.30%
termoeléctrica	*	9.535	69.70%
clásica	*	7.789	56.93%
carbón	*	5.549	40.56%
fuel	*	2.240	16.37%
nuclear	*	1.746	12.76%
Consumo en bombeo	*	100	
Intercambios	*	3.567	
Cesiones	*	1.908	
Adquisiciones	*	5.475	
Energía disponible	*	17.148	
Pérdidas transporte y distrib. y consumos en generación	*	2.055	
*****			
	*	(Gw.h)	% CONSUMO    % APARTADO
*****			
Consumo neto	*	15.093	100.00%
Baja Tensión	*	4.745	31.44% BAJA TENSION
Alumbrado y u. domést.	*	2.586	17.13%    54.50%
Alumbrado industrial	*	1.072	7.10%    22.59%
Usos industriales	*	1.086	7.20%    22.89%
Reventa	*	1	0.01%    0.02%
Alta Tensión	*	7.240	47.97% ALTA TENSION
Alumbrado y u. domést.	*	6	0.04%    0.08%
Usos industriales	*	6.409	42.46%    88.52%
Tracción	*	315	2.09%    4.35%
Alumbrado industrial	*	135	0.89%    1.86%
Reventa	*	375	2.48%    5.18%
Aluminio - Alúmina	*	3.108	20.59%

En esta H.C. diferenciamos claramente la producción y los consumos. Estos últimos aparecen divididos en baja y alta tensión cada uno con sus epígrafes lo que permitirá explicar estos dos importantes conceptos.

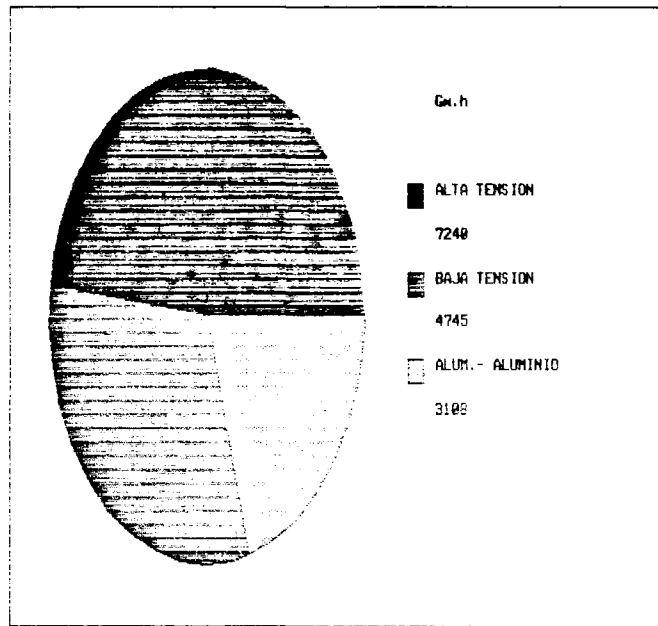
Consumos en Alta Tensión



Consumos en Baja Tensión

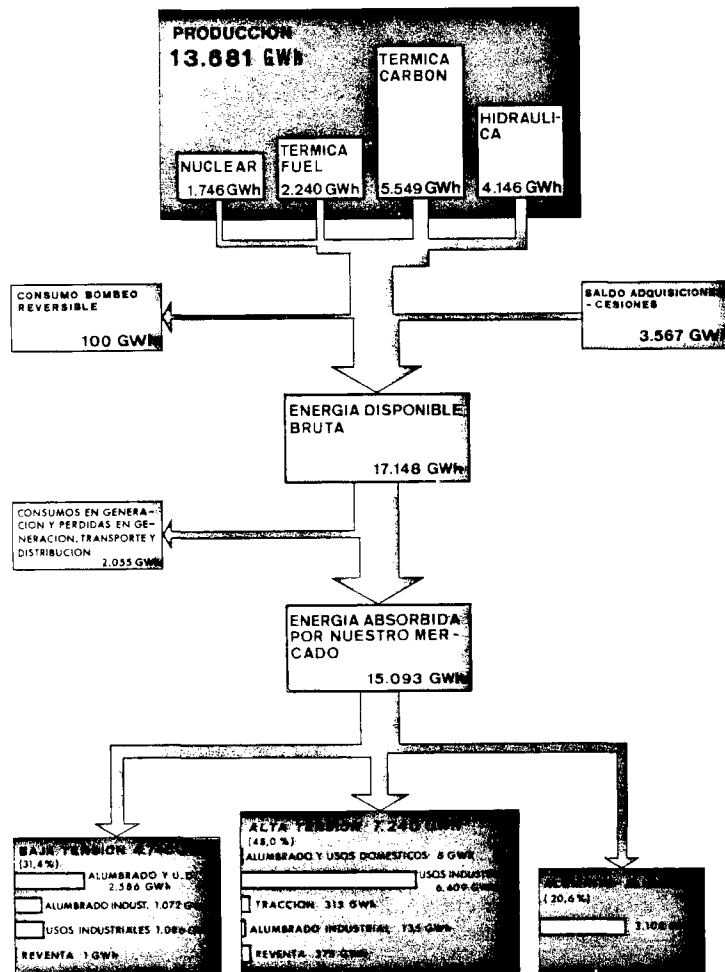


### Consumos de energía eléctrica



EMPRESA ELECTRICA ESPAÑOLA AÑO 1982

Se indica separadamente el consumo de una empresa "Aluminio-Alúmina" por la importancia que tiene (20'6%) respecto al total.





Respecto a la producción los apartados principales son la térmica de carbón y la hidráulica, aunque esta última por debajo de la producción normal por ser el 82; igual que el 80 y 81 años de baja pluviosidad.

Conviene resaltar que se trata de una empresa que compra energía eléctrica en cantidades importantes por disponer de buen mercado. Esta empresa se ha constituido en el año que analizamos como fusión de otras dos: una fundada en 1912 y otra en 1943. Antes de la fusión, cada empresa tenía medios de producción descompensados y, respecto al mercado, una tenía exceso y la otra necesitaba ampliarlo. Ahora la producción por cada apartado es similar a la media nacional.

Después de estos datos, podemos plantear previsiones y objetivos con las posibilidades que ofrecen las H.C.:

a) Para mantener la misma producción, ¿qué conceptos hay que modificar si es un año de baja pluviosidad y la compañía adquiere una mina de carbón.

b) Explicar por qué causas esta empresa eléctrica nombra separadamente en los consumos a una empresa concreta. Y qué ocurrirá si esta empresa consume el doble de energía eléctrica en otro año.

c) Si fuera mayor la proporción de consumo en baja tensión, ¿habría más o menos pérdidas en transporte y distribución, a igualdad de consumo total?.

d) ¿Qué previsiones de construcción de nuevos grupos térmicos (clásica y nuclear) debe hacer la empresa, considerando la antigüedad de estos y su vida útil prevista?.

Estas cuestiones pretenden servir de pauta para recoger nuevos datos y realizar este estudio ampliamente. Las H.C. manejan fórmulas y con éstas se estudian los valores de las distintas variables, utilizando los comandos recalcular y perseguir objetivos donde podemos definir los valores objetivos para una o más variables dependientes y calcular el valor requerido para la variable independiente.

Otras H.C. que pueden ayudar en el manejo y valoración de estos valores energéticos se pueden hacer en los datos de producción y consumo mundial de cada apartado de energía primaria que se expresan en TEC (toneladas equivalentes a carbón) o en TEP (de petróleo)

## 2. Utilización de la E. nuclear.

En el submarino la propulsión nuclear ha modificado casi completamente la situación. Los típicos problemas de espacio vital para desenvolverse en el submarino, la necesidad de repostar combustible, recargar las baterías, y el no poder permanecer mucho tiempo en inmersión han dejado de ser problemas en los enormes, espaciosos y cómodos submarinos nucleares, quedando únicamente los problemas personales de pensar en que no existe la superficie.

Los reactores nucleares y sus distintos usos son temas muy controvertidos socialmente. En el caso de un submarino nuclear se añade el problema de vivir largas etapas a pocos metros de un reactor nuclear.

Como hemos visto en el apartado 1., las empresas eléctricas han invertido en los últimos años enormes cantidades de dinero en centrales nucleares.

Han transcurrido 13 años desde la crisis de la energía que provocó la proliferación de estas centrales para responder a las expectativas de consumo energético. En España, se cumplen 19 años de actividad de la primera central nuclear, Zorita, y aún no están claras las expectativas, ni los planes escalonados para entrar en funcionamiento. La generación directa e indirecta de empleo ha superado el medio millón de puestos de trabajo en nuestro país, pero la mayoría de éstos desaparecen al acabar la construcción de la central.

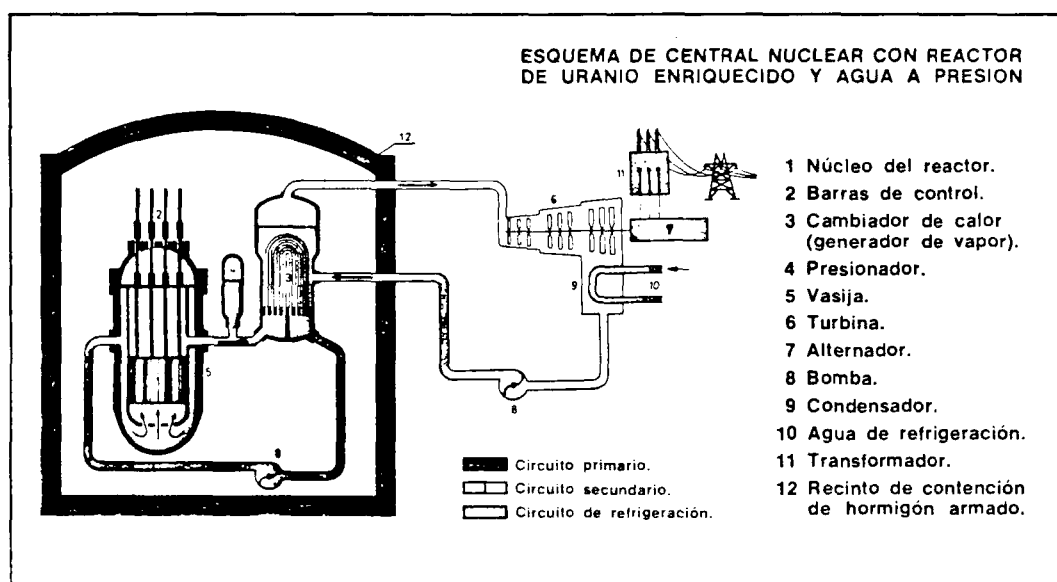
Para estudiar los reactores nucleares, sus tipos y sistemas de seguridad podemos ayudarnos con lecciones creadas con algún lenguaje de autor como el Pilot.

Utilizando cualquier programa de dibujo asistido podemos guardar varios esquemas de distintos tipos de reactores para explicar las diferentes partes de que constan: núcleo con las barras de material fisionable, moderadores, y barras de control, circuitos de refrigeración de distinta naturaleza.

También se pueden dibujar reactores con distintas colocaciones de las barras de control para después cargar estos dibujos desde una lección creada con Pilot, que permitirá explicar como se ajusta continuamente a lo largo de cada día la producción de E al consumo.

De esta forma se pueden aclarar hechos como la importancia de los moderadores, que al contrario de lo que su nombre indica favorecen la reacción en cadena por frenar a los neutrones rápidos: las barras de control, que paraliza la reacción en cadena al absorber los neutrones; los distintos circuitos de refrigeración y si tienen salida al exterior, etc.

En el tema PERISCOPIO describo detalladamente el listado previsto para este tipo de lecciones donde se pueden ir dando informaciones al alumno y plantearle preguntas que permitan ir comprobando la adquisición de los conceptos.



Se puede añadir en este gráfico la lista de elementos del reactor sin los números e ir pidiendo que los identifique colocando el cursor en el punto correspondiente de la pantalla. Según vaya acertando se añade información y se le hacen preguntas sobre el funcionamiento y la relación que hay entre los distintos componentes del reactor.

Incluso para fijar visualmente algunos conceptos Pilot puede ayudar rellenando de un color todo el circuito primario o cuando el alumno acierta el nombre de este elemento. Se puede rellenar de distinto color cada circuito de refrigeración para fijar la idea de que sólo intercambian color y no hay transporte de materia entre los diferentes circuitos con lo que esto significa de seguridad.

Otra posibilidad, desde Logo o desde Pilot, es mostrar varios dibujos, cada uno de una fase, sucesivamente obteniendo una representación de un proceso: por ejemplo utilizar varias etapas de un motor de cuatro tiempos de gasolina, e irlos cargando de forma sucesiva con un programa tipo SHOW.

El principal inconveniente de una central nuclear es la producción de isótopos muy inestables que se descomponen emitiendo partículas radiactivas.

La **radiactividad** es un fenómeno natural que ocurre espontáneamente independientemente de las condiciones físicas o químicas con una regularidad estadística. Conocemos exactamente el tiempo en que la mitad de los átomos de una muestra radiactiva se han desintegrado, que tampoco depende del número de átomos y es el llamado período de semidesintegración,  $T$ . Esto puede explicar lo que significa residuos de alta, media y baja actividad, donde los primeros serán pronto poco peligrosos por desintegrarse la mayor parte de la muestra en poco tiempo.

Este tipo de cálculos es fácil de hacer con una H.C. aplicando la función exponencial:

$$N = N_0 \cdot e^{-\lambda t} \quad \text{ó} \quad A = A_0 \cdot e^{-\lambda t}$$

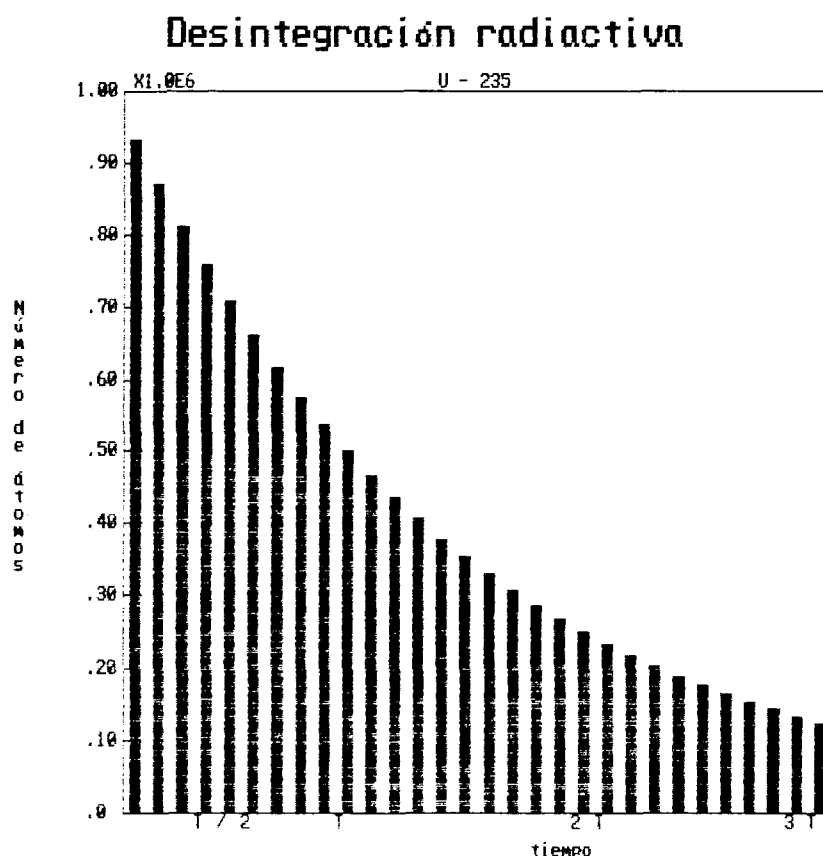
donde:

-  $N$  y  $N_0$  es el n° de átomos radiactivos en un tiempo  $t$  y en el instante inicial.

-  $\lambda$  es la constante de desintegración =  $\ln 2/T$

-  $A$  es la actividad de la muestra radiactiva.

Por contexto se pueden exportar los datos desde la H.C. y se obtienen gráficas exponenciales como la del U-235:



Es importante señalar que esta gráfica es exacta a la que se obtendría para cualquier otro núcleo radiactivo por estar expresado el tiempo en función del período  $T$ . Para ver gráficamente las distintas velocidades de desintegración de distintos núclidos hay que hacer la representación gráfica respecto a  $t$  real, por ejemplo años.

Muchas veces, el núcleo que se forma después de una desintegración, tampoco es estable y nuevamente se desintegrará. Si los periodos  $T$  son muy diferentes se podrán dar fenómenos de equilibrio

secular como en las llamadas familias radiactivas, o equilibrio temporal. En estos casos la Actividad total de la sustancia "padre" e "hijo" se mantiene constante.

**3. En Geología,** se utiliza el método llamado relojes radiactivos para datar las rocas.

La desintegración radiactiva se produce independientemente del medio físico y químico a que se encuentre sometido el isótopo.

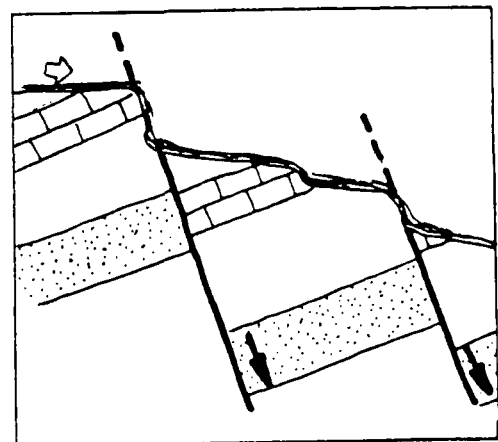
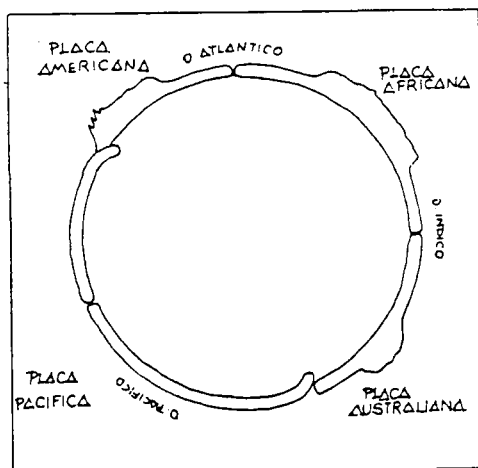
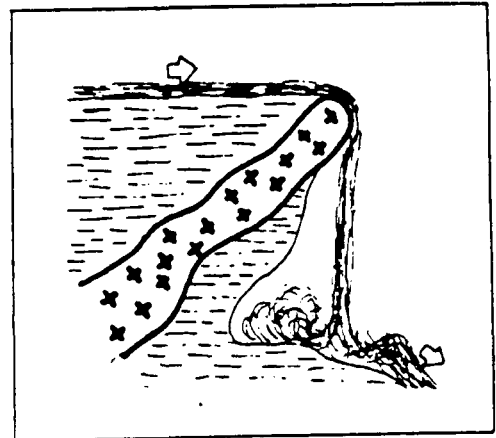
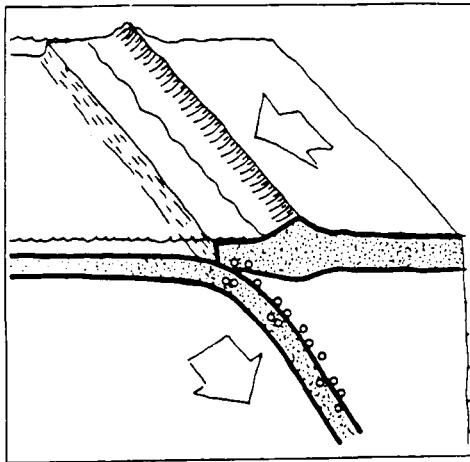
No obstante, sólo en las rocas magmáticas resulta seguro el método por tener todos sus minerales la misma edad que la roca.

Si identificamos una roca que contenga en alguno de sus minerales una inclusión con U-238 y Pb-206 y que se pueda demostrar que el Pb se ha formado a costa del U: midiendo exactamente las cantidades de U y Pb se podrá datar la roca.

En el apartado 5. se explica una H.C. para resolver problemas de cálculo del Pb-206 formado en una roca, o para calcular la edad de la roca conociendo el contenido en uranio y plomo.

La Geología es una ciencia histórica y no se la puede llamar experimental por ser muy grande el tiempo de desarrollo de los fenómenos que estudia. Cada sistema natural es diferente a los demás, se pueden generalizar los fenómenos geológicos pero no se pueden reproducir y experimentar sobre ellos más que con aproximaciones.

La energía es también la clave de los procesos geológicos: la energía solar en los procesos externos y la interior de la tierra en los internos. La explicación de estos procesos se puede hacer utilizando esquemas que se pueden reproducir con un programa de dibujo asistido.



Y posteriormente captarlos desde lecciones creadas con Pilot, que igual que se explica en el apartado 2 podrán ir dando información y haciendo preguntas para comprobar si el alumno relaciona los conceptos. También se pueden ampliar detalles e indicar las partes primordiales del esquema.

En cuanto a **estudios geológicos** relacionados con la energía son los estudios previos a la instalación de casi cualquier forma de producción de energía: embalses, centrales nucleares, solares, eólicas, maremotrices, geotérmicas.

También en prospecciones: de carbón, gas, petróleo, uranio...

Además se han realizado estudios geológicos de fondos marinos para depositar residuos radiactivos.

Las llamadas formas alternativas de producción de energía aun no representan una parte apreciable de la producción mundial quizás por ser energías diluidas que hay que concentrar, quizás también por su carácter poco monopolizable y que en algunos casos precisa una pequeña inversión por lo que no interesa a los productores multinacionales. Es curioso que en el año 70, las mayores inversiones para investigar estos temas partían de las 7 hermanas (las grandes compañías productoras de petróleo).

En la bibliografía existen datos sobre la producción, inversión y previsiones de estas fuentes alternativas de producción de energía. Se pueden introducir en bases de datos y de éstas obtener las gráficas que ayuden en el estudio de estos temas.

Volviendo al submarino, hay que notar su importancia para obtener datos geofísicos, algunos para las prospecciones citadas. Se han utilizado para estudiar los sedimentos y la estratigrafía, pero sobre todo han puesto a prueba las teorías sobre la expansión de los fondos oceánicos. No obstante, queda mucho por hacer, pues actualmente la topografía de los grandes fondos marinos es menos conocida que la de la Luna.

**4. En los ecosistemas** es fundamental la manera en que la luz solar penetra en los sistemas ecológicos y la forma en que la energía es transformada al fluir a lo largo de los distintos eslabones de la cadena trófica, hasta que finalmente se disipa al exterior del sistema y en definitiva de la biosfera y de la tierra en forma de calor.

Estos fenómenos energéticos se explican con las leyes de la termodinámica: la primera establece que la energía sólo se transforma y la segunda que estas transformaciones van siempre acompañadas de una degradación de la energía en forma de calor.










La transformación de la energía luminosa por los organismos autótrofos es transformada a energía química en los alimentos y,



posteriormente, a energía calorífica en los procesos oxidativos de la respiración. La Bioquímica estudia estas transformaciones metabólicas y las modificaciones de los enlaces de alta energía de los ácidos nucleicos.

La energía que aportan los alimentos es un tema de gran actualidad por el enorme auge de la elaboración de dietas específicas y cuyo cálculo se puede descomponer en simples problemas de proporciones, por lo que con la ayuda de una H.C. o B.D. donde introduzcamos los datos de la tabla de la OMS. de aportes nutritivos de los alimentos, podremos estudiar las dietas posibles para personas de distinta edad y actividad física. Esto será primordial en el caso del submarino donde todo esto estará previsto, antes de embarcar para conseguir una alimentación equilibrada en todos los nutrientes y variada para no dificultar aun más la vida aislada del exterior.

Se puede combinar esta B.D. con otra que recoja las necesidades, previstas por la OMS, de energía de los adultos en función del peso corporal y la ocupación:

	Ocupación ligera		O. moderadamente activa		Ocupación muy activa		O. excepcionalmente activa	
	Varón	Mujer	Varón	Mujer	Varón	Mujer	Varón	Mujer
 40 kg		1,440 kcal (6,0 MJ)		1600 kcal (6,7 MJ)		1,880 kcal (7,9 MJ)		2,200 kcal (9,2 MJ)
 45 kg		1,620 kcal (6,8 MJ)		1,800 kcal (7,5 MJ)		2,120 kcal (8,9 MJ)		2,480 kcal (10,4 MJ)
 50 kg	2,100 kcal (8,8 MJ)	1,800 kcal (7,5 MJ)	2,300 kcal (9,6 MJ)	2,000 kcal (8,4 MJ)	2,700 kcal (11,3 MJ)	2,350 kcal (9,8 MJ)	3,100 kcal (13,0 MJ)	2,750 kcal (11,5 MJ)
 55 kg	2,310 kcal (9,7 MJ)	2,000 kcal (8,4 MJ)	2,530 kcal (10,6 MJ)	<b>2,200 kcal (9,2 MJ)</b>	2,970 kcal (12,4 MJ)	2,600 kcal (10,9 MJ)	3,410 kcal (14,3 MJ)	3,000 kcal (12,6 MJ)
 60 kg	2,520 kcal (10,5 MJ)	2,160 kcal (9,0 MJ)	2,760 kcal (11,5 MJ)	2,400 kcal (10,0 MJ)	3,240 kcal (13,6 MJ)	2,820 kcal (11,8 MJ)	3,720 kcal (15,6 MJ)	3,300 kcal (13,8 MJ)
 65 kg	2,700 kcal (11,3 MJ)	2,340 kcal (9,8 MJ)	<b>3,000 kcal (12,5 MJ)</b>	2,600 kcal (10,9 MJ)	3,500 kcal (14,6 MJ)	3,055 kcal (12,8 MJ)	4,000 kcal (16,7 MJ)	3,575 kcal (15,0 MJ)
 70 kg	2,940 kcal (12,3 MJ)	2,520 kcal (10,5 MJ)	3,220 kcal (13,5 MJ)	2,800 kcal (11,7 MJ)	3,780 kcal (15,8 MJ)	3,290 kcal (13,8 MJ)	4,340 kcal (18,2 MJ)	3,850 kcal (16,1 MJ)
 75 kg	3,150 kcal (13,2 MJ)		3,450 kcal (14,4 MJ)		4,050 kcal (16,9 MJ)		4,650 kcal (19,5 MJ)	
 80 kg	3,360 kcal (14,1 MJ)		3,680 kcal (15,4 MJ)		4,320 kcal (18,1 MJ)		4,960 kcal (20,8 MJ)	

La combinación de ambas B.D. será especialmente útil para fijar los límites a las dietas "milagrosas" que se recomiendan actualmente para modificar nuestro peso.

Igualmente el consumo de oxígeno dependiendo del esfuerzo físico; las mezclas de gases para respirar en pesca submarina (oxígeno con nitrógeno, hidrógeno o helio) y dependiendo de la

presión; los sistemas de regulación de estas mezclas en el submarino, incluyendo la eliminación de  $\text{CO}_2$  y  $\text{CO}$ ; y los sistemas extremadamente sensibles también, de regulación fisiológica de la respiración.

De todos estos conceptos hay datos en la bibliografía que permiten la representación gráfica. Pasando los datos desde la H.C. podremos utilizar gráficos que serán recalculables en todo momento con facilidad, permitiendo ver la dependencia de distintos factores y así analizar predecir y comprobar distintas situaciones posibles.

Por otra parte, el submarino ha permitido la observación y estudio de los animales de las zonas abisal y pelágica donde se deben adaptar a una vida sin luz ni oxígeno. Podemos realizar una B.D. de estos animales, su evolución, su comportamiento asociativo (relaciones intra e interespecíficas), aportes energéticos que obtienen y como los consiguen, etc...

En los submarinos militares tipo GATO en inmersión las reservas de oxígeno disminuían rápidamente y el sistema de eliminación de  $\text{CO}_2$  con hidróxido de litio era poco efectivo. Humedad siempre alta, ventilación pobre y la temperatura o muy alta o muy baja, eran comunes a los submarinos convencionales.

Los de propulsión nuclear disponen de aire acondicionado, son espaciosos, hay sistemas sofisticados de control del aire, y llevan tanques de oxígeno a presión o incluso obtienen oxígeno descomponiendo agua. Todas estas ventajas son debidas "simplmente" a que hay energía disponible en gran cantidad en los submarinos nucleares.

Hay, no obstante, un problema básico para la tripulación de cualquier submarino: la soledad. Todo está previsto para asegurar la autonomía total durante toda la campaña, por ejemplo 60 días, saben que pase lo que pase no irán a la superficie. Soledad de no saber donde están, excluido el comandante, pues no se puede emitir la menor señal: en la guerra antisubmarina actual la cuestión es ser el más silencioso. La comunicación con el mundo es sólo como

recepción, los submarinistas reciben cada semana un mensaje de su familia de 30 palabras como máximo.

Aprovechando este detalle podemos realizar una aplicación que facilita el P.T.: de todos los informes que se realicen sobre los diferentes temas de estudio, sacar una versión superresumida tipo mensaje submarino utilizando el P.T. a partir de la versión completa.

El P.T. servirá de este modo para resumir textos y para esto hay que analizarlos, comprenderlos, sintetizarlos. También se pueden aprovechar las posibilidades de búsqueda que ofrecen diversos P.T. para hacer un índice de materias de los informes para lo que hay que decidir sobre las palabras clave y a su vez realizar la búsqueda sobre ellas ayudará a comprobar su frecuencia y reafirmará si es palabra clave.

Si sustituimos por números o siglas las palabras que aparecen con más frecuencia en el informe realizado por cada grupo de trabajo podremos reflexionar sobre el lenguaje, la comunicación y las jergas que se utilizan actualmente por ejemplo en el área de la informática.

## **5. Los sistemas reguladores.**

En ocasiones se hace la comparación del organismo humano con un gran matraz con mucha agua y algunas sustancias disueltas, además de tubitos y sistema de control.

Tanto en nuestro cuerpo como en el submarino la energía está perfectamente controlada y supeditada a las necesidades de los distintos sistemas.

Los riesgos son inmensos:

- hemos citado los problemas de respiración al variar la presión; altas presiones de oxígeno ocasionan un edema pulmonar, pero si es de nitrógeno producen envenenamiento, por esto se puede hacer pesca submarina a cien metros de profundidad, respirando una

mezcla de 5% de oxígeno y 95% de helio, para evitar que la presión parcial de oxígeno pase de 0.5 bar.

- También hay que controlar el contenido de algunos iones como sodio y potasio, la presión osmótica en venas y arterias, el pH de la sangre, la temperatura corporal, las excreciones, la presión parcial de oxígeno y CO<sub>2</sub>, etc. Poseemos sofisticados sistemas de seguridad para impedir que estos valores se salgan del, a veces, estrecho margen en el que mantenemos la vida. Por ejemplo, el pH de la sangre disminuye si lo hace la relación bicarbonato / ácido carbónico. Los mecanismos compensatorios fuerzan la hiperventilación en respiración para disminuir la presión parcial de CO<sub>2</sub> y las excreciones ácidas a nivel renal.

La fisiología, por tanto, está basada, en muchos casos en los equilibrios químicos, concretamente los de tipo ácido-base y algo parecido ocurre en los submarinos actuales con sus sofisticados sistemas de control del aire que respiran en su interior: un analizador de atmósfera lee continuamente los niveles de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>, modificándolos si es necesario y eliminando químicamente las sustancias contaminantes.

En las reacciones químicas se producen gran cantidad de cálculos que se pueden estructurar en una H.C. a partir de la cual es fácil obtener los puntos de equivalencia en las reacciones protolíticas y redox así como obtener las condiciones del medio de reacción al modificar la concentración de algún reactivo o incluso el tipo de este.

En el ejemplo que presentamos se trata de una valoración de ácido y base fuertes donde se calculan los eq-gr de los reactivos, la concentración de protones y el valor del pH según se va añadiendo uno de los reactivos.

Las formulas que corresponden a la H.C. son:

- Volumen total:  $C_{11} = C_6 + A_{11}$
- Eq-gr base añad:  $E_{11} = E_5 * (A_{11} + E_6) * 0.001$
- Eq-gr. en exceso:  $G_{11} = ABS (0.001 * C_5 * C_6 - E_{11})$
- H<sup>+</sup>:  $I_{11} = C_5 * C_6 > E_{11} * 1000 / (C_6 * C_5 - E_{11} * 1000 < 10^{-9} / 10^{-4} / G_{11} * 10^6 / C_{11}) / 10^{-14} / (G_{11} / C_{11})$
- pH:  $K_{11} = - (Ln (I_{11} * 0.001)) / 2.3026$

VALORACION DE UN ACIDO FUERTE CON UNA BASE FUERTE

	Datos acido	Datos base
Fórmula :	H Cl	Na OH
Concent.normal :	0.10	0.10
Volumen inic. :	25.00	0.00

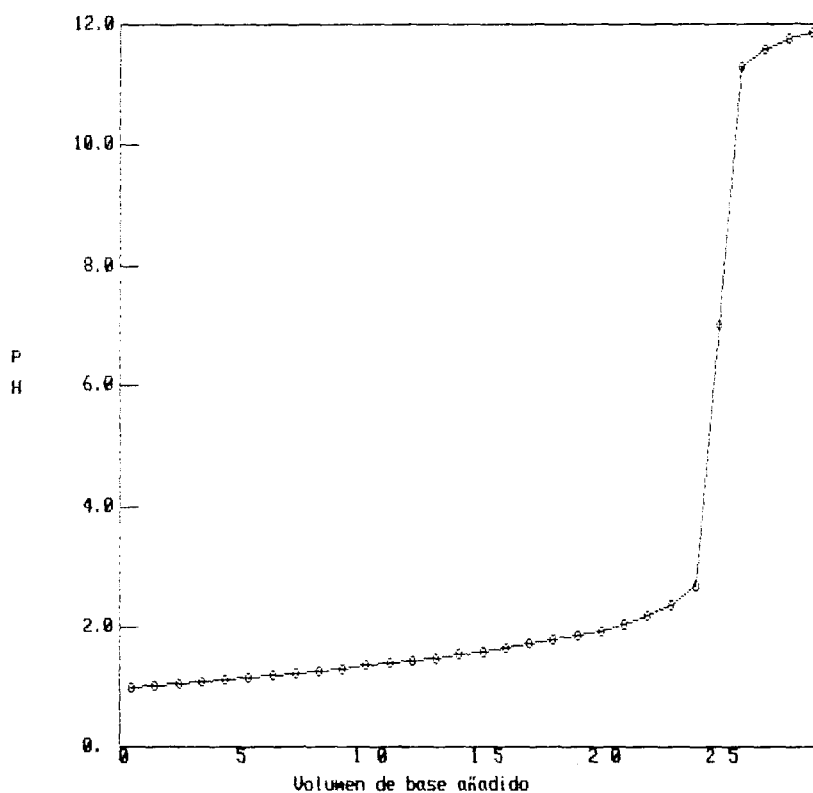
Volumen base añadido (ml.)	Volumen total (ml.)	*Equiv.-gramo *base añadidos	*Equiv.-gramo *en exceso	*Conc. molar de *iones H+ x0.001*	pH
0.00	25.00	0.0000	0.0025	100.00000000	1.00
1.00	26.00	0.0001	0.0024	92.307692308	1.03
2.00	27.00	0.0002	0.0023	85.185185185	1.07
3.00	28.00	0.0003	0.0022	78.571428571	1.10
4.00	29.00	0.0004	0.0021	72.413793103	1.14
5.00	30.00	0.0005	0.0020	66.666666667	1.18
6.00	31.00	0.0006	0.0019	61.290322581	1.21
7.00	32.00	0.0007	0.0018	56.250000000	1.25
8.00	33.00	0.0008	0.0017	51.515151515	1.29
9.00	34.00	0.0009	0.0016	47.058823529	1.33
10.00	35.00	0.0010	0.0015	42.857142857	1.37
11.00	36.00	0.0011	0.0014	38.888888889	1.41
12.00	37.00	0.0012	0.0013	35.135135135	1.45
13.00	38.00	0.0013	0.0012	31.578947368	1.50
14.00	39.00	0.0014	0.0011	28.205128205	1.55
15.00	40.00	0.0015	0.0010	25.000000000	1.60
16.00	41.00	0.0016	0.0009	21.951219512	1.66
17.00	42.00	0.0017	0.0008	19.047619048	1.72
18.00	43.00	0.0018	0.0007	16.279069767	1.79
19.00	44.00	0.0019	0.0006	13.636363636	1.87
20.00	45.00	0.0020	0.0005	11.111111111	1.95
21.00	46.00	0.0021	0.0004	8.695652174	2.06
22.00	47.00	0.0022	0.0003	6.382978723	2.19
23.00	48.00	0.0023	0.0002	4.166666667	2.38
24.00	49.00	0.0024	0.0001	2.040816327	2.69
25.00	50.00	0.0025	0.0000	0.000100000	7.00
26.00	51.00	0.0026	0.0001	0.000000005	11.29
27.00	52.00	0.0027	0.0002	0.000000003	11.58
28.00	53.00	0.0028	0.0003	0.000000002	11.75
29.00	54.00	0.0029	0.0004	0.000000001	11.87
30.00	55.00	0.0030	0.0005	0.000000001	11.96

En el cálculo de  $H^+$  hay que introducir el condicional si se cumple \_\_\_\_\_ entonces \_\_\_\_\_ y si no esto otro \_\_\_\_\_ .

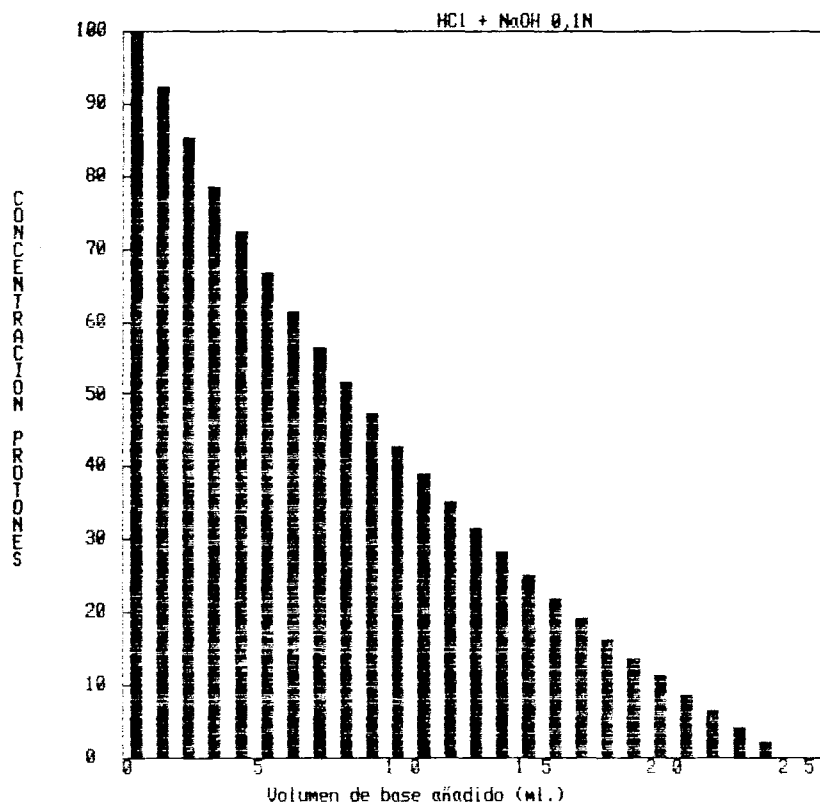
Para el pH, Open Access sólo permite calcular el Logaritmo neperiano.

Es muy fácil pasar a contexto las columnas I y K y obtener las gráficas de  $H^+$  y pH frente a los ml de base añadidos y poder explicar fácilmente los conceptos de neutralización y punto de equivalencia. En este caso concreto se obtiene en el de equivalencia una disolución neutra de sal común similar en propiedades al agua donde navega el submarino, sin problemas de comportamiento ácido ni básico.

### Valoración ácido - base fuertes



## x 0,001 Valoración ácido - base fuerte



Pero si queremos que los alumnos crean en las reacciones ácido base podemos realizarlas con indicadores "comestibles" que se puede incluir en base de datos para buscar las más idóneos en cada reacción. Indico dos ejemplos: la col roja pasa de PH ácido a básico por: rojo, rosa, púrpura, azul, verde y amarillo. Las pieles de pera y melocotón: naranja, rosa y verde.

Algunos de estos indicadores que cito se usaban 200 años antes que la fenolftaleina que se sintetizó sobre el 1977. Boyle escribió un libro en 1663, "Experiments upon colours" en el que cita alguno de estos indicadores.

Para mas datos al respecto, consultar:

- J. Chem. Educ. 41. p 285 (1964)
- J. Chem. Educ. 55. p 107 (1978)
- J. Chem. Educ. 62. p 285 (1985)

En general, el tratamiento de las **reacciones químicas**, su estequiometría y la variación de la energía del sistema en reacción se puede hacer con una H.C. con el beneficio de que el alumno compruebe que los casos son parecidos y puede relacionar bastantes conceptos en un sólo sistema químico.

Un ejemplo de estos cálculos lo realizamos para el caso citado en el apartado 3: datar una roca de Uranio y Plomo. Pero vamos a relacionar mas conceptos: variación del número de átomos y la masa de cada elemento químico de la muestra radiactiva; de la composición y masa de la roca; del volumen de Helio gaseoso que se desprenderá en c. n. Y además realizar a la vez el problema geológico de datación conociendo la proporción de Plomo en la muestra; y el problema típico de química de hallar las proporciones en ciertos intervalos de tiempo.

En la H.C. los valores corresponden a 1 Kg de  $UO_2Cl_2$ , y queremos calcular todos los valores al cabo de un tiempo que sea múltiplo del periodo de semidesintegración (ver tabla pag. siguiente)

Por último citar los explosivos tan importantes desde el punto de vista energético como en el submarino militar. Sería útil hacer una base de datos con los siguientes valores:

- velocidad de detonación.
- potencia explosiva.
- estabilidad química.
- sensibilidad (a impacto, calor o chispa eléctrica).
- balance de oxígeno.
- composición química.
- etc.



Sustancia: U 02 C12  
 Pm / at.U: 341.00  
 masa (g) : 1000.00  
 T (años) : 4500000000.00

tiempo	0	T	2.T	3.T	4.T
at-g U	2.93	1.47	0.73	0.37	0.18
at-g Pb	0.00	1.47	2.20	2.57	2.75
at-g He	0.00	11.73	17.60	20.53	21.99
masa U	697.95	348.97	174.49	87.24	43.62
masa Pb	0.00	302.05	453.08	528.59	566.35
masa He	0.00	46.92	70.38	82.11	87.98
masa C12 02	302.05	302.05	302.05	302.05	302.05
masa roca	1000.00	953.08	929.62	917.89	912.02
Vol. He (C.N.)	0.00	262.76	394.13	459.82	492.67

## PERISCOPIO

Una frase muy utilizada por los submarinistas cuando explican su vida allá abajo es: "Una vez a bordo es mejor olvidar todo lo que existe en la superficie".

La superficie, su mundo, aquello a lo que no se puede volver hasta finalizar la patrulla de 60 días

En los antiguos submarinos era muy utilizado el periscopio para poder ver esta superficie cuya pérdida causa tanta soledad. Cuando sin emerger, se ve por el periscopio lo que te rodea se valora este sencillo invento y las leyes de la óptica.

Vamos a comentar unos ejemplos de optica física muy sencillos realizados como lección de aprendizaje personal utilizando el lenguaje Pilot.

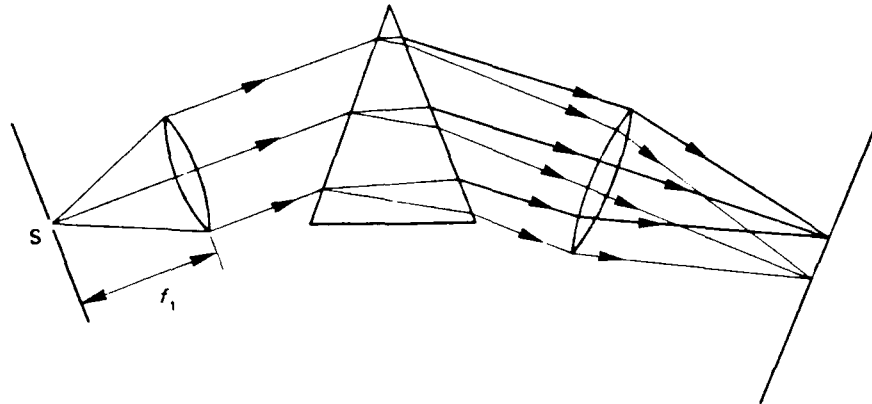
Este lenguaje permite crear lecciones con los defectos y ventajas de la enseñanza programada.

El lenguaje Pilot incorpora el programa IMAGEN que permite guardar dibujos creados en la pantalla del ordenador con cualquier paquete de diseño gráfico con media o baja resolución.

Los dibujos pueden ser esquemas como he comentado en los apartados 2. y 3. del tema ENERGIA que se pueden acompañar con informaciones y preguntas cuyas contestaciones Pilot puede comprobar.

Explico dos ejemplos de lección: Prisma y Perisco.

PRISMA: A partir del sencillo esquema de la descomposición de la luz por un prisma podemos fijar estos conceptos con ayuda de la imagen.



## PRISMA.PIL

```

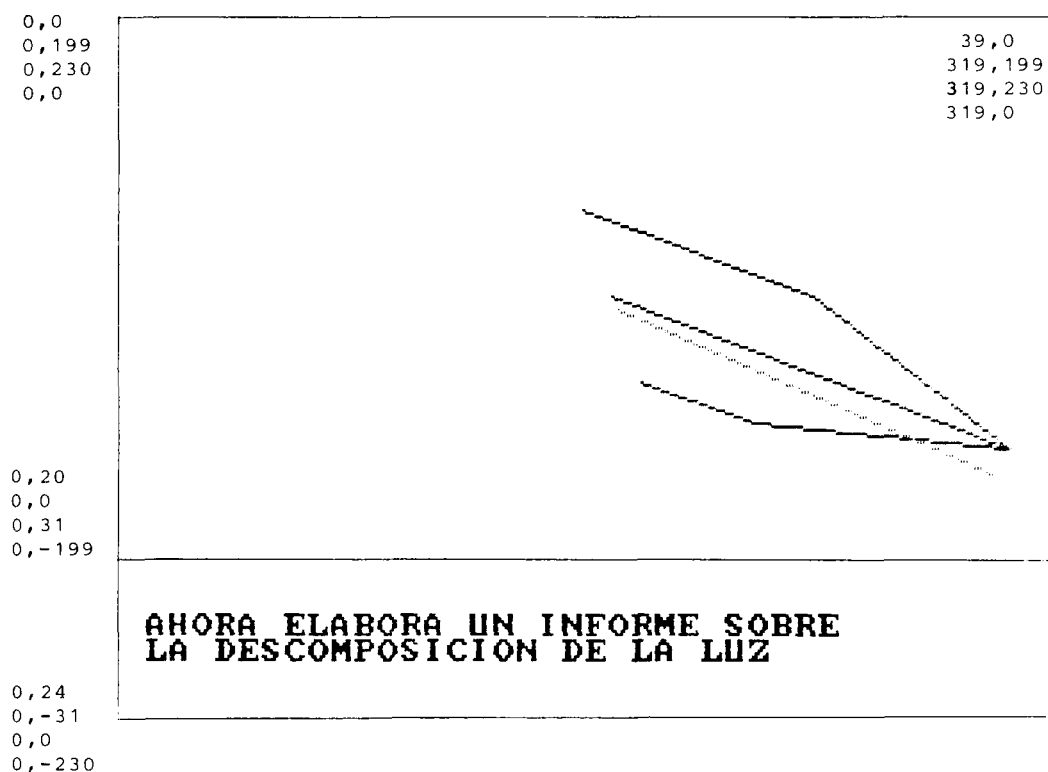
G:
GX:COLORES
G:00,230
G:VO,39,18,24
G:CPO
G:CFO
T:Sitúa el cursor en el punto de la
:pantalla que se colorea de rojo
:y pulsa intro
AP:
T(%X=36&%Y=11):MUY BIEN
JC:RO
T:Prueba de nuevo
J:⊘A
*RO
G:CT2
G:M150,-20;D230,-52;D298,-109
G:M160,-52;D298,-109
G:M170,-84;D210,-100;D298,-109
G:ES
T:
:Sitúa el cursor en el punto de la
:pantalla que se colorea de VERDE
:y pulsa intro.
AP:
T(%X=35!%X=36&%Y=12):MUY BIEN
GC:CT1
GC:M162,-57;D292,-119
JC:FIN
T:Prueba de nuevo
J:⊘A
*FIN
G:ES
T:
:AHORA ELABORA UN INFORME SOBRE
:LA DESCOMPOSICION DE LA LUZ
AS:
E:

```

Se pide al alumno que sitúe el cursor en la zona de la pantalla que se ilumina de rojo. El comando AP: (acepta cursor) comprueba la posición y si es correcta se dibuja en color rojo los

3 rayos del esquema que se dirigen al punto acertado. Se repite la pregunta para el color verde y también se aprovecha para dibujar el rayo central de este color. Se pueden ir añadiendo informaciones en la ventana para textos reservados en las líneas inferiores.

Es complicada de utilizar la pantalla gráfica por los distintos valores dependiendo del comando utilizado: las coordenadas de cada vértice que se indican en primer lugar corresponden a la utilización del comando PC: (pon cursor) y ap: que corresponden a 40 columnas y 25 filas.

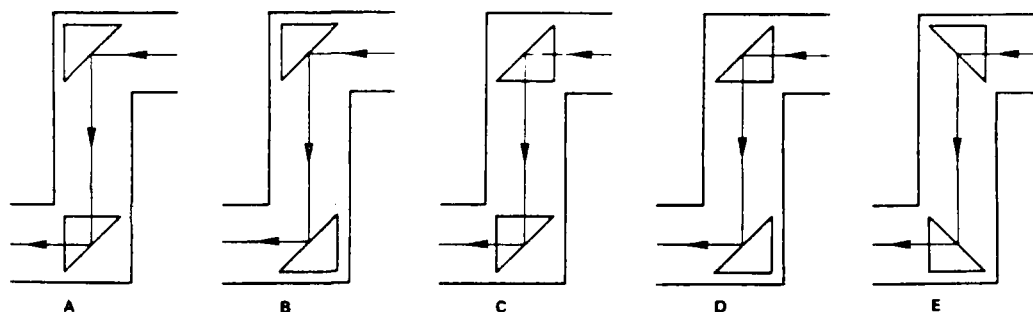


%X es una variable de Pilot (hay que utilizar X mayúscula) que indica la columna (0-39) y %Y lo mismo para las filas (0-24).

Las coordenadas en el 2º lugar corresponden a utilizar G: con órdenes de dibujo. En tercer lugar están las coordenadas de los vértices si utilizamos la orden G: o 0,0

Para evitar la contradicción de que aumenten las filas hacia abajo en unas y hacia arriba en las otras, en el ejemplo tomamos el origen para dibujar arriba a la izquierda igual que con ap: pero ocurre que las filas irán negativas. Las coordenadas en cuarto lugar corresponden a las de la lección y a la orden G: o 0,230

PERISCO: Es una breve lección que permite mostrar las posibilidades del comando ap: cara explicar gráficos sencillos. Se pueden ir alternando preguntas e informaciones para asegurar la comprensión por el alumno.

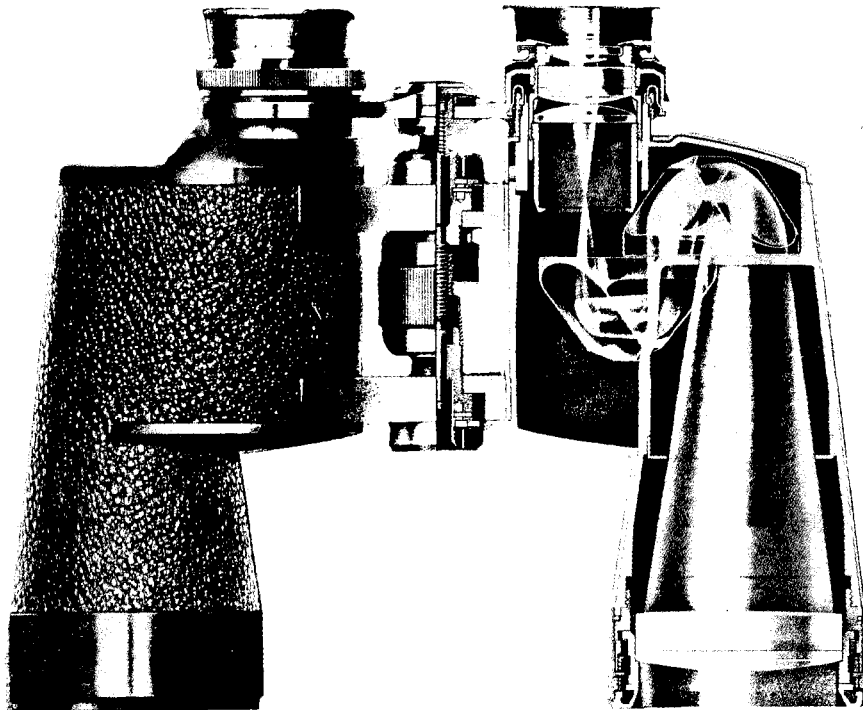


#### PERISCO.PIL

```
G:
G:MIRA
G:VO.39.15.24
G:CP0
G:CF0
T:Sitúa el cursor sobre la letra
:del periscópio correcto
:y pulsa intro
AF:
T(%X=18&%Y=13):MUY BIEN
JC:FIN
T(%Y<>12&%Y<>13):SOBRE LAS LETRAS DE ABAJO
T(%X=2!%X=10!%X=26&%Y=13):Prueba de nuevo. SON PRISMAS, NO ESPEJOS
J:6A
*FIN
G:ES
T:
:CORRECTO. MUY BIEN.
:ELABORA UN INFORME SOBRE LAS
:LENTES QUE HABRIA QUE AÑADIR
AS:
E:
```

Lógicamente los valores indicados en estas lecciones son aproximados al esquema del dibujo.

Otras posibilidades pueden hacerse con el esquema de prismáticos siguiente donde se podría ir rellenando con blanco los haces de luz, como señalo en el apartado 2., según fuera el alumno contestando a preguntas sobre la imagen si será invertida, real, etc.; o sobre qué ocurrirá al enfocar y qué lentes se desplazarán.



A N E X O I.  
\*\*\*\*\*

RESUMEN DEL LISTADO DE GATO.FMD.

CASO 1.: MOTOR ATMOSFERICO FAIRBANKS MORSE.

Nota: Las variables que aparecen entre corchetes se refieren a la misma variable expresada en otras unidades.

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
n	C6	12
D	C8	230
S	C9	270
N	C10	880
F	C11	1/20
$\mu v$	C12	0.85
$\mu e$	C13	0.49
Hp	C14	40.000
$\delta a$	C15	1.2
T1	C16	293
P1	C17	1
Vt	M5	+C9*C6*3.14*POT(C8,2)/4/1E6
Cm	M6	2*C9*C16/6E4
pme	M7	+C12*C11*C14*C13*C15/1E2
[pme]	P7	+M7*1.0204
Ga	M8	+C12*C15*C10*M5/120
[Ga]	P8	+M8*3.6
Ne	M9	+M7*1E5*M5/1E3*C10/120/1E3
[Ne]	P9	+M9*1.36
Me	M10	+M9*60*1E3/2/3.14/C10
[Me]	P10	+M10/9.8
Gf	M11	+M8*C11
[Gf]	P11	+M11*3.6
Gef	M12	+M11*3600/M9

## CASO 2.: MOTOR CON COMPRESOR VOLUMETRICO TIPO ROOTS.

Nota: Las variables que aparecen entre corchetes se refieren a la misma variable expresada en otras unidades.

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
$\mu v$	C25	0.85
$\mu e$	C26	0.49
Rc	C30	1.80
$\mu c$	C32	0.70
Cp	C34	1
$\Gamma$	C37	1.4
P1	M25	+C17
P2	M26	+C30
T2	M27	+C16*((POT(C30,((C37-1)/C37))-1)/C32+1)
[T2]	P27	+M27-273
$\delta 2$	M28	+C15*M26*C16/C17/M27
Wec	M29	+C34*(M27-C16)
Ga	M30	+C25*M28*M5*C10/120
[Ga]	P30	+M30*3.6
Nec	M31	+M30*M29/1E3
[Nec]	P31	+M31*1.36
pme	M32	+C25*C26*M28*C11*C14/1E2
[pme]	P32	+M32*1.0204
Ne	M33	+M32*1E5*M5/1E3*C10/2/60/1E3
[Ne]	P33	+M33*1.36
Neu	M34	+M33-M31
[Neu]	P34	+M34*1.36
Me	M35	+M34*6E4/2/3.14/C10
[Me]	P35	+M35/9.8
Gf	M36	+M30*C11
[Gf]	P36	+M36*3.6
Gef	M37	+M36*3600/M34
T2-T1	T27	+P27-(C16-273)
Incr. $\delta$	T28	(M28-C15)/C15
Incr. Ga	T30	(M30-M8)/M8
Incr. pme	T32	(M32-M7)/M7
Incr. Neu	T34	(M34-M9)/M9
Incr. Me	T35	(M35-M10)/M10
Incr. Gf	T36	(M36-M11)/M11
Incr. Gef	T37	(M37-M12)/M12



CASO 3.: MOTOR CON COMPRESOR VOLUMETRICO TIPO ROOTS E INTERCOOLER.

Nota: Las variables que aparecen entre corchetes se refieren a la misma variable expresada en otras unidades.

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
Incr. T	C58	-46
$\mu v$	C63	0.85
$\mu e$	C64	0.49
T2'	M49	$+C16 * ((POT(C30, ((C37-1)/C37)) - 1)/C32+1)+C58$
[T2']	P49	+M49-273
$\delta 2'$	M50	$+C15 * M26 * C16 / C17 / M49$
Wec	M51	+M29
Ga	M52	$+C63 * M50 * M5 * C10 / 120$
[Ga]	P52	+M52*3.6
Nec	M53	$+M52 * M51 / 1E3$
[Nec]	P53	+M53*1.36
pme	M54	$+C63 * C64 * M50 * C11 * C14 / 1E2$
[pme]	P54	+M54*1.0204
Ne	M55	$+M32 * 1E5 * M5 / 1E3 * C10 / 2 / 60 / 1E3$
[Ne]	P55	+M55*1.36
Neu	M56	+M55-M53
[Neu]	P56	+M56*1.36
Me	M57	$+M56 * 6E4 / 2 / 3.14 / C10$
[Me]	P57	+M57/9.8
Gf	M58	+M52*C11
[Gf]	P58	+M58*3.6
Gef	M59	$+M58 * 3600 / M56$
T2'-T1	T49	$+P49 - (C16 - 273)$
Incr. $\delta'$	T50	$(M50 - C15) / C15$
Incr. Ga	T52	$(M52 - M8) / M8$
Incr. pme	T54	$(M54 - M7) / M7$
Incr. Neu	T56	$(M56 - M9) / M9$
Incr. Me	T57	$(M57 - M10) / M10$
Incr. Gf	T58	$(M58 - M11) / M11$
Incr. Gef	T59	$(M59 - M12) / M12$

CASO 4.: MOTOR CON COMPRESOR VOLUMETRICO TIPO ROOTS E INTERCOOLER Y DOSADO REDUCIDO.

Nota: Las variables que aparecen entre corchetes se refieren a la misma variable expresada en otras unidades.

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
F'	C75	1/26
$\mu v$	C77	0.85
$\mu e$	C78	0.49
F'	M72	+C75
T2'	M73	+M49
[T2']	P73	+M73-273
$\delta 2'$	M74	+M50
Wec	M75	+M51
Ga	M76	+M52
[Ga]	P76	+M76*3.6
Nec	M77	+M53
[Nec]	P77	+M77*1.36
pme	M78	+C77*C78*M72*M74*C14/1E2
[pme]	P78	+M78*1.0204
Ne	M79	+M78*1E5*M5/1E3*C10/2/60/1E3
[Ne]	P79	+M79*1.36
Neu	M80	+M79-M77
[Neu]	P80	+M80*1.36
Me	M81	+M80*6E4/2/3.14/C10
[Me]	P81	+M81/9.8
Gf	M82	+M76*M72
[Gf]	P82	+M82*3.6
Gef	M83	+M82*3600/M80
T2'-T1	T73	+P73-(C16-273)
Incr. $\delta'$	T74	(M574C15)/C15
Incr. Ga	T76	(M76-M8)/M8
Incr. pme	T78	(M78-M7)/M7
Incr. Neu	T80	(M80-M9)/M9
Incr. Me	T81	(M81-M10)/M10
Incr. Gf	T82	(M82-M11)/M11
Incr. Gef	T83	(M83-M12)/M12

## CASO 5.: MOTOR CON TURBOCOMPRESOR GARRET.

Nota: Las variables que aparecen entre corchetes se refieren a la misma variable expresada en otras unidades.

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
$\mu v$	C89	0.85
$\mu e$	C90	0.49
Rc	C94	1.60
$\mu c$	C96	0.75
Cp	C100	1
$\Gamma$	C103	1.4
P1	M89	+C17
P2	M90	+C94
T2	M91	+C16*((POT(C94, ((C103-1)/C103))-1)/C96+1)
[T2]	P91	+M91-273
$\delta 2$	M92	+C15*M90*C16/M89/M91
Ga	M93	+C89*M92*M5*C10/120
[Ga]	P93	+M93*3.6
pme	M94	+C89*M92*C90*C11*C14/1E2
[pme]	P94	+M94*1.0204
Ne	M95	+M94*1E5*M5/1E3*C10/2/60/1E3
[Ne]	P95	+M95*1.36.
Me	M96	+M95*6E4/2/3.14/C10
[Me]	P96	+M96/9.8
Gf	M97	+M93*C11
[Gf]	P97	+M97*3.6
Gef	M98	+M97*3600/M95
T2-T1	T91	+P91-(C16-273)
Incr. $\delta$	T92	(M92-C15)/C15
Incr. Ga	T93	(M93-M8)/M8
Incr. pme	T94	(M94-M7)/M7
Incr. Ne	T95	(M95-M9)/M9
Incr. Me	T96	(M96-M10)/M10
Incr. Gf	T97	(M97-M11)/M11
Incr. Gef	T98	(M98-M12)/M12

## CASO 6.: MOTOR CON TURBOCOMPRESOR GARRET E INTERCOOLER.

Nota: Las variables que aparecen entre corchetes se refieren a la misma variable expresada en otras unidades.

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
Incr. T	C122	-46
$\mu v$	C63	0.85
$\mu e$	C64	0.49
P1	M113	+C17
P2	M114	+M90
T2	M115	+M91
[T2]	P115	+M115-273
T2'	M116	+M91+C122
[T2']	P116	+M116-273
$\delta 2$	M117	+C15*M114*C16/M113/M115
$\delta 2'$	M118	+C15*M114*C16/M113/M116
Ga	M119	+C125*M118*M5*C10/120
[Ga]	P119	+M119*3.6
pme	M120	+C125*C126*M118*C11*C14/1E2
[pme]	P120	+M120*1.0204
Ne	M121	+M120*1E5*M5/1E3*C10/2/60/1E3
[Ne]	P121	+M121*1.36
Me	M122	+M121*6E4/2/3.14/C10
[Me]	P122	+M122/9.8
Gf	M123	+M119*C11
[Gf]	P123	+M123*3.6
Gef	M124	+M123*3600/M121
T2'-T1	T116	+P116-(C16-273)
Incr. $\delta$	T117	(M117-C15)/C15
Incr. $\delta'$	T118	(M118-C15)/C15
Incr. Ga	T119	(M119-M8)/M8
Incr. pme	T120	(M120-M7)/M7
Incr. Ne	T121	(M121-M9)/M9
Incr. Me	T122	(M122-M10)/M10
Incr. Gf	T123	(M123-M11)/M11
Incr. Gef	T124	(M124-M12)/M12

CASO 7.: MOTOR CON TURBOCOMPRESOR GARRET, INTERCOOLER  
Y DOSADO REDUCIDO.

Nota: Las variables que aparecen entre corchetes se refieren a la misma variable expresada en otras unidades.

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
F'	C144	1/26
$\mu v$	C146	0.85
$\mu e$	C147	0.49
F'	M140	+C144
T2'	M141	+M116
[T2']	P141	+M116-273
$\delta 2'$	M142	+M118
Ga	M143	+C146*M118*M5*C10/2/60
[Ga]	P143	+M143*3.6
pme	M144	+C146*M140*C14*C147*M142/1E2
[pme]	P144	+M144*1.0204
Ne	M145	+M144*1E5*M5/1E3*C10/2/60/1E3
[Ne]	P145	+M145*1.36
Me	M146	+M145*6E4/2/3.14/C10
[Me]	P146	+M146/9.8
Gf	M147	+M143*M140
[Gf]	P147	+M147*3.6
Gef	M148	+M147*3600/M145
T2'-T1	T141	+P141-(C16-273)
Incr. $\delta'$	T142	(M142-C15)/C15
Incr. Ga	T143	(M143-M8)/M8
Incr. pme	T144	(M7144-M7)/M7
Incr. Neu	T145	(M145-M9)/M9
Incr. Me	T146	(M146-M10)/M10
Incr. Gf	T147	(M147-M11)/M11
Incr. Gef	T148	(M148-M12)/M12

A N E X O II.  
\*\*\*\*\*

RESUMEN DEL LISTADO DE SUB.FMD.

CASO 1.: SUBMARINO CON MOTOR ATMOSFERICO FAIRBANKS  
MORSE. DOSADO F = 1/20.

CANAL #1 : GATO.FMD

Nota: Las variables que aparecen entre corchetes se refieren a la misma variable expresada en otras unidades.

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
Q	D7	472
Gat	D8	4*M8#1
[Gat]	G8	+D8*3.6
Gft	D9	4*M11#1
[Gft]	G9	+D9*3.6
Geft	D10	+M12#1
Net	D11	4*M9#1
[Net]	G11	+D11*1.36
Met	D12	4*M10#1
[Met]	G12	+D12/9.8
t	D13	+D7/G9*1E3
Vsup	D14	+D11*20.25/3970.56
Vsum	D15	+D11*8.75/3970.56
Asup	D16	+D14*D13
[Asup]	G16	+D16*1.852
Asum	D17	+D15*D13
[Asum]	G17	+D17*1.852

CASO 2.: SUBMARINO CON MOTOR CON COMPRESOR VOLUMETRICO  
TIPO ROOTS. DOSADO  $F = 1/20$ .

CANAL #1 : GATO.FMD

Nota: Las variables que aparecen entre corchetes se refieren a la misma variable expresada en otras unidades.

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
Q	L7	+D7
Gat	L8	4*M30#1
[Gat]	O8	+L8*3.6
Gft	L9	4*M36#1
[Gft]	O9	+L9*3.6
Geft	L10	+M37#1
Net	L11	4*M34#1
[Net]	O11	+L11*1.36
Met	L12	4*M35#1
[Met]	O12	+L12/9.8
t	L13	+L7/O9*1E3
Vsup	L14	+L11*20.25/3970.56
Vsum	L15	+L11*8.75/3970.56
Asup	L16	+L14*L13
[Asup]	O16	+L16*1.852
Asum	L17	+L15*D13
[Asum]	O17	+L17*1.852

CASO 3.: SUBMARINO CON MOTOR CON COMPRESOR VOLUMETRICO  
TIPO ROOTS E INTERCOOLER. DOSADO  $F = 1/20$ .

CANAL #1 : GATO.FMD

Nota: Las variables que aparecen entre corchetes se refieren a la misma variable expresada en otras unidades.

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
Q	T7	+D7
Gat	T8	4*M52#1
[Gat]	W8	+T8*3.6
Gft	T9	4*M58#1
[Gft]	W9	+T9*3.6
Geft	T10	+M59#1
Net	T11	4*M56#1
[Net]	W11	+T11*1.36
Met	T12	4*M57#1
[Met]	W12	+T12/9.8
t	T13	+T7/W9*1E3
Vsup	T14	+T11*20.25/3970.56
Vsum	T15	+T11*8.75/3970.56
Asup	T16	+T14*T13
[Asup]	W16	+T16*1.852
Asum	T17	+T15*T13
[Asum]	W17	+T17*1.852



CASO 4.: SUBMARINO CON MOTOR CON COMPRESOR VOLUMETRICO  
TIPO ROOTS E INTERCOOLER. DOSADO REDUCIDO  
 $F' = 1/26$ .

CANAL #1 : GATO.FMD

Nota: Las variables que aparecen entre corchetes se refieren a la misma variable expresada en otras unidades.

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
Q	AB7	+D7
Gat	AB8	4*M76#1
[Gat]	AE8	+AB8*3.6
Gft	AB9	4*M82#1
[Gft]	AE9	+AB9*3.6
Geft	AB10	+M83#1
Net	AB11	4*M80#1
[Net]	AE11	+AB11*1.36
Met	AB12	4*M81#1
[Met]	AE12	+AB12/9.8
t	AB13	+AB7/AE9*1E3
Vsup	AB14	+AB11*20.25/3970.56
Vsum	AB15	+AB11*8.75/3970.56
Asup	AB16	+AB14*AB13
[Asup]	AE16	+AB16*1.852
Asum	AB17	+AB15*AB13
[Asum]	AE17	+AB17*1.852

CASO 5.: SUBMARINO CON MOTOR CON TURBOCOMPRESOR GARRET.  
DOSADO  $F = 1/20$ .

CANAL #1 : GATO.FMD

Nota: Las variables que aparecen entre corchetes se refieren a la misma variable expresada en otras unidades.

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
Q	AJ7	+D7
Gat	AJ8	4*M93#1
[Gat]	AM8	+AJ8*3.6
Gft	AJ9	4*M97#1
[Gft]	AM9	+AJ9*3.6
Geft	AJ10	+M98#1
Net	AJ11	4*M95#1
[Net]	AM11	+AJ11*1.36
Met	AJ12	4*M96#1
[Met]	AM12	+AJ12/9.8
t	AJ13	+AJ7/AM9*1E3
Vsup	AJ14	+AJ11*20.25/3970.56
Vsum	AJ15	+AJ11*8.75/3970.56
Asup	AJ16	+AJ14*AJ13
[Asup]	AM16	+AJ16*1.852
Asum	AJ17	+AJ15*AJ13
[Asum]	AM17	+AJ17*1.852

CASO 6.: SUBMARINO CON MOTOR CON TURBOCOMPRESOR GARRET  
E INTERCOOLER. DOSADO  $F = 1/20$ .

CANAL #1 : GATO.FMD

Nota: Las variables que aparecen entre corchetes se refieren a la misma variable expresada en otras unidades.

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
Q	AR7	+D7
Gat	AR8	4*M119#1
[Gat]	AU8	+AR8*3.6
Gft	AR9	4*M123#1
[Gft]	AU9	+AR9*3.6
Geft	AR10	+M124#1
Net	AR11	4*M121#1
[Net]	AU11	+AR11*1.36
Met	AR12	4*M122#1
[Met]	AU12	+AR12/9.8
t	AR13	+AR7/AU9*1E3
Vsup	AR14	+AR11*20.25/3970.56
Vsum	AR15	+AR11*8.75/3970.56
Asup	AR16	+AR14*AR13
[Asup]	AU16	+AR16*1.852
Asum	AR17	+AR15*AR13
[Asum]	AU17	+AR17*1.852

CASO 7.: SUBMARINO CON MOTOR CON TURBOCOMPRESOR GARRET  
E INTERCOOLER. DOSADO REDUCIDO  $F' = 1/26$ .

CANAL #1 : GATO.FMD

Nota: Las variables que aparecen entre corchetes se refieren a la misma variable expresada en otras unidades.

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
Q	AZ7	+D7
Gat	AZ8	4*M143#1
[Gat]	BC8	+AZ8*3.6
Gft	AZ9	4*M147#1
[Gft]	BC9	+AZ9*3.6
Geft	AZ10	+M148#1
Net	AZ11	4*M145#1
[Net]	BC11	+AZ11*1.36
Met	AZ12	4*M146#1
[Met]	BC12	+AZ12/9.8
t	AZ13	+AZ7/BC9*1E3
Vsup	AZ14	+AZ11*20.25/3970.56
Vsum	AZ15	+AZ11*8.75/3970.56
Asup	AZ16	+AZ14*AZ13
[Asup]	BC16	+AZ16*1.852
Asum	AZ17	+AZ15*AZ13
[Asum]	BC17	+AZ17*1.852

A N E X O III.  
 \*\*\*\*\*

RESUMEN DEL LISTADO DE COMPARAT.FMD.

CASO 1.: SUBMARINO CON MOTOR ATMOSFERICO FAIRBANKS  
 MORSE. DOSADO  $F = 1/20$ .

CANAL #1: SUB.FMD

CANAL #2: GATO.FMD

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
pme	D14	+M7#2
Incr. pme	D15	(D14-D14)/D14
$\delta$	D17	+C15#2
Incr. $\delta$	D18	(D17-D17)/D17
T	D20	+C16#2-273
Incr. T	D21	+D20-D20
Gat	D23	+G8#1
Incr. Gat	D24	(D23-D23)/D23
Gft	D26	+G9#1
Incr. Gft	D27	(D26-D26)/D26
Geft	D29	+D10#1
Incr. Geft	D30	(D29-D29)/D29
Net	D32	+G11#1
Incr. Net	D33	(D32-D32)/D32
Met	D35	+G12#1
Incr. Met	D36	(D35-D35)/D35
Vsup	D38	+D14#1
Incr. Vsup	D39	(D38-D38)/D38
Vsum	D41	+D15#1
Incr. Vsum	D42	(D41-D41)/D41
Asup	D44	+G16#1
Incr. Asup	D45	(D44-D44)/D44
Asum	D47	+G17#1
Incr. Asum	D48	(D47-D47)/D47

CASO 2.: SUBMARINO CON MOTOR CON COMPRESOR VOLUMETRICO  
TIPO ROOTS. DOSADO  $F = 1/20$ .

CANAL #1: SUB.FMD

CANAL #2: GATO.FMD

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
pme	F14	+M32#2
Incr. pme	F15	(F14-D14)/D14
$\delta$	F17	+M28#2
Incr. $\delta$	F18	(F17-D17)/D17
T	F20	+P27#2
Incr. T	F21	+F20-D20
Gat	F23	+O8#1
Incr. Gat	F24	(F23-D23)/D23
Gft	D26	+O9#1
Incr. Gft	F27	(F26-D26)/D26
Geft	F29	+L10#1
Incr. Geft	F30	(F29-D29)/D29
Net	F32	+O11#1
Incr. Net	F33	(F32-D32)/D32
Met	F35	+O12#1
Incr. Met	F36	(F35-D35)/D35
Vsup	F38	+L14#1
Incr. Vsup	F39	(F38-D38)/D38
Vsum	F41	+L15#1
Incr. Vsum	F42	(F41-D41)/D41
Asup	F44	+O16#1
Incr. Asup	F45	(F44-D44)/D44
Asum	F47	+O17#1
Incr. Asum	F48	(F47-D47)/D47

Caso 3.: SUBMARINO CON MOTOR CON COMPRESOR VOLUMETRICO  
TIPO ROOTS E INTERCOOLER. DOSADO  $F = 1/20$ .

CANAL # 1: SUB.FMD

CANAL # 2: GATO.FMD

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
pme	H14	+M54#2
Incr. pme	H15	(H14-D14)/D14
$\delta$	H17	+M50#2
Incr. $\delta$	H18	(H17-D17)/D17
T	H20	+P49#2
Incr. T	H21	+H20-D20
Gat	H23	+W8#1
Incr. Gat	H24	(H23-D23)/D23
Gft	H26	+W9#1
Incr. Gft	H27	(H26-D26)/D26
Geft	H29	+T10#1
Incr. Geft	H30	(H29-D29)/D29
Net	H32	+W11#1
Incr. Net	H33	(H32-D32)/D32
Met	H35	+W12#1
Incr. Met	H36	(H35-D35)/D35
Vsup	H38	+T14#1
Incr. Vsup	H39	(H38-D38)/D38
Vsum	H41	+T15#1
Incr. Vsum	H42	(H41-D41)/D41
Asup	H44	+W16#1
Incr. Asup	H45	(H44-D44)/D44
Asum	H47	+W17#1
Incr. Asum	H48	(H47-D47)/D47

CASO 4.: SUBMARINO CON MOTOR CON COMPRESOR VOLUMETRICO  
 TIPO ROOTS E INTERCOOLER. DOSADO REDUCIDO  
 $F' = 1/26$ .

CANAL # 1: SUB.FMD

CANAL # 2: GATO.FMD

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
pme	J14	+M78#2
Incr. pme	J15	(J14-D14)/D14
$\delta$	J17	+M74#2
Incr. $\delta$	J18	(J17-D17)/D17
T	J20	+P73#2
Incr. T	J21	+J20-D20
Gat	J23	+AE8#1
Incr. Gat	J24	(J23-D23)/D23
Gft	J26	+AE9#1
Incr. Gft	J27	(J26-D26)/D26
Geft	J29	+AB10#1
Incr. Geft	J30	(J29-D29)/D29
Net	J32	+AE11#1
Incr. Net	J33	(J32-D32)/D32
Met	J35	+AE12#1
Incr. Met	J36	(J35-D35)/D35
Vsup	J38	+AB14#1
Incr. Vsup	J39	(J38-D38)/D38
Vsum	J41	+AB15#1
Incr. Vsum	J42	(J41-D41)/D41
Asup	J44	+AE16#1
Incr. Asup	J45	(J44-D44)/D44
Asum	J47	+AE17#1
Incr. Asum	J48	(J47-D47)/D47



CASO 5.: SUBMARINO CON MOTOR CON TURBOCOMPRESOR GARRET.  
DOSADO  $F = 1/20$ .

CANAL # 1: SUB.FMD

CANAL # 2: GATO.FMD

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
pme	L14	+M94#2
Incr. pme	L15	(L14-D14)/D14
$\delta$	L17	+M92#2
Incr. $\delta$	L18	(L17-D17)/D17
T	L20	+P91#2
Incr. T	L21	+L20-D20
Gat	L23	+AM8#1
Incr. Gat	L24	(L23-D23)/D23
Gft	L26	+AM9#1
Incr. Gft	L27	(L26-D26)/D26
Geft	L29	+AJ10#1
Incr. Geft	L30	(L29-D29)/D29
Net	L32	+AM11#1
Incr. Net	L33	(L32-D32)/D32
Met	L35	+AM12#1
Incr. Met	L36	(L35-D35)/D35
Vsup	L38	+AJ14#1
Incr. Vsup	L39	(L38-D38)/D38
Vsum	L41	+AJ15#1
Incr. Vsum	L42	(L41-D41)/D41
Asup	L44	+AM16#1
Incr. Asup	L45	(L44-D44)/D44
Asum	L47	+AM17#1
Incr. Asum	L48	(L47-D47)/D47

CASO 6.: SUBMARINO CON MOTOR CON TURBOCOMPRESOR GARRET  
E INTERCOOLER. DOSADO  $F = 1/20$ .

CANAL # 1: SUB.FMD

CANAL # 2: GATO.FMD

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
pme	N14	+M120#2
Incr. pme	N15	(N14-D14)/D14
$\delta$	N17	+M118#2
Incr. $\delta$	N18	(N17-D17)/D17
T	N20	+P116#2
Incr. T	N21	+N20-D20
Gat	N23	+AU8#1
Incr. Gat	N24	(N23-D23)/D23
Gft	N26	+AU9#1
Incr. Gft	N27	(N26-D26)/D26
Geft	N29	+AR10#1
Incr. Geft	N30	(N29-D29)/D29
Net	N32	+AU11#1
Incr. Net	N33	(N32-D32)/D32
Met	N35	+AU12#1
Incr. Met	N36	(N35-D35)/D35
Vsup	N38	+AR14#1
Incr. Vsup	N39	(N38-D38)/D38
Vsum	N41	+AR15#1
Incr. Vsum	N42	(N41-D41)/D41
Asup	N44	+AU16#1
Incr. Asup	N45	(N44-D44)/D44
Asum	N47	+AU17#1
Incr. Asum	N48	(N47-D47)/D47

CASO 7.: SUBMARINO CON MOTOR CON TURBOCOMPRESOR GARRET  
E INTERCOOLER. DOSADO REDUCIDO F = 1/26.

CANAL # 1: SUB.FMD

CANAL # 2: GATO.FMD

DATO O VARIABLE	CELDILLA QUE OCUPA	VALOR O FORMULA
pme	P14	+M144#2
Incr. pme	P15	(P14-D14)/D14
$\delta$	P17	+M142#2
Incr. $\delta$	P18	(P17-D17)/D17
T	P20	+P141#2
Incr. T	P21	+P20-D20
Gat	P23	+BC8#1
Incr. Gat	P24	(P23-D23)/D23
Gft	P26	+BC9#1
Incr. Gft	P27	(P26-D26)/D26
Geft	P29	+AZ10#1
Incr. Geft	P30	(P29-D29)/D29
Net	P32	+BC11#1
Incr. Net	P33	(P32-D32)/D32
Met	P35	+BC12#1
Incr. Met	P36	(P35-D35)/D35
Vsup	P38	+AZ14#1
Incr. Vsup	P39	(P38-D38)/D38
Vsum	P41	+AZ15#1
Incr. Vsum	P42	(P41-D41)/D41
Asup	P44	+BC16#1
Incr. Asup	P45	(P44-D44)/D44
Asum	P47	+BC17#1
Incr. Asum	P48	(P47-D47)/D47





