



**Utilización del sistema CBL en la
asignatura de física y química
de 4º de ESO:
dos aplicaciones concretas**

Ángel Juan Martínez, Mercedes Juliá Espí

IES Pare Arqués, Cocentaina

**Emili Alcaraz Serra,
Milagro Aparisi Sempere,
Albert Català Antunez,
Raül Domínguez Cascant,
Ana Belén Pascual Venteo**

Alumnos de 4º de ESO



Descripción del sistema

El sistema CBL (Calculator Based Laboratory) consiste en una interface controlada mediante una calculadora gráfica Texas Instruments a la cual se le pueden conectar diferentes sensores de medida. Nosotros hemos utilizado un sensor de movimiento que permite determinar posición, velocidad y aceleración en un rango de distancias comprendido entre 0.5 m y 6 m.

Con la calculadora gráfica se programa el sistema para que efectúe mediciones de forma automática a intervalos de tiempo determinados. Los valores son almacenados en ella y es factible analizarlos directamente con las herramientas de que dispone. En todo momento la pantalla de la calculadora gráfica puede ser proyectada mediante un retroproyector y una pantalla de cristal líquido.

También es posible transferir los datos almacenados en la calculadora gráfica a un ordenador, para su análisis con programas informáticos de hoja de cálculo. Nosotros hemos utilizado la opción que ofrece el programa informático Graphical Analysis de importar directamente los datos de las calculadoras gráficas.

Utilización del sistema CBL para la introducción de los conceptos de instante de tiempo y posición

Uno de los puntos de partida necesarios para la construcción de la cinemática consiste en establecer una clara distinción entre los conceptos de instante de tiempo e intervalo de tiempo, así como entre los conceptos de posición y desplazamiento. Las dificultades que presenta la consecución de este objetivo son múltiples y han sido abordadas en otros ámbitos. Nosotros nos vamos a referir a una de estas dificultades, que el sistema CBL permite superar.

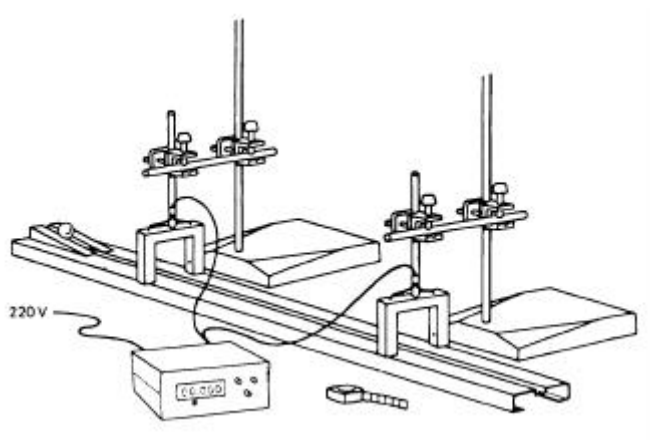
Cuando nos plantemos realizar el estudio experimental de un movimiento determinado, aún cuando pretendamos describirlo en términos de posiciones e instantes de tiempo, la realidad es que lo que medimos son desplazamientos e intervalos de tiempo. En un montaje experimental típico, como el de la figura, tratamos de reproducir el mismo movimiento muchas veces y, manteniendo siempre la misma posición inicial, cambiamos el desplazamiento cuyo intervalo de tiempo queremos determinar.

Es cierto que luego podemos reconvertir los desplazamientos y los intervalos de tiempo en posiciones e instantes de tiempo, pero en las etapas iniciales este proceder puede inducir a errores ya que requiere de algunas consideraciones ciertamente "peligrosas". Por una parte, es necesario establecer como origen de posiciones la posición inicial de los desplazamientos considerados e identificar el valor de dichos desplazamientos con el de la posición final de los mismos. Por otra parte, es preciso considerar como origen de tiempo el instante inicial de los intervalos de tiempo e identificar el valor de dichos intervalos con el del instante correspondiente a la posición final.

El sistema CBL permite hacer mediciones directas de posiciones e instantes de tiempo de forma rápida y sencilla, de manera que se pueden diseñar actividades, como la que presentamos en el Anexo I, para abordar las dife-



rentes dificultades relacionadas con la utilización de los conceptos de posición e instante de tiempo.



El esquema básico de una actividad tipo de estas características es el siguiente:

- a) Mediante lenguaje icónico se le proporciona al alumno información de un movimiento.
- b) El alumno debe hacer una descripción lingüística del movimiento que sea suficiente para reproducirlo sin necesidad de recurrir a la información icónica, empleando apropiadamente los términos posición, desplazamiento, instante de tiempo e intervalo de tiempo.
- c) El alumno debe proponer una representación gráfica posición-tiempo.
- d) El profesor dirige una puesta en común de las diferentes propuestas. En el Anexo II presentamos algunas de las representaciones gráficas que normalmente se sugieren como respuesta a la actividad del Anexo I.
- e) Uno de los grupos de alumnos “escenifica” el movimiento y la gráfica generada por el sistema CBL es proyectada para compararla con las diferentes propuestas.
- f) El profesor dirige la discusión de los diferentes errores (es posible intentar la escenificación de algunas de las gráficas erróneas).
- g) El alumno debe dejar constancia por escrito de los errores cometidos.

Antes de la realización de esta clase de actividades los alumnos han descrito movimientos reales sencillos, empleando sus conceptos intuitivos de tiempo y distancia que coinciden con los físicos de intervalo de tiempo y desplazamiento. Para ello han utilizado montajes experimentales típicos tal como el representado antes.

Así se puede comenzar la construcción de la cinemática a partir de dos formas de describir el movimiento, una basada en los conceptos de intervalo de tiempo y desplazamiento, y otra basada en los conceptos de instante de tiempo y posición.



Utilización del sistema CBL para el estudio de movimientos sencillos

El sistema CBL abre unas posibilidades inmensas en el campo del estudio experimental de movimientos sencillos. Sus dos ventajas fundamentales son la rapidez con la que se puede realizar la toma de medidas, y la facilidad con la que éstas pueden ser analizadas gráficamente. Así se libera tiempo para otro tipo de actividades tales como el diseño de las experiencias y la interpretación de los datos. También se pueden planificar múltiples experimentos variando determinadas condiciones iniciales.

En la actividad que presentamos investigamos el movimiento de frenado de un móvil sobre una superficie horizontal, que ha adquirido velocidad al descender una rampa. El procedimiento seguido es el siguiente:

- a) Se discute el diseño experimental más adecuado.
- b) Cada grupo planifica los factores cuya dependencia quiere estudiar (masa, impulso inicial...) y emite hipótesis acerca de como serán las gráficas posición-tiempo y velocidad tiempo que se obtendrán.
- c) En una puesta en común se discuten las diferentes propuestas y se planifica el trabajo.
- d) Se prepara el montaje experimental. Si es complejo, o requiere mucho material, con uno es suficiente para toda la clase.
- e) Cada grupo de alumnos realiza una primera recogida de datos.
- f) Los datos son transferidos al programa informático Graphical Analysis y almacenados en un disquet.
- g) Si se organiza una rueda, en una sesión, con una sola CBL, un único sensor de movimiento y dos o tres calculadoras, es posible que todos los grupos de una clase efectúen varias mediciones.
- h) Se analizan los resultados obtenidos con el programa Graphical Analysis y se puede prepara una presentación de los mismos. Como Anexo III se incluye un ejemplo realizado por un grupo de alumnos de 4º de ESO.



Anexo I

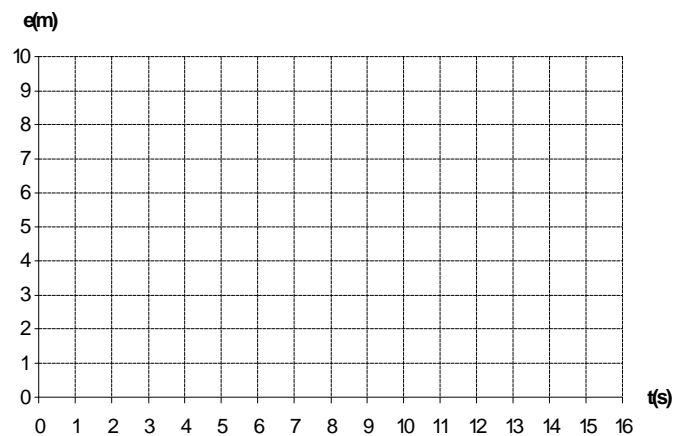
Actividad tipo para introducir los conceptos de posición e instante de tiempo utilizando el sistema CBL

A Feu la descripció lingüística i gràfica del següent moviment

Descripció física

Descripció lingüística

Descripció gràfica

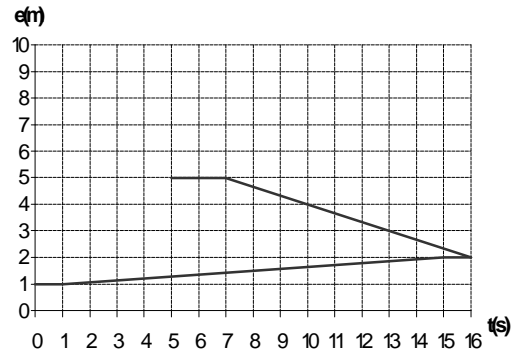
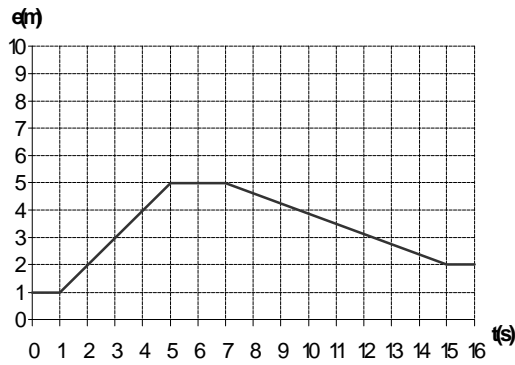
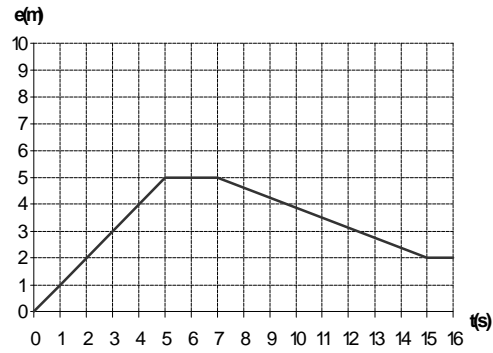
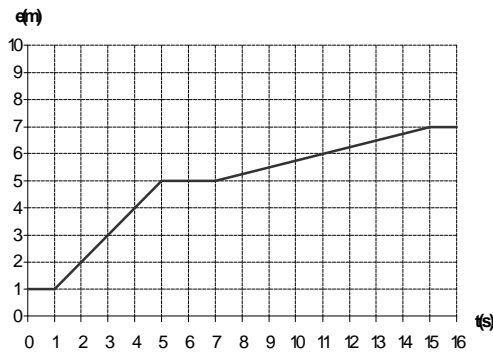


Comprovació i correcció d'errades



Anexo II

Diferentes propuestas de gráficas sugeridas como respuesta a la actividad planteada en Anexo I



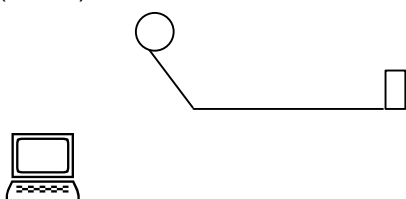


Anexo III

Ejemplo de presentación de resultados experimentales realizada con Graphical Analysis y un procesador de textos

Material

Calculadora gráfica, ordenador portátil, rampa, coche con pesas, radar (sonda).



Procedimiento

Primero nos enseñaron el funcionamiento de la calculadora gráfica, más tarde pusimos el carro en la parte superior de la rampa. Y comprobamos si el radar estaba en funcionamiento. Al ver que todo estaba preparado soltamos el carro y activamos el radar al mismo tiempo, con la ayuda del grupo de clase. Por último nos llevamos la calculadora gráfica donde estaba el ordenador portátil para poder imprimir los datos y la gráfica de dicho movimiento.

Gráfica de posición

El resultado de las mediciones se muestra en la figura adjunta.

Interpretación de la gráfica de posición

El radar iba midiendo posiciones en función del tiempo. El primer intervalo de tiempo (0 - 0'5 s) lo representamos como el intervalo de tiempo en que la bola baja la rampa, aunque el radar, al no percibirlo, lo representa en la gráfica como si estuviera parado, mediante una recta horizontal.

El segundo intervalo de tiempo (0'5 - 4'5 s) está representado en la gráfica como el movimiento horizontal de la rampa. Con los mismos intervalos de tiempo hace cada vez un desplazamiento menor, acercándose a cero.



Gráfica de velocidad

El resultado de las mediciones se muestra en la figura adjunta.

Interpretación de la gráfica de velocidad

El primer intervalo de velocidades ($0 - 1'1$ m/s) lo representamos como que el carro está bajando la rampa; por lo tanto, está aumentando su velocidad negativamente, ya que el carro se acerca al radar.

El segundo intervalo de velocidades ($1'1 - 0$ m/s) representa cuando el carro recorre las vías horizontales, por lo tanto su velocidad irá disminuyendo hasta llegar a cero. En este recorrido, como podemos ver, la gráfica tiene forma de dientes de sierra debido a que la velocidad del carro se ve afectada por distintos tipos de fricciones (como junta de carriles...).