

“XVIII Encuentro Nacional de Profesores de Física”
“IX Encuentro Internacional de Educación en Física”
PAYSANDÚ- URUGUAY -Septiembre de 2008

Taller: Interactive Physics, herramienta complementaria en la enseñanza de la física

Introducción a
INTERACTIVE PHYSICS

Por:

Medardo Fonseca, mefle@yahoo.com


Para Cavilar: Entender el universo que nos rodea, es trabajo de todos, y en todo momento. Empezamos a interactuar con él desde que estamos en el vientre materno, sentimos calor, frío, escuchamos sonidos,..., cuando nacemos nos encandilamos con la luz, y seguimos con el entrenamiento de nuestros sensores, los sentidos,..., a medida que crecemos nos vamos familiarizando con la gravedad, que no desaprovecha oportunidad para estrellarnos contra una masa de seis mil trillones de toneladas, nuestro planeta. Quedamos con huellas mas o menos temporales: chichones, raspaduras, moretones, fracturas, entre otros.

A la naturaleza que nos rodea, Aristóteles la llamaba en su idioma como $\Phi\upsilon\sigma\iota\zeta$, que pseudo traducido o importado al español es la Física que en la vida escolar la estudiamos de manera gradual en los distintos grados. Ahora con las tecnologías de información y comunicación (TIC) contamos con herramientas, que nos facilitan la visualización, exploración y conceptualización; una de esas herramientas es Interactive Physics

¿Qué es Interactive Physics? es un ambiente de simulación animada, de mecánica Newtoniana, los objetos se dibujan como en un editor gráfico, se le asignan las propiedades básicas según el caso (masa, velocidad, posición, fricción), con un toque se agregan, entre otros, resortes, poleas, cuerdas, y cuando el sistema está listo, un toque en *arrancar* y se tiene una simulación animada del sistema. Se pueden colocar medidores, de tiempo, posición, velocidad, entre otras cantidades físicas.

Un paseo por Interactive Physics¹

Después de cargar el programa, Interactive Physics inicia abriendo una nueva ventana sin título y mostrando sobre la pantalla los diferentes elementos del programa (ver fig. 1.1).

- La **barra de herramientas** contiene todos los elementos que pueden ser usados para crear simulaciones. Con las herramientas se pueden definir objetos, resortes, cuerdas, fuerzas y muchos otros objetos.
- Los **controles de la simulación** permiten manejar la ejecución y la visualización de la simulación, con ellos se puede controlar los pasos y tiempos de la simulación.
- La **barra de coordenadas** permite ver las coordenadas de un objeto y algunas de sus características como radio u orientación.
- La **franja de ayuda** describe de manera concisa las características de la herramienta u objeto localizado con puntero del ratón. Por ejemplo, si se localiza el ratón en el icono , aparece un mensaje, el cual muestra que esta herramienta determina una fuerza aplicada a un determinado objeto.

¹ Algunos apartes, tomados del libro: *Física con Interactive Physics por A. Hurtado, M. Fonseca, editado por el Fondo de publicaciones Universidad Distrital 2002*. por ello, la numeración no es lineal.

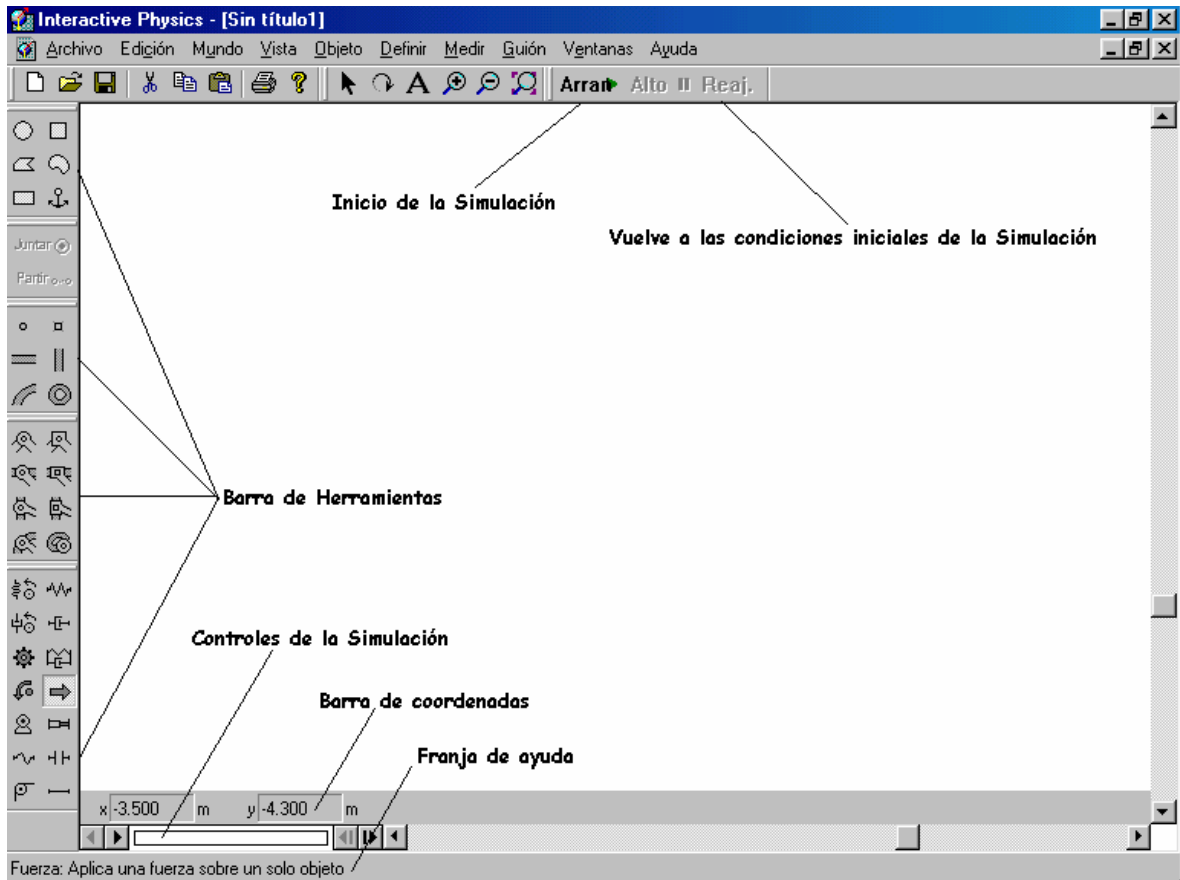


Fig. 1.1 Pantalla inicial de *Interactive Physics 2000* en Español.

Pasos para crear una nueva simulación

- Ir al menú **Archivo (File^{*})** y seleccionar **Nuevo (New)** para abrir un nuevo documento.
- Dibujar y posicionar diferentes objetos con sus constricciones en el **Espacio de Trabajo (Workspace)**: Para realizar cualquier simulación en *Interactive Physics* se debe posicionar algún objeto sobre el espacio de trabajo, el cual representa el sitio donde se realizará la simulación de acuerdo a propiedades físicas del mundo como: el campo gravitacional, campo eléctrico, resistencia del aire, entre otros.

Antes de colocar el objeto, es necesario que dicho espacio de trabajo se adecue a un sistema de coordenadas (en este caso cartesianas x, y), que contenga escalas que puedan dar información de la posición del objeto en un momento determinado. Para que aparezcan las divisiones de las respectivas escalas se va al menú **Vista (View)** y se pica (hace clic) en **Espacio de trabajo**, donde se despliega ahora una caja de herramientas (ver Fig. 1.2), se pica en **Líneas cuadrículadas (Grid Lines)** y en **Ejes x,y (x,y ,axes)**. Las Líneas cuadrículadas nos ayudarán a alinear los objetos. Si se desean otros atributos el usuario puede seleccionarlos.*

^{*} Entre paréntesis se muestra el respectivo nombre de la versión en inglés.

* Se recomienda hacer los dos pasos anteriores cada vez que se desee hacer una nueva simulación



Fig. 1.2 Caja de herramientas del submenú: Espacio de trabajo

- Elegir un objeto (un círculo por ejemplo, ver sección 1.5), colocarlo y dibujarlo del tamaño que se desee en el Espacio de Trabajo. Al hacer doble clic en dicho objeto (o ir al menú Ventanas y escoger la opción de propiedades) aparece el cuadro de dialogo, allí se pueden especificar por ejemplo masa, coordenadas, componentes de velocidad, coeficiente de fricción, elasticidad, momento de inercia, entre otras.
- Después de elegir las características del objeto hay que determinar físicamente las interacciones que dicho objeto podría tener con relación al mundo real, es decir definir el **Cuadro del Mundo**. En Interactive Physics la simulación tiene lugar de manera que se pueden conformar diferentes parámetros físicos externos, que se denominan los parámetros del mundo. Al crear un documento para una simulación nueva, los ajustes iniciales para el mundo son:

Gravedad (Gravity): La Tierra (9.81 m/s^2)

Resistencia aérea (Air resistance): ninguno

Electrostática (Electrostatic): ninguno

Campo de fuerza (Field Force): ninguno

Algunos Ejemplos de simulación

4. DINAMICA

Cuando se quiere analizar un fenómeno que ocurre en la naturaleza en donde se desean saber las interacciones que aparecen entre los objetos que hacen parte de dicho fenómeno, recurrimos a la Dinámica. Esta área de la Mecánica permite escudriñar como los objetos se comportan en la naturaleza cuando ellos se mueven o están quietos.

El fundamento teórico sobre la cual se sustenta la mecánica, llamada clásica, son las Leyes de Newton y es con ellas que las simulaciones o modelos usados por Interactive Physics son realizados.

A continuación se mostrarán unos ejemplos de aplicación de las Leyes de Newton el cual se resolverá de manera teórica y luego simulada en Interactive Physics.

4.1. Problema propuesto 1: Bloque deteniéndose sobre una superficie horizontal

En el instante mostrado en la figura 4.1, un objeto de masa $m = 2 \text{ kg}$ se está moviendo con una rapidez inicial $v_0 = 5 \text{ m/s}$ hacia la derecha por una vía recta y debido a la acción de la fuerza de fricción el objeto se detiene a

♦ Para Bogotá el valor de g es 9.76 m/s^2

una distancia d . Si el coeficiente de fricción cinético entre el objeto y la superficie es $\mu_k = 0.3$, se desea calcular la distancia d y la desaceleración del objeto.

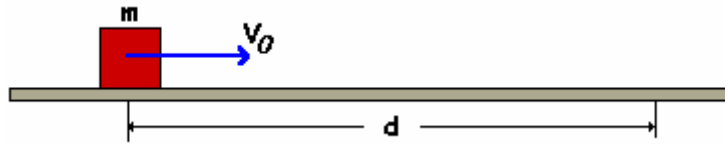


Fig. 4.1. Objeto que se va deteniendo sobre una superficie horizontal

Solución Teórica:

Para resolver el problema partimos del diagrama de cuerpo libre (ver figura 4.2), es decir del diagrama que muestra las fuerza externas que actúan sobre el objeto que se desliza sobre la superficie horizontal. Como se observa en la figura 4.2, las fuerzas son, la Fuerza Normal N , el peso o fuerza gravitacional W (Peso) y la fuerza de fricción f_k .

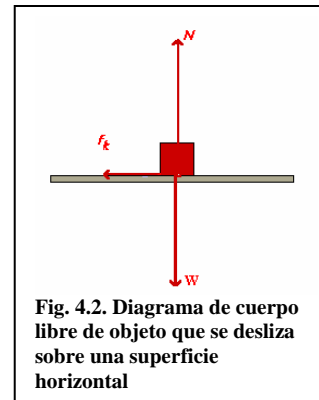


Fig. 4.2. Diagrama de cuerpo libre de objeto que se desliza sobre una superficie horizontal

Aplicando la segunda ley de Newton obtenemos:

$$\text{Eje } x: \quad -f_k = ma \quad (4.1)$$

$$\text{Eje } y: \quad N = W \quad (4.2)$$

Sabiendo que $f_k = \mu_k N$ y que $N = mg$, se sustituyen estos valores en las ecuaciones 4.1 y 4.2. Al despejar la aceleración a se obtiene que:

$$a = -\mu_k g \quad (4.3)$$

La ecuación 4.3 muestra que el objeto se desacelera constantemente. Valiéndonos de este hecho, podemos calcular la distancia que el objeto recorre hasta detenerse. Recordando que,

$v^2 = v_0^2 + 2ad$, que $v = 0$, sustituyendo el valor de a de la ecuación 4.3 y despejando d se obtiene:

$$d = \frac{v_0^2}{2\mu_k g} \quad (4.4)$$

Sustituyendo los valores dados en el problema propuesto, obtenemos que la aceleración es $a = -2.94 \text{ m/s}^2$ y $d = 4.25 \text{ m}$.

Pasos de la simulación:

- Ir al Menú vista (view) y escoger la opción de espacio de trabajo (workspace) y seleccionar ejes x, y (x, y , axes), coordenadas (coordinates) y líneas cuadrículadas (grid lines).
- Seleccionar la herramienta de rectángulo en la barra de herramientas y dibujar uno que represente al cuerpo y ubicarlo en el origen de coordenadas. Hacer doble clic sobre el cuerpo y definir sus propiedades, masa = 2 kg, su velocidad en x $v_x = 5 \text{ m/s}$ y el coeficiente de fricción cinético de 0.3.
- Seleccionar la herramienta de rectángulo en la barra de herramientas y dibujar uno que represente la superficie horizontal y que tenga una longitud de aproximadamente 5 m. Escoger la herramienta de Ancla y fijar el rectángulo. Hacer doble clic sobre el rectángulo y fijar el valor del coeficiente de fricción cinético en 0.3, en la caja de diálogo de las propiedades.
- Estando seleccionado el cuerpo, ir la menú Definir y escoger la opción de Vectores para que se muestren en la simulación los vectores de **Fuerza de Contacto (Contact Force)** o Fuerza Normal, representada en

Interactive Physics como **FN**, **Fuerza Gravitacional (Gravitational Force)** representada en Interactive Physics como **FG** y la **Fuerza de Fricción (Frictional Force)** representada por **FF**.

- Escoger los medidores para la aceleración y la posición del objeto e ir al menú Ventanas y escoger la opción de apariencia, para colocar el título que tendrán los medidores.
- Utilizar los signos “+” o “-“ del teclado numérico para ir haciendo la simulación paso a paso.[®]
- Ejecutar la simulación la cual se muestra en la figura 4.3, en donde se observan los resultados obtenidos.

Si realizamos una comparación entre los valores teóricos (con subíndice t) y simulados (subíndice s) de cualquier variable física, la forma de calcular error porcentual entre el valor teórico (V_t) y el valor simulado (V_s) de dicha variable es calculado por la

$$\text{expresión } \% E = \frac{V_t - V_s}{V_t} * 100 . *$$

Si contrastamos los valores teóricos y simulados de la aceleración encontramos que el error cometido es de tan sólo 0.068% y en el valor de la distancia a la cual se detiene el objeto es de 0.47%. No olvidar que el objeto no es asumido como partícula por el simulador y que si éste no es colocado bien sobre el piso, estos objetos se traslapan y el simulador lo interpreta de esta manera. Adicionalmente si se aumenta la precisión desde el menú mundo, se puede disminuir el error.

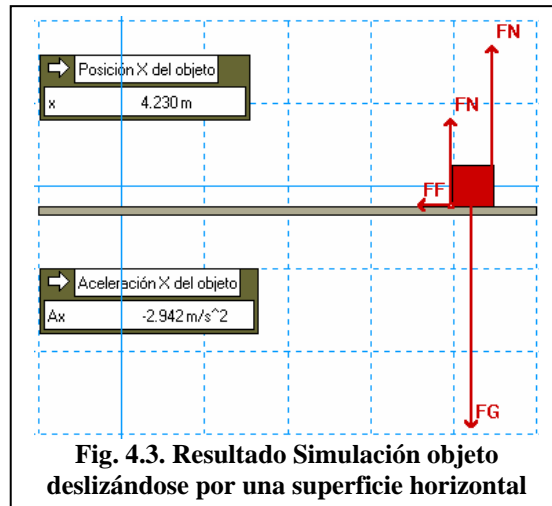


Fig. 4.3. Resultado Simulación objeto deslizándose por una superficie horizontal

Ejercicio Propuesto: Con base en el problema propuesto, ¿Cambia la distancia recorrida y la aceleración del objeto si se aumenta la masa del mismo?. ¿En que porcentaje disminuye la distancia recorrida y la aceleración del objeto si entre el objeto y el piso hay un coeficiente de fricción cinético de 0.3 ?. (Sugerencia: Abrir el archivo *dinamica1* y haz los cambios pertinentes o si no elabora tu propio problema. Puedes seguir los pasos elaborados en el problema propuesto y después hacer las modificaciones).

5. CINEMATICA

Cada vez que se desea describir el movimiento de los objetos se recurre a esa área de la mecánica, llamada Cinemática. El movimiento descrito por el objeto prácticamente es analizado por el comportamiento de tres variables: Desplazamiento, velocidad y aceleración, sin importar si el movimiento es realizado en una, dos o tres dimensiones.

5.1. Problema propuesto 1: Movimiento combinado unidimensional y bidimensional

Una pelota es pateada con una rapidez inicial $v_o = 5 \text{ m/s}$ y formando un ángulo θ con la horizontal desde el borde de un puente. En el preciso momento en que es pateada la pelota pasa un carro por debajo del puente moviéndose a una rapidez constante $v_c = 3 \text{ m/s}$ por una vía recta como se muestra en la figura 5.1. Se quiere calcular el ángulo θ con qué fue lanzada la pelota para que la misma haga impacto en el carro; mostrar al mismo tiempo que la pelota siempre golpea el carro sin importar la altura h que separa el borde del puente y el carro en el instante inicial. Despreciar la fricción con el aire y asumir los objetos como partículas.

Solución Teórica:

[®] Siempre que sea necesario es bueno hacer el control de la simulación paso a paso.

* En todos los análisis que se hagan a lo largo del texto de comparar la solución teórica y los resultados de la simulación, se usará esta expresión para indicar el error cometido.

Un concepto importante en un lanzamiento de un objeto en dos dimensiones en donde dicho objeto está sometido sólo a la acción gravitacional y en donde el aire no ejerce ningún efecto, es que sobre el objeto en el eje horizontal no existen fuerzas externas actuando sobre él y por tanto el objeto se mueve con rapidez constante, por tanto:

Para la pelota:

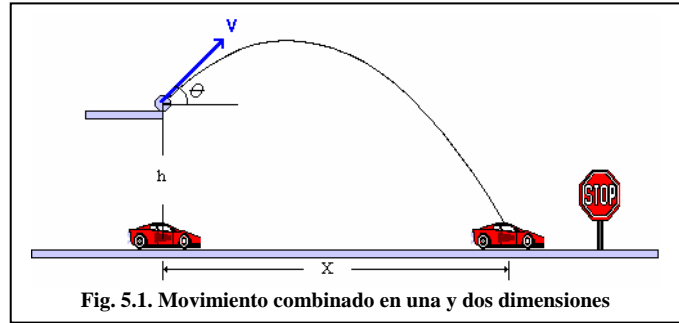
$$\begin{aligned} \text{Eje } x: \quad v_x &= v_{ox} = v_0 \cos \theta \\ x_p &= (v_0 \cos \theta) t_p \end{aligned} \quad (5.1)$$

Para el Carro:

$$\text{Eje } x: \quad x_c = v_c t_c \quad (5.2)$$

Si la pelota ha de golpear el carro se cumple que:

$$x = x_c = x_p \quad \text{y} \quad t_c = t_p \quad (5.3)$$



Igualando las ecuaciones 5.1 y 5.2 y cancelando el tiempo se tiene:

$$v_c = v_0 \cos \theta \Rightarrow \theta = \cos^{-1} \left(\frac{v_c}{v_0} \right) \quad (5.4)$$

Sustituyendo los valores de v_c y v_0 se llega a una solución para el ángulo $\theta = 53.13^\circ$.

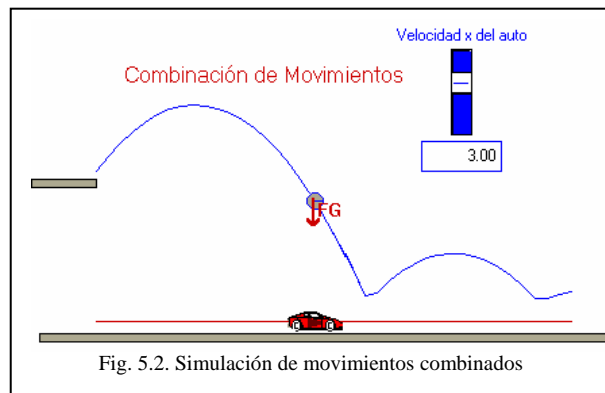
Lo anterior muestra que la pelota siempre golpearía el auto (bajo la condición dada), independientemente del valor de la altura del borde del puente al auto. Aquí se muestra un ejemplo claro de la independencia del movimiento de la pelota en el eje y (Movimiento acelerado debido a la fuerza gravitacional) y del movimiento en el eje x (Movimiento con rapidez constante).

Pasos de la simulación

- Seleccionar la herramienta de rectángulo en la barra de herramientas y dibujar un rectángulo de aproximadamente 10 cuadrículas o más, el cual representará la vía recta y ubicarlo sobre el eje x . Escoger la herramienta de Ancla y fijar la “vía” e ir al menú Ventanas y escoger la opción de Apariencia para no mostrar el ancla.
- Para que la vía permita que el “auto” (otro rectángulo lo más pequeño que se desee) se mueva con rapidez constante, a la vía y al auto se les debe asignar los valores de coeficiente de fricción iguales a cero en la caja de dialogo de las propiedades. No olvidar que en dicha caja al rectángulo que representa el auto se le debe asignar el valor de la rapidez en x , $v_x = 3$ m/s y la coordenada del *centro* de masa del mismo en el eje x debe ser cero y la del eje y la que resulte cuando el “auto” sea puesto sobre la “vía”.
- Para que el rectángulo que representa el auto se observe como una imagen o dibujo de dicho auto, se puede hacer lo siguiente. Consiga una imagen cualquiera de un auto en extensión BMP, JPG, GIF o en cualquier otro formato cópielo y péguelo en Interactive Physics. Estando seleccionada la imagen del auto se mantiene oprimida la tecla SHIFT, se hace clic sobre el rectángulo, se va al menú **Objeto (Object)** se escoge la opción **Adjuntar Imagen (Attach Image)** y la simulación será realizada como si fuese el auto el que se estuviese moviendo.
- El “puente” puede ser simulado en su sección transversal por un rectángulo, el cual se puede dibujar del tamaño que se desee pues no tendrá influencia en los cálculos que se requieren. Lo que se debe tener en cuenta es que el borde del mismo debe quedar perpendicular el eje y , en cualquier sitio sobre dicho eje y tangente al mismo. No olvidar anclarlo y que el ancla no se muestre.

- Usando la barra de herramientas dibujar un círculo del tamaño más pequeño (al igual que en el auto, para simular objetos vistos como partículas) y ubicarlo sobre el borde del puente con la condición que la coordenada del centro de masa en x sea cero. Dicho círculo nos representará la “pelota” que será lanzada.
- Tantear si se desea, unos valores de rapidez en x e y para la pelota y correr la simulación para ver observar si ésta puede o no pegar en el auto. Como esto podría llevar mucho tiempo, se sugiere revisar la solución teórica del problema y asumir en las propiedades de la pelota una rapidez , $v_x = 3$ m/s y por métodos matemáticos calcular la rapidez , v_y , sabiendo que la resultante debe ser 5 m/s.
- Si se desean ver las fuerzas que actúan sobre la pelota durante todo el movimiento, se puede ir al menú Definir y escoger la opción vectores para mostrar las fuerzas que se deseen. Aquí el escoger las fuerzas no debe ser tan al azar, sin embargo el programa le permitirá hacerse algunos cuestionamientos. Cuál o cuales se escogerían y por qué?
- Para mostrar que realmente el valor de la velocidad en x del carro debe ser un valor bien calculado, se puede ir al menú definir y escoger un **Control Nuevo (New Control)** y del submenú escoger **velocidad inicial de x (Velocity Initial x)**. Al escoger la opción de regla deslizable, podemos manipular dicho valor y observar que al ejecutar la simulación la pelota ya no pega exactamente en el auto.
- Cambiar el nombre y el color del control desde el submenú apariencia desde el menú Windows.
- Al ejecutar la simulación se verá algo como lo mostrado en la figura 5.2

- La simulación está hecha de tal manera que la pelota puede “chocar” con el auto varias veces prácticamente hasta detenerse en el auto. En el capítulo 8 de colisiones se explicarán algunos aspectos sobre este fenómeno, por ahora al auto y la pelota en la caja de dialogo de las propiedades cambie al valor de uno la propiedad de elasticidad de cada uno de los objetos.



Se puede observar claramente que los cálculos teóricos son bien precisos y aseguran un modelo decisivo para contrastar con la simulación. En este problema, el estudiante puede durar mucho tiempo intentando un número de veces el lanzamiento de la pelota, para que ésta precisamente golpee en el auto. Eso significa que hay que tener muy claros los conceptos físicos de los movimientos de proyectiles sin fricción con el aire.

Ejercicio Propuesto: Corra la simulación que tiene el choque entre la pelota y el auto, la cual está en el archivo *cinemat1*. Como el carro no es una partícula y tiene dimensiones, cambiando valores en el control de la velocidad del carro, determine el intervalo de valores de velocidad del carro cercanos a 3 m/s, que hacen que la pelota golpee al auto. Si el carro se mueve a 5 m/s, y la pelota fue lanzada con un ángulo de 37° con la horizontal, determine la magnitud de la velocidad de la pelota para que esta pegue de nuevo en el auto.