

# **DISEÑO DE UN SISTEMA MULTIMEDIA PARA EL ESTUDIO DE CHOQUES Y SU APLICACIÓN DIDÁCTICA COMO MEDIO DE MEJORA DE LA CALIDAD DE LA ENSEÑANZA EN LAS ESCUELAS TÉCNICAS**

A. Pontes Pedrajas  
M.P. Martínez-Jiménez  
G. Pedrós Pérez  
M.C. García Martínez  
Dep. de Física Aplicada  
Universidad de Córdoba

## **RESUMEN**

En este trabajo se propone una metodología basada en la utilización docente de un programa de simulación y resolución de problemas sobre choques, que se ha aplicado con estudiantes de primer curso de Ingeniería Técnica. La propuesta metodológica se ha basado en la utilización de una aplicación informática: CHOQUES, desarrollada por nuestro equipo de trabajo, junto con la realización de un programa-guía de actividades, destinado a orientar el trabajo de los alumnos y a favorecer la reflexión o la discusión durante el proceso de aprendizaje. Tras analizar los primeros resultados obtenidos en la evaluación del proceso seguido, podemos considerar que la experimentación de la propuesta metodológica ha sido positiva y aporta datos interesantes para avanzar en la aplicación de la informática educativa en la educación científica y tecnológica.

## **ABSTRACT**

In this work we propose the educational use of a program of collision simulation and resolution of problems, that it have been applied, with students of first course of Technical Engineering. The educational methodology has been based on the use of an application computer science: COLLISION, developed by our team of work, together with the realization of a program-guide of activities, destined to guide the work of the students and help them in the process of learning. Firstly, we have analyzed the results obtained in the evaluation of the educational experiment, and we starting from them could conclude that the methodological experimentation has been positive and it contributes interesting data in order to advance in the application of the educational computer science in the scientific and technological education.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Uno de los principales objetivos de la enseñanza de la Física consiste en mejorar los recursos y métodos educativos para tratar de favorecer la motivación de los alumnos y el aprendizaje significativo en esta materia. Pensamos que la utilización de las nuevas tecnologías puede ayudar a los profesores a desarrollar este objetivo, ya que en la actualidad existen muchos programas de enseñanza de la Física asistida por ordenador para todos los niveles educativos y conviene utilizarlos adecuadamente para tratar de mejorar la eficacia de nuestra acción docente.

Las aplicaciones informáticas de carácter docente son numerosas y se están utilizando, desde hace tiempo en la educación científica. Los investigadores en esta área

destacan que algunas de sus características más ventajosas son: capacidad de almacenamiento y de acceso a todo tipo de información (texto, imágenes, animaciones, sonido,...), capacidad de simular fenómenos naturales difíciles de observar en la realidad o de representar modelos de sistemas microscópicos, interactividad con el usuario y la posibilidad de llevar a cabo un proceso de enseñanza individualizada autodirigida [1, 2].

No obstante, el problema principal de la informática educativa es que la mayoría de los profesores apenas utilizan el abundante software existente en su práctica docente, de modo que muchos de tales programas no llegan a aplicarse nunca en contextos educativos reales, de ahí que una de las primeras metas a alcanzar sería analizar y debatir la influencia de las nuevas tecnologías en la enseñanza de las disciplinas científicas, con vistas a establecer una serie de objetivos y criterios prioritarios que orienten el diseño y la aplicación didáctica del software educativo en el proceso de aprendizaje [3].

Teniendo en cuenta las dificultades de aprendizaje que muestran la mayoría de los estudiantes en diversos temas de Física [4, 5, 6], pensamos que la enseñanza asistida por ordenador debe avanzar hacia una práctica educativa basadas en el modelo constructivista de cambio conceptual [7,8,9,10].

La propuesta metodológica de utilización de software para la enseñanza de la Física universitaria [11, 12] se organiza en torno a un conjunto de actividades que permiten al alumno reflexionar sobre la información que recibe y poner en juego sus esquemas conceptuales, para lograr una asimilación integradora del nuevo conocimiento. Creemos que se pueden utilizar de forma efectiva muchos de los programas de ordenador si los profesores diseñan actividades que orienten el trabajo de los alumnos durante la interacción con el programa, siempre que tales tareas impliquen una actividad reflexiva durante el aprendizaje.

En este contexto creemos que la comunidad educativa debería plantearse al menos una cuestión esencial en relación con el uso de los ordenadores en la educación científica. ¿Responde el uso actual del software educativo a la búsqueda de soluciones para los problemas planteados en el campo de la didáctica de las ciencias? En este trabajo vamos a presentar el diseño y desarrollo de una experiencia piloto en la que hemos tratado de ofrecer respuesta a esta cuestión, utilizando un programa de simulación por ordenador sobre choques elásticos y no elásticos en la perspectiva metodológica que hemos expuesto anteriormente.

## **2. EL ANÁLISIS DE DIFICULTADES DE APRENDIZAJE COMO PUNTO DE PARTIDA PARA MEJORAR LA ENSEÑANZA DE LA FÍSICA**

Antes de iniciar la experiencia que vamos a exponer hemos aplicado un cuestionario de conocimientos previos a nuestros alumnos de Ingeniería Técnica (77 alumnos) con el fin de analizar las deficiencias de aprendizaje de etapas anteriores y posibles concepciones alternativas relevantes respecto del tema tratado.

Los resultados, sobre las dificultades de aprendizaje que presentan nuestros alumnos y que coinciden globalmente con los resultados de otros estudios sobre las concepciones de los alumnos en otros temas de Física como es la Electrodinámica [14, 15, 16], nos muestran que las ideas de los estudiantes sobre choques revelan la existencia de numerosos errores conceptuales y dificultades de aprendizaje significativo que la enseñanza universitaria debe tratar de superar. Como ya hemos indicado, estos resultados coinciden

bastante con los obtenidos en otros estudios realizados en otros países [16, 17, 18] y, por tanto, ponen de manifiesto la necesidad de diseñar estrategias y recursos didácticos orientados a mejorar la calidad de la educación científica [18, 19].

De entre los numerosos recursos didácticos podrían destacar: a) sistemas tutoriales de enseñanza asistida por ordenador que ayuden a los alumnos a comprender mejor los conceptos y magnitudes tratados [20, 21, 22] , b) aplicaciones informáticas que implementen mediante simulación o laboratorios virtuales (LV) tanto problemas como experiencias reales y c) la combinación de los recursos didácticos enumerados anteriormente, bajo una perspectiva metodológica de utilización del software educativo orientada a favorecer el aprendizaje reflexivo [8, 11].

### 3. CARACTERÍSTICAS DEL SOFTWARE EDUCATIVO UTILIZADO

Para tratar de superar las dificultades de aprendizaje señaladas anteriormente y ayudar a mejorar la formación científica de nuestros alumnos con ayuda de las nuevas tecnologías de la información, hemos llevado a cabo una experiencia educativa en la que hemos utilizado el programa de simulación de choques, “choques 1.0”, desarrollado por miembros de nuestro grupo de trabajo y un programa-guía de actividades diseñado para orientar el trabajo de nuestros alumnos con el citado software. Desde el punto de vista técnico, durante la elaboración del citado programa, se han utilizado herramientas de programación del tipo multimedia, que permiten disponer de una serie de ventajas en lo que respecta a la presentación de la información (ventanas, menús desplegables, hipertexto, esquemas gráficos, simulaciones, etc.). El programa se ha desarrollado, en su versión inicial, utilizando el entorno de programación Visual Basic para Windows de Microsoft.

Desde el punto de vista pedagógico se ha pretendido que el programa proporcione un acceso rápido y fácil a cualquier tipo de información y se ha construido a partir de la selección de contenidos científicos y de la programación de un conjunto de actividades de aprendizaje, orientadas a favorecer la reflexión de los alumnos sobre los diversos conceptos.

El software está formado por varios módulos a los que se puede acceder desde el menú principal (Figura 1) o desde cualquier punto del programa, mediante el uso del ratón al tocar diversos elementos (botones, opciones de menús, palabras de enlace, etc.), que son los siguientes:

- Módulo tutorial, desarrollado en html y que puede ser visualizado desde cualquier navegador, en el que se introducen los contenidos básicos de carácter científico y a los que el alumno puede consultar en cualquier momento para recoger información, consultar alguna duda o clarificar alguna idea. Cada tema tratado incluye el método de resolución de problemas, problemas propuestos y por último una serie de problemas resueltos a los que el alumno puede acceder después de haber realizado el problema propuesto.
- Módulo de simulación Es la herramienta para la realización, mediante simulación, de los ejercicios o prácticas propuestos. Es el módulo más extenso e importante de la aplicación. Se tiene la posibilidad de elegir el tipo de choque, tratarlo como un choque con parámetros fijos ó configurarlo en su modalidad de parámetro variable, es decir determinar la influencia que la variación continua de un determinado parámetro puede ejercer sobre el resto de las magnitudes que interviene en el proceso, por ejemplo observar como el aumento de la masa puede afectar a la energía liberada. Mediante el

programa se obtienen los resultados numéricos de cada choque (Figura 2), se representan gráficamente, etc. Es importante destacar que incluye animaciones tridimensionales sobre el tipo de choque estudiado.

- Ayuda: Es el módulo que contiene las explicaciones sobre el manejo de la aplicación y de la interfaz del simulador. Es accesible desde cualquier pantalla de la aplicación, ya que cada una de ellas contiene un comando que abrirá la página de ayuda sobre ella. En dicha página se explicarán los elementos de cada pantalla de la interfaz, las acciones posibles a realizar, como conseguir ciertos resultados, etc.

El módulo de simulación, que como ya se ha comentado es el más extenso e importante, está diseñado para ayudar en la realización de las prácticas o ejercicios de Física. Una vez elegido este módulo de la aplicación, se mostrará la pantalla de los tipos de choques a simular en la que se observan los diferentes tipos: central u oblicuo, y a su vez elástico o no elástico. Según la opción la pantalla principal de Simulación tendrá un aspecto ligeramente diferente, aunque la estructura es la misma. Esta pantalla es la más compleja de toda la aplicación, y en ella se encuentran todos los elementos necesarios para la realización de las prácticas simuladas (Figura 3).

La pantalla consta de 7 partes bien diferenciadas:

- Barra de menús: contiene todas las posibles acciones que se pueden llevar a cabo sobre el choque: guardar o abrir configuraciones y resultados de cada sesión de trabajo con el módulo de simulación, imprimir texto o imágenes, acceder a diferentes tipos de gráficos, donde se pueden representar las relaciones entre diversas variables o magnitudes, etc.
- Barra de botones: en la que se incluye las teclas de acceso rápido correspondientes a las opciones más relevantes de la barra de menú.
- Zona de gráficos: es la parte central de la pantalla y en ella se representará gráficamente el ejercicio realizado como resultado de los cálculos obtenidos sobre él. Se trazarán en ella los ejes sobre los que se representará la gráfica.
- Columna de variables: es la columna a la izquierda de la zona de gráficos. Arrastrando estas variables sobre los ejes podremos ver su representación gráfica. Esta acción, muy potente y fácil a la vez, demuestra que el comportamiento del choque es totalmente dinámico, ya que no se refiere a ejes estáticos con unas variables predeterminadas, sino cambiantes en cualquier punto de la simulación. Dependiendo del choque sobre el que estemos realizando la simulación, algunas variables de esta columna serán diferentes, pues en cada uno, las magnitudes calculadas y representables son distintas.
- Paneles de resultados: son los paneles colocados a la derecha de la zona de gráficas. En el caso del choque configurado con la opción de parámetro variable, los resultados que se pueden mostrar son: resultado, gráfico y animaciones.
- Ayuda permanente: se refiere a la pequeña línea de ayuda situada debajo de la zona de gráficos. Nos mostrará la función de cada objeto habilitado de la pantalla solamente situando el ratón sobre él.

#### 4. DISEÑO DE UNA EXPERIENCIA EDUCATIVA SOBRE UTILIZACIÓN DIDÁCTICA DEL PROGRAMA

En este trabajo partimos de la hipótesis de que los planteamientos didácticos formulados anteriormente pueden servir para mejorar la eficacia en la instrucción de los alumnos de cualquier tipo de programas de simulación, aunque tales programas inicialmente sólo hayan sido elaborados como instrumentos orientados a la visualización de fenómenos físicos y a la resolución matemática de los problemas que son objeto de simulación, como puede ser el caso del software descrito anteriormente. Para llevar a la práctica educativa tales planteamientos estamos desarrollando un proyecto de trabajo que consiste en utilizar diversos programas desarrollados por nuestro propio grupo [12, 24] y otros programas de simulación de física disponibles en el mercado de software educativo o disponibles en Internet [25, 26, 27]. Como ejemplo de esta línea de investigación, aplicado al tema de los choques, hemos llevado a cabo una experiencia educativa de aplicación del programa Choques, descrito anteriormente, con nuestros alumnos de Ingeniería Técnica que exponemos a continuación.

Los objetivos educativos generales que nos planteamos al utilizar este software son los siguientes:

- 1) Aprender a diferenciar los diversos tipos de choques posibles, así como las diversas variables que afectan a éstos y las relaciones entre ellas.
- 2) Comprender los conceptos del impulso, momento lineal, trabajo, energías cinética y potencial y el teorema de las Fuerzas Vivas.
- 3) Emitir hipótesis sobre el intercambio de energía en los choques elásticos y no elásticos, sustentando tales predicciones mediante cálculos realizados con papel y lápiz, y comprobándolas con la solución que ofrece el programa de simulación tanto para los choques centrales como oblicuos y en ambos casos para choques elásticos y no elásticos.
- 4) Emitir hipótesis sobre la variación que puede sufrir una determinada magnitud cuando se ve afectada por la variación continua de otra
- 5) Comprobar la hipótesis de variación continua de parámetros con los resultados numéricos y gráficos obtenidos. (Figura 4 y 5).

La metodología de trabajo que hemos aplicado en esta experiencia consiste en diseñar un programa-guía de actividades, cuyas tareas específicas se han elaborado en función de los objetivos didácticos que se pretenden alcanzar en cada sesión de trabajo con el programa de simulación.

En varias sesiones de trabajo los alumnos han ido realizando las actividades planteadas en pequeños grupos, formulando hipótesis, introduciendo datos y analizando los resultados que proporciona el programa en cada problema. Posteriormente han presentado un informe escrito del trabajo realizado en cada sesión, en el que habían de sintetizar e interpretar los datos recogidos durante la experiencia y debían responder a las cuestiones planteadas en el programa-guía de actividades.

En la primera experimentación, de tipo piloto, llevada a cabo con el programa han participado dos grupos de estudiantes de Ingeniería Técnica de la Escuela Politécnica Superior de Córdoba, matriculados en una asignatura propia de nuestro centro, denominada Laboratorios Virtuales en Ciencia y Tecnología. Esta asignatura es optativa en varias especialidades y uno de los objetivos de dicha materia consiste en la utilización educativa y

en la evaluación de laboratorios virtuales y software de simulación en general que permitan ilustrar el funcionamiento de sistemas físicos y tecnológicos.

El número total de alumnos que han realizado las actividades propuestas con el citado programa y han presentado el informe final en esta primera experiencia no ha sido muy amplio, por tratarse de una materia optativa, pero la recogida y análisis de datos sobre el proceso educativo - a partir de este tipo informes abiertos - resulta una tarea bastante dificultosa y requiere dedicar mucho tiempo a elaborar tablas de resultados clasificadas por objetivos y niveles de aprendizaje.

#### **5. PRIMEROS RESULTADOS DE LA EXPERIENCIA**

En el momento de redactar esta memoria sólo hemos podido evaluar los informes finales correspondientes al curso académico 2000/2001 y al grupo de alumnos de Ingenieros Técnicos en Electrónica. Por tanto, hay que indicar que la muestra utilizada en este estudio de tipo piloto es pequeña y los resultados disponibles hasta ahora no pueden considerarse concluyentes. No obstante, a partir del análisis de tales informes hemos podido extraer unos primeros resultados que, en nuestra opinión, proporcionan una información interesante sobre la eficacia educativa del software utilizado para desarrollar los objetivos que se han planteado inicialmente.

A partir de la observación del trabajo de los alumnos con el software y del análisis de las respuestas escritas en los informes, hemos apreciado que todos estos estudiantes alcanzan un conocimiento adecuado en la diferenciación de los diversos tipos de choques posibles, así como las diversas variables que afectan a éstos y las relaciones entre ellas. Con lo que se deduce que llegan a adquirir un conocimiento adecuado de los conceptos del impulso, momento lineal, trabajo, energías cinética y potencial y el teorema de las Fuerzas vivas

Suelen emitir hipótesis adecuadas sobre el intercambio de energía en los choques elásticos y no elásticos y tratan de comprobar tales predicciones consultando la solución que ofrece el programa de simulación. Posteriormente, al realizar el informe, casi todos presentan la comprobación cuantitativa de tales hipótesis utilizando cálculos y razonamientos teóricos basados en la aplicación.

Con relación a emitir hipótesis sobre la predicción de la variación que puede sufrir una determinada magnitud cuando se ve afectada por la variación continua de otra, hemos observado que muchos de estos alumnos presentan mayores dificultades en la comprensión de las relaciones y por tanto en la predicción de los resultados. Sin embargo, al realizar posteriormente los cálculos numéricos y representación gráfica de dichas variaciones continuas los resultados suelen corresponder, en su gran mayoría, a los reales.

Por último, al observar el desarrollo de las actividades del programa-guía y las respuestas de los informes, hemos podido comprobar que finalmente los alumnos llegan a comprender la relación entre los modelos conceptuales y matemáticos del tema de choques.

## 6. CONCLUSIONES

En este trabajo hemos descrito el desarrollo de una experimentación educativa en la que se ha estudiado la influencia de una propuesta metodológica sobre utilización de software educativo para la enseñanza del tema de choques. Se han mostrado las aplicaciones didácticas del software empleado y las características de la propuesta educativa, que se ha concretado en la realización de un programa-guía de actividades destinado a motivar la reflexión y a orientar el trabajo de los alumnos durante el proceso de aprendizaje.

Los primeros resultados obtenidos en el análisis de esta experiencia nos han mostrado que el programa de simulación resulta un instrumento útil para mejorar la adquisición de conocimiento científico en este tema. También hemos observado que la utilización del ordenador como instrumento auxiliar para la educación científica y tecnológica favorece la participación activa y el interés de nuestros alumnos por el aprendizaje de un tema que resulta bastante dificultoso en la enseñanza tradicional.

Sin embargo, somos conscientes de que esta experiencia tiene un carácter piloto ya que el número de alumnos cuyos informes finales han sido evaluados es poco numeroso y tampoco se ha establecido un diseño experimental demasiado riguroso. Por tanto, los resultados que se han expuesto hay que tomarlos con precaución y por ahora no pueden considerarse definitivos o generalizables. De todos modos, creemos que esta experiencia ha resultado útil a los alumnos y también a los profesores porque nos ha permitido empezar a abordar el problema inicial de la falta de experimentación y evaluación de software educativo en contextos reales. En el futuro seguiremos avanzando en esta línea de trabajo, utilizando este software y otros programas con muestras de alumnos más numerosas y estableciendo diseños experimentales más adecuados.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] BARTOLOMÉ, A.R. (1999). *Nuevas tecnologías en el aula. Guía de supervivencia*. Barcelona, Ed. Graó.
- [2] MARTÍNEZ, P., LEÓN, J. y PONTES, A. (1994). Simulación mediante ordenador de movimientos bidimensionales en medios resistentes. **Enseñanza de las Ciencias**, 12(1), pp.30-38.
- [3] PONTES, A.(1999). Utilización del ordenador en la enseñanza e las ciencias. **Alambique: Revista de Didáctica de las Ciencias**, 19, pp.53-64.
- [4] DRIVER, R., GUESNE, E. y TIBERGHEN, A. (1989). **Ideas científicas en la infancia y la adolescencia**. Madrid, Morata.
- [5] CARMICHAEL, P. & Cols. (1990). **Research on students' conceptions in science: a bibliography**. University of Leeds.
- [6] HIERREZUELO, J. y MONTERO, A. (1991). **La ciencia de los alumnos**. Velez-Málaga. Elzevir.
- [7] HENNESSY, S. & Cols. (1995). Design of computer-augmented curriculum for mechanics. **International Journal of Science Education**, 17(1), pp.75-92.
- [8] PONTES, A. y Cols. (1997). Aprendizaje reflexivo y enseñanza asistida por ordenador, una propuesta metodológica. **Enseñanza de las Ciencias**, Num.Extra, V Congreso, pp.269-270. 1997.

- [9] GUZDIAL, M. (1998). Making project-based learning work in undergraduate education technological support: Lessons in computer-supported collaborative learning. **Proceedings of IV International Conference CALISCE '98.**, 19-32.
- [10] MARTÍNEZ, M.P. et al. (1997). Interactive physics simulations appeal to first-years students. **Computers in Physics**, **11** (1), 31-36.
- [11] PONTES, A., MARTÍNEZ, M.P. y PEDRÓS, G. (2000). Evaluación de una propuesta didáctica para el aprendizaje de conceptos físicos con ayuda del ordenador. **II Simposio Internacional de Informática Educativa**. UCLM, Puertollano.
- [12] MARTÍNEZ, M.P., PONTES, A. y PEDRÓS, G. (2000). Diseño de Laboratorios Virtuales y de Simulación y su coordinación con los laboratorios experimentales aplicados a la educación. **Proyectos de Innovación y Mejora de la Calidad Docente**. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba, 2000.
- [13] PONTES, A. y MARTÍNEZ, M.P. (1999). Un estudio sobre los conocimientos e ideas previas de los estudiantes de ingeniería en electrocinética y sus implicaciones para la enseñanza universitaria. **VII Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas**, Universidad de Huelva, Vol. I (I), pp.991-1012.
- [14] DUPIN, J.J. y JOHSUA, S. (1987). Conceptions of French pupils concerning electric circuits: structure and evolution. **Journal of Research in Science Teaching**, **24** (9), pp.271-806. 1987.
- [15] MANRIQUE, M., VARELA, P. y FAVIERES, A. Selección bibliográfica sobre esquemas alternativos de los estudiantes en electricidad. **Enseñanza de las ciencias**, **7** (3), pp.292-294. 1989.
- [16] SHIPSTONE, D. Electricidad en circuitos sencillos. (1989). En R. Driver, E. Guesne y A. Tiberghien (eds). **Ideas científicas en la Infancia y la adolescencia**, Madrid, Morata.
- [17] METIOUI, A. & Cols. (1996). The persistence of students' unfunded beliefs about electrical circuits: the case of Ohm's law. **International Journal of Science Education**, **18** (2), pp.193-212.
- [18] PONTES, A. (1999). **Aportaciones al estudio de las concepciones de los estudiantes sobre electromagnetismo y sus implicaciones en la didáctica de la física**. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.
- [19] GIL, D. y Cols. (1991). **La enseñanza de las Ciencias en la Educación Secundaria**. Barcelona, ICE-Horsori.
- [20] BARRANCO, V., MORALES, T., GRANADOS, J. y NAVARRO, A. (1999). Curso multimedia para el aprendizaje de la asignatura de Teoría de Circuitos I. **Actas VII Congreso de Innovación Educativa en las Escuelas Técnicas**. Editor Sixto Romero, Huelva.
- [21] KISELEV, S. y YANOVSKY, T. **Tutorials of Physics: DC Circuits**, (<http://www.physics.uoguelph.ca>). 1ª consulta realizada el 14-5-1999
- [22] PRAT, J., TICO, X., VAQUER, E. Y COLILLES, M.(2000). Desarrollo de un producto multimedia para el soporte a la docencia de la disciplina de instrumentación electrónica. **I International Congress in Quality and in Technical Education Innovation**, Servicio editorial de la Universidad del País Vasco.
- [23] MARTÍNEZ, M.P. y Cols. (1999). **Laboratorios de simulación y experimentación de circuitos eléctricos: Ohmio 1.0**. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba.

- [24] PEDRÓS, G., MARTÍNEZ, M.P., PONTES, A. (2000). **Virtual laboratory of a damped motions simulator**. XVIII GIREP International Conference in Physics Teacher Education, UAB, Barcelona.
- [25] EHRLICH, R. & Cols. (1993). Text materials to a company simulations for the CUPS-Project. **Computer in Physics**, 7(5), 508-518. 1993.
- [26] FRANCO GARCÍA, A. **Física con Ordenador: Curso Interactivo de Física en Internet**. (<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica>). 1ª consulta realizada el 21-9-2000.
- [27] BOHIGAS, X, JAÉN, X. y NOVELL, M. **La Baldufa: Física a la carta en Internet** (<http://baldufa.upc.es>). 1ª consulta realizada el 3-10-2000
- [28] GÓMEZ CRESPO, M.A. (1994). Influencia de la enseñanza asistida por ordenador en el rendimiento y las ideas de los alumnos en electricidad. **Enseñanza de las Ciencias**, 12 (3), 355-360.

FIGURAS

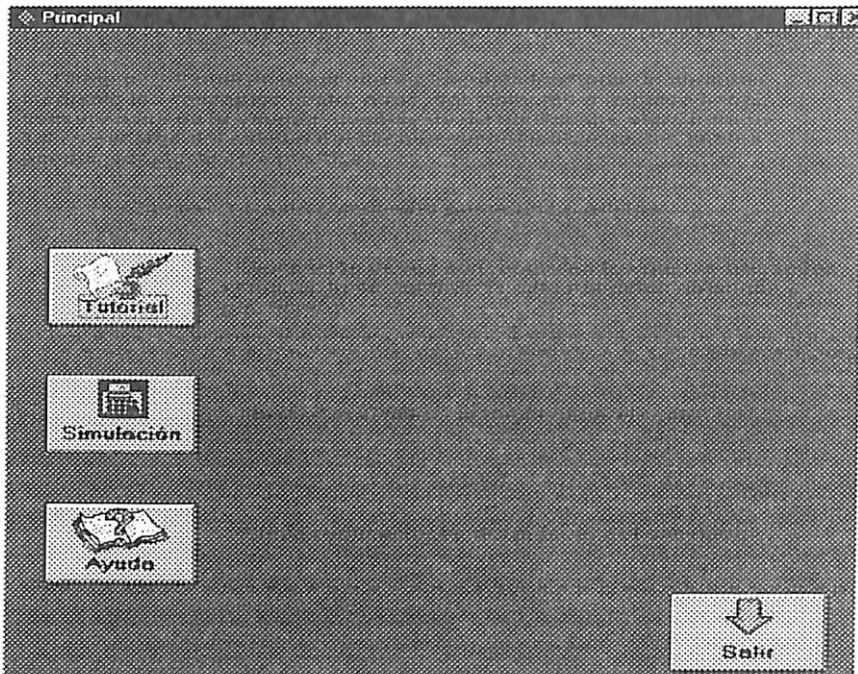


Figura 1: Pantalla Inicial del Programa: Choques

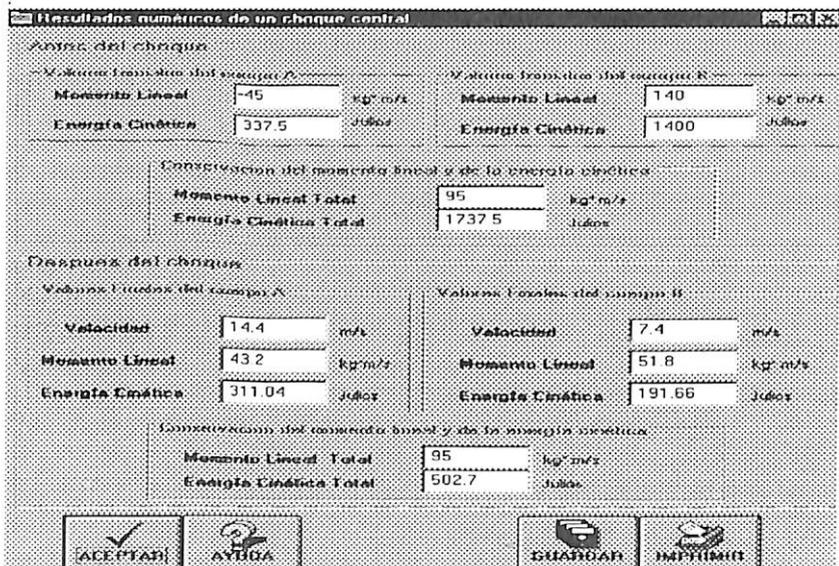


Figura 2: Resultados numéricos correspondientes a un ejercicio resuelto mediante simulación



Resultados numéricos de una curva de un choque central

Nº Iteracion	Velocidad A	Velocidad B	Energía Cinética A	Energía Cinética B	Momento Lineal A	Momento Lineal B
1	14.4	7.4	311.04	191.66	43.2	51.8
2	14.326683291	7.3266932917	310.44645439	197.80108820	43.339216957	51.295783042
3	14.253731343	7.2537313432	309.83250723	194.15816449	43.473800597	50.776119452
4	14.181141439	7.1811414392	309.19858774	180.49077329	43.607809925	50.257990074






Figura 5 : Pantalla de variación continua de los distintas magnitudes en función de la variación continua de la masa de uno de los cuerpos