

# Influencia de un entorno multimedia de simulación por computadora en el aprendizaje por investigación de la Física

Benjamin Maraza Quispe

Universidad Nacional San  
Agustín de Arequipa-Perú  
benjimaraza@hotmail.com

## ABSTRACT

The Physics is a highly experimental science, which is within the area of Science, Technology and Environment which aims to develop skills, abilities, knowledge and science through experiential activities and investigations.

In this context suggests a multimedia application in the field of physics (Virtual Physics Laboratory), mainly based on simulators, for the development of the most important topics of physics, taking into account the constructivist approach to learning, where students may be the builder of their own knowledge, analyzing, experimenting and researching. In addition there is a connection from the computer through sensors, via the serial port with an external party to which they call the "Kinematics Laboratory" where students can demonstrate experimentally some laws of kinematics.

What is proposed is a teaching methodology based on solving problems through research, by students, carried out through simulations and connection with sensors that enable the development of skills such as: Understanding of information-Inquiry experimentation and development of attitudes.

## RESUMEN

La Física es una ciencia eminentemente experimental, que se encuentra dentro del área de Ciencia, Tecnología y Ambiente que tiene por finalidad desarrollar competencias, capacidades, conocimientos y actitudes científicas a través de actividades vivenciales e indagatorias [1].

En este contexto se propone una aplicación multimedia en el área de Física (Laboratorio Virtual de Física), basada fundamentalmente en simuladores, para el desarrollo de los tópicos más importantes de la Física, teniendo en cuenta el enfoque constructivista del aprendizaje, en donde el alumno pueda ser el constructor de su propio conocimiento, analizando, experimentando e investigando. Además se realiza una conexión de la computadora mediante sensores, a través del puerto serial, con una parte externa a la que denominamos el "Laboratorio de Cinemática" en donde el alumno puede demostrar experimentalmente algunas leyes de la Cinemática.

Lo que se propone es una metodología didáctica basada en la resolución de problemas por investigación, por parte de los alumnos, llevadas a cabo a través de simulaciones y conexión con sensores, que permitan el desarrollo de capacidades como: Comprensión de información, indagación-experimentación y el desarrollo de actitudes.

## KEYWORDS

Multimedia environment, computer simulation, learning physics research, interactive learning, constructivist approach, understanding of information, inquiry and experimentation, developing attitudes.

## 1. INTRODUCCIÓN

A lo largo de la historia los docentes han tratado de utilizar diferentes recursos para mejorar la manera en que facilitan el logro de conocimientos por parte de sus estudiantes, de manera análoga el hombre ha tratado de desarrollar nuevos recursos tecnológicos que le permitan llevar a cabo sus actividades de una forma más óptima, como parte de ello se origina un crecimiento y un desarrollo considerable en las llamadas tecnologías de la información y la comunicación, de la cual el docente se ha beneficiado e incorporado como técnica novedosa en el ejercicio de su labor.

La Física como área fundamental del conocimiento no ha escapado a este hecho y como nos expresa [2]: "La incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje (E/A) de las Instituciones Educativas en los últimos años es ya una realidad de la que también se hace parte la Física" (Pág. 65).

La educación en todos los niveles está atravesando un cambio de paradigmas orientado hacia un modelo activo, participativo y horizontal, dejando atrás la concepción de la enseñanza y aprendizaje como transmisión y observación [3], abriéndole las puertas a nuevas estrategias para el aprendizaje, fundamentadas en un "aprendizaje significativo", siendo esta una actividad cognoscitiva compleja que involucra condiciones internas y externas del aprendizaje. [4]. Es por ello que las nuevas tecnologías surgen con el fin de satisfacer estas necesidades, utilizando la computadora como medio de soporte para las herramientas informáticas que generan productos adecuados a las nuevas exigencias del mercado educativo.

Con mucha frecuencia, los productos informáticos para la enseñanza de la Física, y en general para cualquier contenido educativo, desaprovechan el potencial didáctico de la computadora [5].

El presente artículo aporta con el desarrollo de una aplicación multimedia, basada fundamentalmente en simuladores (Laboratorio Virtual de Física), fundamentado sólidamente en una metodología basada en la resolución de problemas con apoyo de los simuladores, para que se constituya en un recurso didáctico que potencie nuevos aprendizajes tanto en los alumnos como en el profesor.

## 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 2.1 Los Simuladores virtuales

Según: Héctor Bustamante la define así: "Simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos de tiempo".

Una definición más formal formulada por R.E. Shannon es: "La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias, dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos, para el funcionamiento del sistema".

Según Glass-Husain Todo simulador debe tener tres atributos:

1. Imita la realidad
2. No es real en sí mismo
3. Puede ser cambiado por sus usuarios

### 2.2 La simulación como soporte de distintos tipos de representación

Beaufils defiende desde una perspectiva epistemológica la existencia ontológica de un mundo de significantes (incluidos en éste tanto las teorías como los modelos), que debe obligar a la didáctica a separar el mundo real del mundo de los signos. (Durey, A. y Beaufils, D. 1998)

La figura 1 muestra la relación establecida entre la realidad física, los modelos y los símbolos.

Así, la actividad con entornos de simulación se situaría en la interacción entre el mundo de los signos y el de las ideas, mientras que las actividades enfocadas hacia la manipulación de lo concreto pueden desarrollarse sólo en el eje mundo real-mundo de las ideas, y la utilización de los dispositivos experimentales permite la comunicación entre el mundo real y el de los signos.

Por otra parte, Beaufils considera que la comprensión de los conceptos de la Física pasa por la puesta en juego de diferentes registros semióticos. Concretamente, en los programas de simulación se pueden distinguir distintas representaciones: *figurativa* (representación de objetos, por ejemplo), *formal* (ecuaciones, símbolos), *gráfica de datos* (curvas, diagramas, etc.). (Beaufils, D. (2000)

Por tanto, las actividades con entornos de simulación permiten y facilitan que el alumno relacione diferentes registros de representación, favoreciendo la comprensión de las teorías y modelos.

En este contexto, se pueden identificar dos características de los simuladores: la extensión semiótica y la distancia al mundo de los objetos.

En definitiva, los programas de simulación presentan diferencias de naturaleza ligadas al dominio del conocimiento que representan.

Así, en Mecánica, la existencia de una ley de interacción permite tanto simulaciones explicativas de los fenómenos macroscópicos como la utilización de representaciones figurativas de los objetos y de los fenómenos.

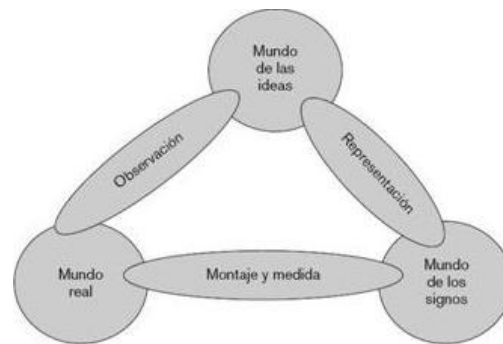


Figura 1. Relación entre la realidad física, modelos y símbolos  
Fuente: Beaufils, D. 2000

### 2.3 Fines y funciones de las TIC en la educación

Objetivos educativos	Funciones a desarrollar
Conceptuales	- Facilitar el acceso a la información - Favorecer el aprendizaje de conceptos
Procedimentales	- Aprender procedimientos científicos - Desarrollar destrezas intelectuales
Actitudinales	- Motivación y desarrollo de actitudes favorables al aprendizaje de la ciencia.

Figura 2. Fines y funciones de las TIC. Fuente Lowy 1999.

### 2.4 El conectivismo

El **conectivismo** es una teoría del aprendizaje para la era digital que ha sido desarrollada por George Siemens basado en el análisis de las limitaciones del conductismo, el cognitivismo y el constructivismo, para explicar el efecto que la tecnología ha tenido sobre la manera en que actualmente vivimos, nos comunicamos y aprendemos.

El conectivismo es la integración de los principios explorados por las teorías del caos, redes neuronales, complejidad y auto-organización. El aprendizaje es un proceso que ocurre dentro de una amplia gama de ambientes que no están necesariamente bajo el control del individuo. Es por esto que el conocimiento (entendido como conocimiento aplicable) puede residir fuera del ser humano, por ejemplo dentro de una organización o una base de datos, y se enfoca en la conexión especializada en conjuntos de información que nos permite aumentar cada vez más nuestro estado actual de conocimiento.

Esta teoría es conducida por el entendimiento de que las decisiones están basadas en la transformación acelerada de las bases. Continuamente nueva información es adquirida dejando obsoleta la anterior. La habilidad para discernir entre la información que es importante y la que es trivial es vital, así como la capacidad para reconocer cuándo esta nueva información altera las decisiones tomadas en base a información pasada.

El punto de inicio del conectivismo es el individuo. El conocimiento personal se hace de una red, que alimenta de información a organizaciones e instituciones, que a su vez retroalimentan información en la misma red, que finalmente termina proveyendo nuevo aprendizaje al individuo. Este ciclo de desarrollo del conocimiento permite a los aprendices

mantenerse actualizados en el campo en el cual han formado conexiones.

Preguntas	Conductismo	Cognitivismos	Constructivismo	Conectivismo
¿Cómo ocurre el aprendizaje?	Comportamiento de un solo punto con estímulos asociados. Interesa el producto	Codificación interna: Estructuración organización y secuencia	Significado social, creado por cada alumno (personal). Interesa el proceso	Distribuidos en una red social, una mejora tecnológica, el reconocimiento y la interpretación de los patrones.
¿Qué factores influyen en el aprendizaje?	La naturaleza de la recompensa, el castigo, los estímulos	Esquema existente, las experiencias previas, la motivación en el alumno. Optimización de los ambientes de aprendizaje	El compromiso, la participación, el entorno social y cultural	La diversidad de la red. El control sobre su tiempo, su espacio, sus actividades y su identidad
¿Cuál es el papel de la memoria?	La memoria es cableado de repetidas experiencias en la recompensa y el castigo son los más influyentes. Conocimiento estático	Codificación, almacenamiento, recuperación	El conocimiento previo remezclado para el contexto actual. Conocimiento flexible, modificable	Los patrones de adaptación, representante del estado actual, existente en las redes
¿De qué manera ocurre la transferencia?	Estímulo, la respuesta	La duplicación de estructuras de conocimiento	Socialización	Conexión a (la adición de nodos)
¿Qué tipo de aprendizaje se explican mejor por esta teoría?	Aprendizaje basado en tareas	Razonamiento, objetivos claros, la resolución de problemas	Social	El aprendizaje complejo, el núcleo de un rápido cambio, diversas fuentes del conocimiento
¿Qué tipo de relación existe entre el profesor y el alumno?	Alumno pasivo. Profesor experto. Relación de asimilación	Docente facilitador de aprendizaje. Alumno protagonista del aprendizaje	Alumno activo, constructor de sus aprendizajes. Profesor mediador, relación dialógica	Alumno aprender con el otro. El profesor un líder que gestiona y facilita

Figura 3. Comparación entre las principales teorías de aprendizaje

Fuente: Department of Educational Psychology and Instructional Technology

### 3. DETALLE DEL PROBLEMA

En la actualidad en la mayoría de Instituciones Educativas el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física se lleva a cabo en un ambiente conductista, de forma tradicional o teórica ocasionados por diversos factores como la escasa producción de aplicaciones multimedia adecuadas a nuestra realidad educativa, y que sea capaz de demostrar los diversos fenómenos físicos en forma experimental y donde se pueda desarrollar la simulación de situaciones del mundo físico. Además de poder visualizar fenómenos que no pueden reproducirse en un laboratorio tradicional.

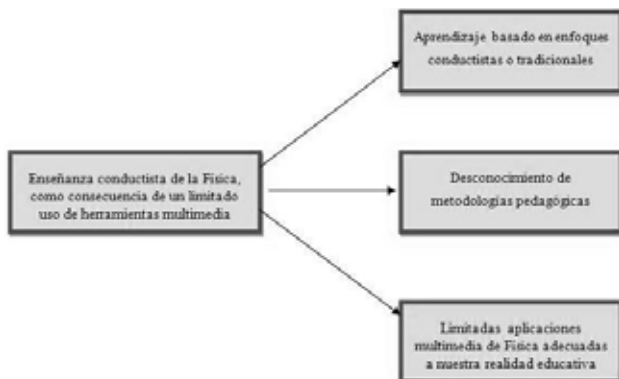


Figura 4. Árbol de problemas

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Muestra

GRUPO	GRADO	Nº DE ESTUDIANTES
experimental	5º A	27 estudiantes
control	5º B	31 estudiantes
	Total	58 estudiantes

Figura 5. Grupo experimental y de control participante en la investigación.

### 4.2 Desarrollo de la investigación

Durante el año académico 2008 la investigación se lleva a cabo con los alumnos del 5º año de secundaria de las secciones “A” y “B” de la I.E. “Juan Velasco Alvarado”. El grupo experimental está constituido por 27 alumnos de la sección del 5º “A”, mientras que el grupo de control lo forman los alumnos de la sección de 5º “B”, integrado por 31 alumnos, que siguen una metodología tradicional. A continuación se muestra en forma detallada la primera fase de la investigación seguida:

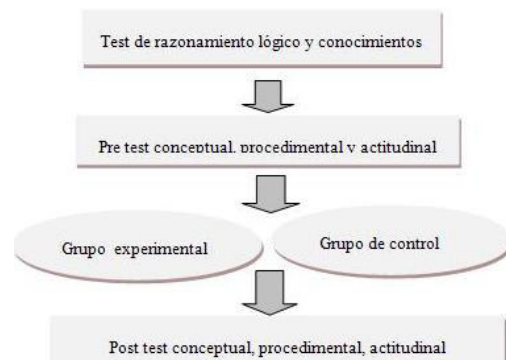


Figura 6. Organigrama del desarrollo de la investigación

### 4.3 Instrumentos de medida utilizados en la investigación

INSTRUMENTOS DE MEDIDA	ANÁLISIS CUALITATIVO	ANÁLISIS CUANTITATIVO
Test Conceptual	X	X
Test procedimental (Dilshaw y Okey)	X	X
Test actitudinal de escala de Likert (Penichet y Mato)		X
Test sobre actitudes (García)	X	
Test de razonamiento lógico (Acevedo y Oliva)	X	X
Observaciones en el Aula	X	
Actividad de investigación	X	
Cuestionario sobre el uso y conocimientos de la computadora		X
Cuestionario de evaluación del software educativo		X

Figura 7. Instrumentos de medida utilizados en la investigación.

## 5. LA PROPUESTA

### 5.1 El laboratorio virtual de Física

Se trata de un programa didáctico para la simulación de las principales leyes de la Física, de los más importantes tópicos de esta área, tal como se puede observar en la figura 7, las cuales son complementadas con una conexión mediante sensores que hacemos con la computadora al “laboratorio de Cinemática”.

El “Laboratorio virtual de Física se encuentra disponible en la siguiente dirección Web: [www.construyendolaciencia.com](http://www.construyendolaciencia.com)



Figura 8. Ventana principal del “laboratorio de Física”

#### 5.1.1 Forma de utilizar los simuladores virtuales

El alumno puede modificar distintas variables del fenómeno, como se puede apreciar en la figura 9, para luego pasar a responder las preguntas que se realiza en cada una de las simulaciones.

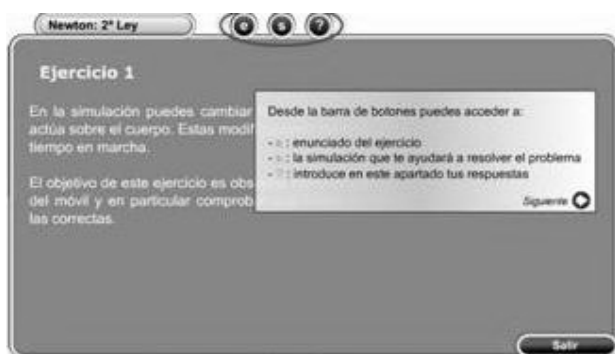


Figura 9. Primer paso a realizar al experimentar con el simulador

En la figura 10 se muestra el segundo paso a realizar al interactuar con los simuladores, en esta zona encontrarán los diferentes contenidos del ejercicio, según el botón que haya pulsado en el primer paso, en la parte derecha de la pantalla se muestra en botón “salir” el cual se debe pulsar una vez que se haya terminado con el ejercicio.

En la figura 11 se muestra el tercer paso a realizar al experimentar con el simulador, es decir, una vez que se haya investigado en la solución de un problema determinado, recién se pulsa el botón “s” el cual nos conducirá a la simulación respectiva del problema.

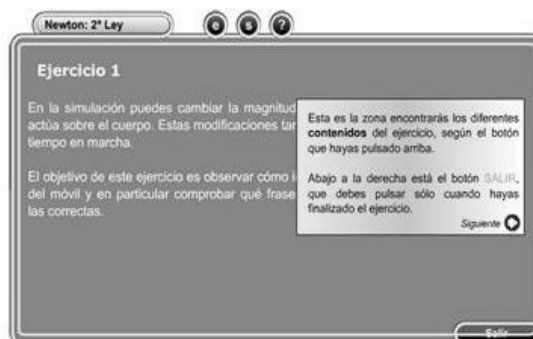


Figura 10. Segundo paso a realizar al experimentar con el simulador

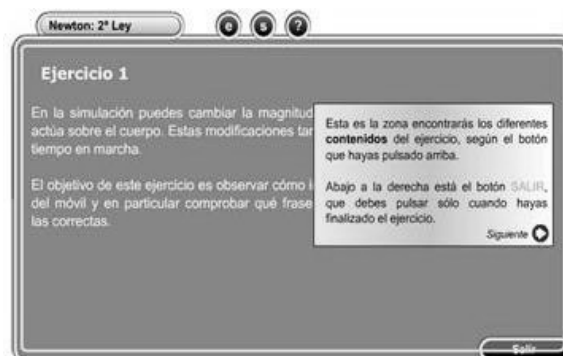


Figura 11. Tercer paso a realizar al experimentar con el simulador

### 5.2 Requerimientos mínimos

Para poder usar las simulaciones sin problemas, la computadora debe cumplir o superar los requisitos indicados:

- Pentium-III 256 Ghz.
- 64 MB de RAM.
- Resolución de pantalla 800x600.
- Adobe Flash Player 6.0 o superior.

El programa presenta tres áreas funcionalmente diferenciadas (figura 12):

- Un área de ejercicios o preguntas, representado por un botón de color azul con la letra “e” donde el usuario hará clic para leer la pregunta o ejercicio, y luego de entenderlo pasara a la simulación respectiva.
- Un área representada por un botón de color azul representado por la letra “s” la cual al hacer clic el usuario le trasladara a la simulación del tema tratado.
- Un área representado por un botón de color azul, representado por el signo de interrogación “?”, donde se le presentaran al alumno varias alternativas de selección múltiple, las cuales serán respondidas después de haber interactuado con el simulador, el usuario puede volver al simulador cuantas veces lo desee, hasta que este seguro de la respuesta.
- El programa posee un botón “menú” el cual nos llevará al menú principal situado en la parte superior de la pantalla, mediante el cual el alumno puede: comenzar una nueva experiencia, fijando o modificando los valores de las magnitudes físicas relevantes para la respectiva ley Física; el usuario puede salir del programa; activar o desactivar la visualización de la simulación.



El menú principal hay un botón denominado “Laboratorio de Cinemática” el cual nos llevará a la conexión de la computadora con el puerto serial de la misma, las cuales nos van a permitir enviar datos a la computadora, y los datos serán procesados a través del programa Visual Basic. La figura 12 nos muestra los tres botones principales que nos llevan a las tres áreas fundamentales de que consta cada simulador.



Figura 12. Botones principales del simulador virtual

### 5.3 Requerimientos funcionales del sistema

- El sistema nos permitirá simular las leyes más importantes de la Física, además comprobar experimentalmente el valor de la aceleración de la gravedad terrestre, y el movimiento compuesto en la Cinemática utilizando sensores elaborados con materiales caseros.
- El sistema permitirá tratar los temas de la Cinemática, de forma tangible, más real, para el alumno, disminuyendo considerablemente la demora entre la captura de datos y el análisis de los mismos.
- Permite cambiar las condiciones del experimento y visualizar inmediatamente en la pantalla, los efectos que provocó dicho cambio. En un tiempo muy breve el alumno puede estudiar diversas situaciones experimentales, reflexionar sobre la influencia de los parámetros que están en juego.
- Se permite al usuario la utilización de sensores para la captura de datos, lo cual favorece y facilita la precisión de captura de datos, cuando los eventos son muy lentos o muy rápidos, además distinguir las variables importantes de las que no los son.
- El sistema permitirá dar los conceptos fundamentales de la Cinemática, además de su correspondiente aplicación práctica.
- El sistema permite dar la posibilidad a los alumnos de tener una gran interactividad con el computador, teniendo en cuenta el cumplimiento parcial de los objetivos que va venciendo el estudiante que lo esté utilizando
- El sistema nos permite ofrecer la reafirmación de los conocimientos adquiridos mediante un auto evaluación muy práctica.

### 5.4 Requerimientos no funcionales del sistema

- La velocidad de aprendizaje depende de las características individuales de cada usuario, ya que cada individuo es una realidad muy compleja y distinta a los demás.
- En el sistema es indispensable la elaboración de los sensores, utilizados para la parte práctica, de lo contrario se obtendrán datos con escaso grado de confiabilidad.

- Se deberá disponer de un equipo con las características multimedia, de lo contrario tendremos resultados con escasa ergonomía y poca usabilidad.
- El sistema funciona con cualquier sistema operativo que tenga instalado el Visual Basic, y reproductor Adobe Flash.
- Se deberá obtener un diseño de interfaz con unas pautas muy concretas para mejorar el mismo de cara al usuario. Estas pautas principalmente son: armonía, semejanza, simplicidad, coherencia, equilibrio y contraste.
- En el sistema la Interfaz de usuario utilizado es una interfaz gráfica, es decir, el medio de comunicación entre el usuario y el sistema, basado en elementos gráficos que interaccionan indirectamente con el sistema.
- Para manejar el sistema el usuario final no necesita tener ningún tipo de experiencia, ya que podrá interactuar con mucha facilidad guiado por las flechas de avance y retroceso.

## 6. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LOS RESULTADOS

### 6.1 Situación de los alumnos en la fase pre-instructiva

#### 6.1.1 Nivel de razonamiento lógico

La distribución porcentual de las puntuaciones Obtenidas en el test de razonamiento lógico de Acevedo y Oliva (1995), se muestra en el diagrama de barras representado en la figura. A partir de los resultados obtenidos en la prueba, se decide considerar tres grupos de estudiantes en función de su habilidad para el razonamiento formal, como se muestra en la figura 13. Esta clasificación facilitará el estudio de las correlaciones entre el nivel de razonamiento lógico y otras variables. La figura 14 presenta el porcentaje de alumnos que responden correctamente a cada uno de los ítems de la prueba, siendo superior a un 60% En los distintos tipos de razonamiento excepto en el probabilístico, para el cual menos de un 40% del alumnado responde adecuadamente.

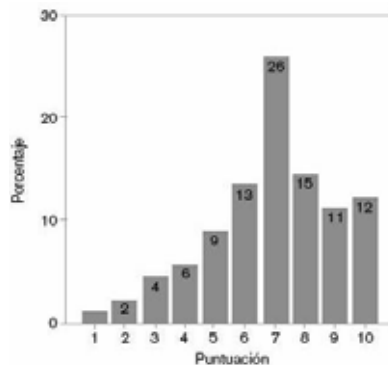


Figura 13. Distribución porcentual de las puntuaciones obtenidas en el test de razonamiento lógico

NIVEL	PUNTUACIÓN	PORCENTAJE DE ALUMNOS
Bajo	0 a 6	36
Medio	7	26
Alto	8 a 10	38

Figura 14. Clasificación de los estudiantes según su nivel de razonamiento lógico.

### 6.1.2 Nivel de conocimiento conceptual

La persistencia de ciertas ideas erróneas sobre Mecánica en los estudiantes, aun después de haber seguido una asignatura de Física elemental en grados anteriores se pone de manifiesto en el bajo porcentaje de respuestas correctas dadas a los ítems del test sobre conceptos de Mecánica, independientemente de la habilidad para el razonamiento lógico del alumnado. Salvo el porcentaje de respuestas correctas para el ítem 11, el correspondiente a las demás cuestiones es igual o inferior al 75%. Esta situación se refleja en la baja puntuación media. Un 70% del alumnado responde correctamente a menos de la mitad de los ítems del test conceptual, como se muestra en la figura 15.

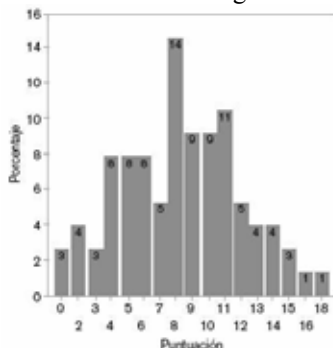


Figura 15. Distribución porcentual de las puntuaciones el test sobre conceptos de la Mecánica Newtoniana

### 6.1.3 Nivel de conocimiento procedimental

Un cuestionario integrado por 9 ítems, extraídos del test sobre procedimientos científicos TIPS de Dillashaw y Okey (1980), permite evaluar el conocimiento del alumnado sobre algunos procedimientos científicos.

La puntuación media obtenida por los estudiantes es 5,66 sobre un máximo de 9 puntos, con una desviación típica de 1,82. La distribución porcentual de las respuestas correctas a los distintos ítems de la prueba se muestra en la figura 16.

Los resultados más destacables son la dificultad del alumnado en la identificación de la variable dependiente en un problema y la confusión entre las variables dependiente e independiente, que se deriva del bajo porcentaje de respuestas correctas al ítem 2.

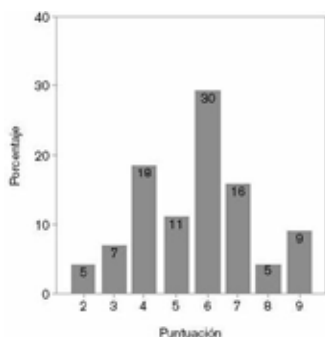


Figura 16. Distribución porcentual de las puntuaciones obtenidas en el test sobre procedimientos científicos

### 6.1.4 Nivel de conocimiento actitudinal

Con objeto de evaluar las actitudes y las creencias del alumnado sobre la ciencia, su aprendizaje y sus implicaciones sociales, se han empleado distintos test, que han sido validados por sus autores con estudiantes de educación secundaria.

#### Test de Penichet y Mato.

Este cuestionario de escala Likert contiene siete ítems con un enunciado positivo hacia la ciencia y otros seis con un enunciado negativo, a los que el estudiante responde seleccionando una de las cinco opciones que representan distintos grados de acuerdo o desacuerdo con el enunciado del ítem.

La puntuación media obtenida es de 50,63, con una desviación típica de 4,98.

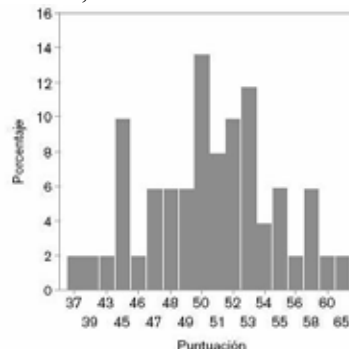


Figura 17. Distribución porcentual de las puntuaciones obtenidas en el test de Peniche y Mato

#### Test de García.

Este cuestionario presenta dos bloques con distinto formato: una primera parte constituida por once ítems, a los que el estudiante responde seleccionando una de las cinco opciones que representan distintos grados de acuerdo o desacuerdo y otra sección, que plantea cuatro ítems de opción múltiple.

ITEM	INDICADOR	PORCENTAJE DE RESPUESTAS			
		A	B	C	D
1	Multicasualidad	16	53	24	6
2	Enfoque teórico-práctico	47	43	4	6
3	Pensamiento divergente	47	45	8	0
4	Multicontextualización	18	63	18	0
5	Apertura cognitiva	35	41	22	0
6	Enfoque relacional	20	57	18	6
7	Carácter social del conocimiento	35	49	16	0
8	Persistencia	18	67	10	6
9	Preferencia	20	55	16	8
10	Aceptación	12	63	24	0
11	Rol activo	10	37	43	10

Figura 18. Clasificación de los alumnos según su nivel de razonamiento lógico

## 6.2 Situación de los alumnos en la fase post-instructiva

### 6.2.1 Nivel de conocimiento conceptual

La figura 19 muestra la distribución porcentual de las puntuaciones obtenidas por el alumnado en el post-test sobre conceptos de Mecánica newtoniana en la que se indica dentro de las barras el porcentaje correspondiente a cada puntuación. La puntuación media es 13,42 con una desviación típica de 3,59, lo que supone un incremento notable con respecto a la puntuación media de 8,32 obtenida en el pre-test.

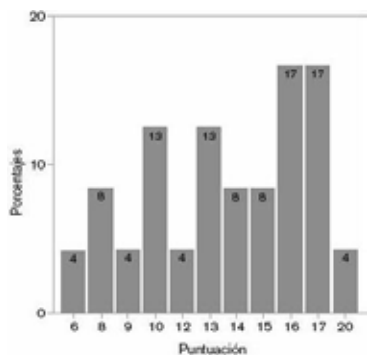


Figura 19. *Distribución porcentual de las puntuaciones obtenidas en el post-test sobre conceptos*

Nivel de razonamiento lógico	Puntuación en el pre-test	Puntuación en el post-test
Bajo	10,14 ± 1,676	13,29 ± 1,358
Medio	9,50 ± 2,168	11,17 ± 2,858
Alto	10,73 ± 3,717	14,73 ± 3,608

Figura 20. *Media y desviación típica de la puntuación obtenida en el pre-test y post-test sobre conceptos por estudiantes con diferente habilidad para el razonamiento lógico*

Nivel de conocimiento informático	Puntuación en el pre-test	Puntuación en el post-test
Bajo	9,00 ± 2,789	12,50 ± 3,598
Medio	11,29 ± 2,215	15,14 ± 3,132
Alto	11,00 ± 3,109	13,00 ± 3,916

Figura 21. *Media y desviación típica de la puntuación obtenida en el pre-test y en post-test sobre conceptos por estudiantes con diferente nivel de conocimiento informático*

Grupo de alumnos	Puntuación en el pre-test	Puntuación en el post-test
Experimental	5,72 ± 2,740	13,39 ± 2,993
Control	6,50 ± 2,955	7,86 ± 3,325

Figura 22. *Media y desviación típica de la puntuación obtenida en el pre-test y en el post-test sobre conceptos por estudiantes que siguen una metodología diferente.*

### 6.2.2 Conocimiento procedimental

La puntuación media obtenida por los alumnos en el post-test procedimental es 6,76 con una desviación típica de 0,903, lo que constituye una considerable mejora con relación a la puntuación media del pre-test (5,66).

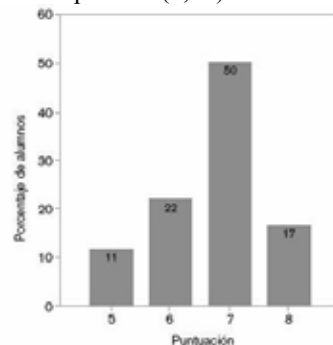


Figura 23. *Distribución porcentual de las puntuaciones obtenidas en el post-test sobre procedimientos científicos, en las que se indica dentro de las barras el porcentaje correspondiente a cada puntuación*

La figura 24 muestra la distribución porcentual de las puntuaciones obtenidas por el alumnado en el post-test sobre procedimientos científicos, pudiéndose observar una reducción en el rango de las puntuaciones con respecto a las obtenidas en el pre-test.

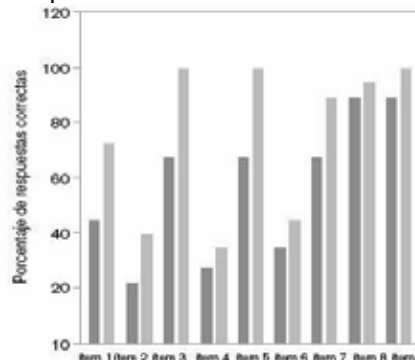


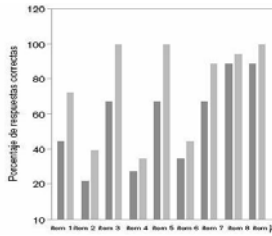
Figura 24. *Comparación de los resultados obtenidos para cada ítem en el pre-test y en el post-test sobre procedimientos*

### 6.2.3 Conocimiento actitudinal

#### Test de Peniche y Mato

La puntuación media obtenida por los estudiantes en el post-test es 51,53, con una desviación típica de 3,140, semejante a la media alcanzada en el pre-test (50,63).

La figura 25 muestra la distribución porcentual de las puntuaciones obtenidas por el alumnado en el post-test, pudiéndose observar una reducción en el rango de las puntuaciones con respecto a las obtenidas en el pre-test.



**Figura 25.** *Distribución porcentual de las puntuaciones obtenidas en el pos-test de escala Likert sobre actitudes*

**6.2.4 Opinión de los alumnos sobre las actividades utilizando los simuladores virtuales**

Ítem	Porcentaje de alumnos de acuerdo
¿El uso de simuladores en el área de Física es Interesante?	100
¿Trabajar en equipo ayuda a aprender más y mejor?	88
¿La enseñanza de la Física es más interesante cuando se realizan actividades con investigación?	92
¿Se aprenden mejor los conceptos de Física cuando se utilizan simuladores?	71
¿Las actividades de investigación facilitan el aprendizaje de los conceptos de Física?	92
¿La comunicación entre el profesor y los alumnos mejora cuando se realizan actividades utilizando simuladores?	58
¿El tiempo dedicado a la utilización de simuladores ha sido adecuado?	67
¿El tiempo dedicado a la utilización de simuladores ha sido escaso?	33

**Figura 26.** *Opinión de los alumnos sobre las actividades utilizando el los simuladores virtuales*

**6.2.5 Estadísticas del rendimiento académico de los alumnos tanto del grupo experimental como grupo de control**

Grupo de control	Total	Porcentaje	Grupo de experimental	Total	Porcentaje
Alumnos matriculados	31	100%	Alumnos matriculados	27	100%
Alumnos aprobados	23	74%	Alumnos aprobados	25	93%
Alumnos Desaprobados	07	22%	Alumnos Desaprobados	02	7%
Alumnos retirados	01	03%	Alumnos retirados	00	00%
Nota Promedio	12		Nota Promedio	15	

**Figura 27.** *Estadísticas según registros oficiales*

**7. CONCLUSIONES**

- Se ha logrado proponer una aplicación multimedia denominada el “Laboratorio Virtual de Física”, basado fundamentalmente en simuladores para resolver problemas del curso de Física mediante investigación y experimentación, en el nivel secundario.

- Se ha logrado identificar las bases teóricas y psicológicas que fundamentan la investigación realizada
- El conocimiento conceptual, procedimental y actitudinal sobre Mecánica Newtoniana mejora significativamente tras la realización de los trabajos de investigación con ayuda de los simuladores. Asimismo, se detecta una mejora significativa en la respuesta de los estudiantes al 40% de los ítems del cuestionario sobre conceptos de Mecánica.
- Mediante la utilización de los simuladores por computadora los alumnos se involucran activamente en la cultura científica actual, ya que ellos son los que construyen su aprendizaje.
- La metodología basada en la resolución de problemas con ayuda de los simuladores propicia la evolución de las creencias científicas del alumnado hacia un planteamiento más próximo al pensamiento científico. Así, se observa un incremento notable del porcentaje de alumnos que:
- La puntuación mínima obtenida de Mecánica y sobre procedimientos científicos aumenta considerablemente tras la realización de los trabajos de investigación.

**8. REFERENCIAS**

- [1] Diseño curricular básico del área de ciencia tecnología y ambiente, MINEDU, 2008.
- [2] SANTANDREAU. MERCÉ (2005) Recursos TIC en la enseñanza de la matemática. Comunicación y matemática, Madrid
- [3] RIVAS, C. (1996). Un paradigma en educación y recursos humanos. Caracas, Venezuela. Arte, S.A.
- [4] CAMACHO. (1997), Diseños experimentales y cuasi experimentales en la investigación social, Amorrortu, Buenos Aires.
- [5] ACEVEDO, J. A. Y OLIVA, J. M. (1995), “Validación y aplicaciones de un test de razonamiento lógico”, Revista de Psicología General y Aplicada, 48(3), 339-351.
- [6] DILLASHAW, F. G. Y OKEY, J. R. (1980), “Test of the Integrated Science Process Skills for secondary science students”, Science Education, 64(5), 601-608.
- [7] GARCÍA JIMÉNEZ, E., GIL FLORES, J. Y RODRÍGUEZ GÓMEZ, G. (2000), Análisis factorial, Cuadernos de Estadística, núm. 7, Madrid, Editorial La Muralla.
- [8] OLIVA, J. M. (1994), Influencia de las variables cognitivas en la construcción de conocimientos de mecánica. Un estudio empírico y un análisis computacional, tesis doctoral, UNED.
- [9] PENICHER, A. Y MATO, M. C. (1999), “Las actitudes del alumnado de secundaria hacia las ciencias experimentales”, Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales, 22, octubre, 9-16.
- [10] MARAZA B. (2008). Tesis de maestría “Influencia de un entorno multimedia de simulación por computadora en el aprendizaje por investigación de la Física”. Disponible en [www.construyendolaciencia.com](http://www.construyendolaciencia.com)