

Las TIC como instrumento para mejorar el aprendizaje de Física

Amada Rodríguez Gutiérrez

amada.rodriguez@unican.es

Dpto. Ciencias de la Tierra y Física de la Materia Condensada. Universidad de Cantabria

Resumen

Este trabajo de investigación pretende responder a las preguntas: ¿Pueden las TIC ayudar a mejorar el aprendizaje de Física 1 en primer curso de un grado universitario? ¿Pueden aumentar la motivación de los alumnos para emprender el estudio y la comprensión de los conceptos básicos de esta materia? El proceso de investigación se ha realizado a lo largo de 3 cursos académicos, recogiendo en cada caso la opinión de los alumnos participantes mediante un cuestionario de satisfacción.

Palabras clave: TIC y Física, enseñanza de la Física, estudio estadístico, universidad

Abstract

This investigation's work tries to answer to the questions: Could ITC help to improve how to learn Physics 1 in the University's first year? Could the students improve their motivation to begin to study and understand the basic Physics's concepts? The investigation's process has been done along three academic years, gathering in each situation the student's opinion through satisfaction's questionnaires

Key words: ITC and Physics, teaching of Physics, statistical study, University

1. Introducción

Los profesores de física de los primeros cursos de universidad observamos año tras año, que nuestros alumnos tienen pobres conocimientos de esta materia. En general conocen fórmulas, en mayor o menor cantidad, que procuran utilizar en función de los datos del problema, resolviéndolos de manera mecánica e irreflexiva sin pensar en lo que están haciendo y calculando. La primera consecuencia de esta forma de actuar, son las respuestas absurdas y sin sentido que a veces obtienen, y sorprendentemente no llaman su atención. Todos los profesores tenemos anécdotas para contar, como que la masa de la tierra es de 0,4 g o que la temperatura de un río ha aumentado en 1500°C.

Pero no solamente son estas respuestas en cierto sentido hilarantes las consecuencias, si no que muchos estudiantes llegan a la conclusión que la física es una ciencia apéndice de las matemática, llena de formulas que hay que aprender de memoria y que tienen poco o nada que ver con el mundo que les rodea.

La física estudia la naturaleza con el lenguaje de las matemáticas, como la naturaleza en su comportamiento es extraordinariamente compleja, la física recurre a modelos simplificados para estudiar las situaciones reales, para luego valorar en que situaciones concretas son ciertos esos modelos y cuando no.

En las escuelas de ingeniería por lo general se comienza estudiando Física 1, en el primer cuatrimestre del primer curso, que corresponde al estudio de la mecánica. De modo que el estudiante de física comienza sus estudios de mecánica con el modelo de la partícula, algo que tiene masa pero no tiene forma y dimensiones, después continuamos con el sólido-rígido en donde ya tenemos en cuenta la forma y las dimensiones pero es indeformable, continuamos con el fluido ideal. Sin embargo los problemas que proponemos a nuestros estudiantes, desde el principio, se refieren a coches, aviones, personas etc (con independencia del modelo) Todo esto a mi modo de ver contribuye a la confusión de a lo que realmente se enfrentan al abordar el estudio de esta ciencia.

Si a lo anterior añadimos que en nuestro sistema educativo la física no se estudia como materia independiente hasta segundo de bachillerato, y que en muchos casos se potencia la habilidad matemática en la resolución de problemas frente a la comprensión de conceptos físicos, podemos pensar sin miedo a equivocarnos el por qué de este mal aprendizaje.

La resolución de problemas es valorada como la habilidad más importante que los estudiantes de física aprenden. Pero en la enseñanza habitual, y generalmente en todos los niveles, los problemas son asimismo explicados (Gil et al 1984) y se oculta al alumno todo el proceso de incertidumbre, búsqueda, emisión de hipótesis y razonamiento propio para construir conocimiento. En muchos casos se confunde a un buen alumno de física con un alumno que se caracteriza por su capacidad de resolver problemas, con un dominio hecho con manipulaciones matemáticas superficiales, pero sin que aplique un análisis profundo.

Un buen entendimiento de los conceptos, será imprescindible para que los estudiantes de física se conviertan en expertos en resolver problemas. Para ello es necesario identificar aquellos conceptos en los que los alumnos tienen mayores dificultades.

Las nuevas tecnologías (TIC), con un enfoque pedagógico adecuado (Gil 1997) (Esquembre 2004), nos pueden ayudar a los profesores de física a encontrar nuevas formas de enseñar, que destierren el mal conocimiento sobre esta materia y que motiven a los alumnos, aumenten su interés y se sientan atraídos por el aprendizaje de esta ciencia.

Con el software actual se pueden hacer simulaciones y animaciones interactivas de situaciones o problemas físicos, observar el problema e interactuar con él puede aumentar la comprensión y el aprendizaje significativo.

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo de investigación es contestar a las siguientes preguntas ¿La utilización de las TIC en la metodología docente puede aumentar la motivación de los estudiantes para estudiar física? ¿Puede ayudar a una mejor comprensión de los conceptos fundamentales que forman la base de la mecánica y conseguir un aprendizaje significativo? Este objetivo principal conlleva otros objetivos secundarios:

- Diseñar y construir con ayuda de las TIC actividades instruccionales cuya parte fundamental sea una o varias animación en la que se observe y con la que se pueda

interactuar una situación en la que intervengan uno a varios conceptos del programa de la asignatura Física 1 que se imparte en las escuelas de ingeniería.

- Implementar dichas actividades en el desarrollo del curso académico
- Evaluar la opinión de los alumnos sobre la actividad de aprendizaje en tres diferentes aspectos: psicopedagógicos, didáctico-curriculares y técnicos-funcionales.

3. Metodología

3.1 Diseño y construcción de las actividades de aprendizaje

Los contenidos de la actividad de aprendizaje pretenden abarcar aquellos conceptos de la mecánica, que más dificultad de comprensión presentan y que a lo largo de mi experiencia como profesora de esta materia he podido constatar. En cuanto al orden en que se presentan los ejercicios, se ha seguido el programa de la asignatura. Se trata de un programa realizado con un criterio general, idéntico al seguido por prácticamente todos los libros de física de las principales editoriales, recomendados en la bibliografía de la mayoría de Facultades y Escuelas de Ingenieros. Serway (2005) Ohanian ((2010) Young (2009) Tipler (2000).

Son ocho ejercicios-problema y todos tienen la misma estructura:

- Una introducción teórica para presentar el fenómeno físico que se va a estudiar, con las leyes generales que se verifican y las ecuaciones matemáticas necesarias para su estudio y análisis.
- Una simulación de un hecho real, en el que se pueden visualizar las magnitudes físicas que intervienen (fuerzas, velocidades, deformaciones etc) y con la que se puede interactuar.
- Una serie de preguntas, formuladas con un orden establecido de menor a mayor dificultad y con el objetivo de introducir paulatinamente el problema y que el alumno vaya descubriendo por si mismo, que ecuaciones matemáticas tiene que usar, su significado y su adecuación a la situación.
- Por último un problema aparentemente distinto del estudiado, pero en el que hay que aplicar las mismas leyes y ecuaciones fundamentales, pero con algunas diferencias que hay que reflejar en las ecuaciones matemáticas. El objetivo es conseguir que se resuelva el problema con auténtico razonamiento físico y no sea una aplicación puramente mecánica de formulas.

Las simulaciones están construidas con la aplicación Macromedia Flash, y posteriormente incrustadas en un documento de Word. Todos los ejercicios se pueden ver en el Open Course Were de la Universidad de Cantabria (UC), como parte de la asignatura Fundamentos Físicos de la Ingeniería (de la que soy responsable) publicada en abierto en <http://ocw.unican.es/enseanzas-tecnicas/fundamentos-fisicos-de-la-ingenieria>.

3.2 Implementación de la actividad de aprendizaje

El proceso de implementación se ha realizado a lo largo de tres cursos académicos sucesivos 2007-08, 2008-09 y 2009-10. Durante este tiempo se realizó un proceso de investigación educativa con metodología de investigación-acción (Elliot 2000) sobre la adecuación de los ejercicios para mejorar el aprendizaje de física. Según esta metodología los resultados de un año sirven como base para una nueva planificación en el curso siguiente.

A lo largo de los tres cursos participaron 84 alumnos, que su vez se pueden dividirse en 3 grupos claramente diferenciados en aptitud y actitud. A continuación describimos las características de cada grupo.

- Grupo 1 “Obligatorio durante el curso”: formado por los alumnos que han realizado la actividad compaginándolo con las clases, durante el cuatrimestre. Se ofreció la posibilidad de realizar la actividad a todos los alumnos que quisieran, sin ninguna restricción, así mismo se podía resolver en grupo o de forma individual, siendo la primera de ellas la forma más común. El número de estudiantes que forman este grupo es de 46. Tienen que realizar el trabajo durante el periodo lectivo, de forma que tendrán que compaginarlo con las demás actividades programadas, tanto para esta asignatura (clases de aula, clases de laboratorio) como con el resto de las asignaturas.

En este grupo hay alumnos de primera matrícula, algunos de ellos con carencias importantes de conocimientos, tanto de física como de matemáticas y con falta de madurez para el aprendizaje. También hay alumnos repetidores con más conocimientos y experiencia. En definitiva se trata de un grupo muy heterogéneo tanto a nivel de conocimientos como a motivación para el estudio de esta materia.

- Grupo 2 “Campus de verano”: formado por todos los alumnos que han realizado la actividad en verano, fuera del periodo lectivo. A estos alumnos se les invitó a participar, en virtud de las calificaciones obtenidas en la convocatoria ordinaria. Se trata de un grupo con conocimientos básicos que ya han preparado la asignatura para un examen final y que se han aproximado al aprobado.

Tienen un tiempo diferente para realizar el trabajo, al no tener otras obligaciones de clases y exámenes, aunque por otro lado es tiempo de vacaciones y descanso, con mayores actividades en su vida social.

A priori su nivel de motivación y conocimientos parece que será mayor que la del grupo anterior, se trata pues de un grupo bastante homogéneo. El grupo lo forman 20 personas.

- Grupo 3 “Alta madurez”: formado por alumnos de Ingeniería Técnica Industrial especialidad de Química Industrial, con un 75% de la carrera superada y por alumnos de Ingeniería Industrial con altas calificaciones obtenidas en un primer examen parcial. Lo que identifica a este grupo es su alta madurez para la comprensión y el aprendizaje. Está formado por 18 personas. Se supone que serán los alumnos más motivados y con mayor madurez para el aprendizaje, aunque el nivel de conocimientos previos no será homogéneo en el grupo.

3.3 Evaluación de la actividad de aprendizaje, la opinión del alumnado.

Para recabar la opinión de los estudiantes, la investigación educativa en todas sus modalidades Colas (1992) propone entre otras, dos metodologías fundamentales la entrevista y el cuestionario o escala de actitud. En esta investigación se optó por un cuestionario de preguntas cerradas, formado por 16 ítems y una pregunta abierta, para recoger las opiniones fuera de las preguntas establecidas. Los ítems están redactados como afirmaciones en las que hay que señalar con una graduación del 1 al 5, todas las posibilidades de respuesta, desde la más contraria (1) hasta la más favorable (5). También se incluye la posibilidad de no contestar a la afirmación

Para seleccionar las preguntas se utilizó una encuesta base (Morales 2007) adaptada al contexto de esta asignatura y de la actividad de aprendizaje. El cuestionario abarca aspectos psicopedagógicos (ítems del 1 al 4), didáctico-curriculares (ítems del 5 al 8) y técnicos y funcionales (ítems del 9 al 16). La pregunta abierta se formuló como observaciones y sugerencias. El cuestionario se puede ver en la tabla 1

CONTESTA A LOS ÍTEMS MARCANDO CON UNA X LA RESPUESTA QUE CREAS MÁS ACERTADA	NC	1	2	3	4	5
NC: no contesta 1: Muy negativo 2: Negativo 3: Normal 4: Positivo 5: Muy positivo						
La actividad de aprendizaje me resultó motivadora						
El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos						
Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada						
Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos						
La descripción de las actividades fue clara y precisa						
He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad						
Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos						
Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativos para el aprendizaje						
El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso						
He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo						
Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo						

El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado						
El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos						
La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo						
El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc)						
El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer (tamaño de letra, color etc)						

Observaciones y sugerencias:

Tabla 1 Cuestionario propuesto. *Elaboración propia*

Para el caso que nos ocupa son fundamentales los ítems 1 y 4 de los aspectos psicopedagógicos “La actividad de aprendizaje me resulto motivadora” y “Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos”, también el ítem “He alcanzado los objetivos propuestos” relativo a aspectos didáctico-curriculares

4. Interpretación estadística de los resultados

Para el estudio estadístico se ha utilizado la aplicación SPSS 17 y para la selección de las variables se han consultado la bibliografía especializada en estadística para ciencias sociales Barrientos (2008); Rodríguez (2008); Mateo (2008) Castro (2008)).

En primer lugar medimos la consistencia interna del cuestionario, esto es el nivel de relación entre los 16 ítems que lo forman, para ello se calcula el índice alfa de Crombach

Resumen del procesamiento de los casos

		N	%
Casos	Válidos	67	79,8
	Excluidos ^a	17	20,2
	Total	84	100,0

a. Eliminación por lista basada en todas las variables del procedimiento.

Estadísticos de fiabilidad

Alfa de Cronbach	N de elementos
,745	16

Como el índice $\alpha > 0,7$ Podemos considerar que el cuestionario es fiable y los resultados estadísticos son validos

Se hizo en primer lugar un estudio de la estadística descriptiva que nos da información sobre la muestra, es decir recoge la opinión de los 84 individuos que han participado. El estadístico utilizado es el análisis de frecuencias y la mediana y la moda al tratarse de datos ordinales.

Se observa en los resultados, un nivel alto de conformidad en todos los ítems, excepto en el relativo al tiempo que hay una mayor abanico de respuestas. Con respecto a la mediana y a la moda el resultado es 4 (positivo) en todos los ítems excepto en el tiempo que es un 3 (normal) Así mismo se hizo un estudio de estadística descriptiva por grupos según su contexto, para establecer en su caso, diferencias entre ellos. El estadístico en este caso es también el análisis de frecuencias y la mediana y la moda.

Por su interés en este caso vamos a reflejar el análisis de frecuencias por grupos, en los ítems anteriormente citados.

La actividad de aprendizaje me resulto motivadora

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	4	8,7
		3 Normal	17	37,0
		4 Positivo	23	50,0
		5 Muy positivo	2	4,3
		Total	46	100,0
Campus verano	Válidos	3 Normal	8	40,0
		4 Positivo	12	60,0
		Total	20	100,0
Alta madurez	Válidos	3 Normal	4	22,2
		4 Positivo	13	72,2
		5 Muy positivo	1	5,6
		Total	18	100,0

Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	2	4,3
		3 Normal	8	17,4
		4 Positivo	21	45,7
		5 Muy positivo	15	32,6
		Total	46	100,0

Campus verano	Válidos	3 Normal	2	10,0
		4 Positivo	15	75,0
		5 Muy positivo	3	15,0
		Total	20	100,0
Alta madurez	Válidos	1 Muy negativo	1	5,6
		4 Positivo	7	38,9
		5 Muy positivo	10	55,6
		Total	18	100,0

He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad

Grupo			Frecuencia	Porcentaje
Obligatorio durante el curso	Válidos	2 Negativo	2	4,3
		3 Normal	17	37,0
		4 Positivo	22	47,8
		5 Muy positivo	4	8,7
		Total	45	97,8
	Perdidos	Sistema	1	2,2
Total			46	100,0
Campus verano	Válidos	2 Negativo	1	5,0
		3 Normal	6	30,0
		4 Positivo	10	50,0
		5 Muy positivo	2	10,0
		Total	19	95,0
	Perdidos	Sistema	1	5,0
Total			20	100,0
Alta madurez	Válidos	3 Normal	1	5,6
		4 Positivo	14	77,8
		5 Muy positivo	3	16,7
		Total	18	100,0

De los resultados de la mediana y la moda por grupos, se observa que tanto una como otra suelen tener mayor valor en el caso del grupo de "alta madurez", concretamente la respuesta al ítem "Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos" que en este grupo alcanza un 5 que corresponde a una conformación máxima con la afirmación.

Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos

Obligatorio durante el curso	N	Válidos	46
		Perdidos	0
		Mediana	4,00
		Moda	4
Campus verano	N	Válidos	20
		Perdidos	0
		Mediana	4,00
		Moda	4
Alta madurez	N	Válidos	18
		Perdidos	0
		Mediana	5,00
		Moda	5

En esta investigación también se utilizó la estadística inferencial, con la intención de comprobar si hay diferencias entre los grupos, o por lo contrario la opinión es la misma con independencia del grupo.

Para ello en primer lugar se comprobó si las respuestas a cada uno de los 16 ítems siguen una distribución normal, para ello calculamos la prueba de contraste o bondad de ajuste Z de Kolmogorov-Smirnov denominada prueba K-S para una muestra, con las siguientes hipótesis y un índice de probabilidad del 95%:

- H_0 Hipótesis nula: la distribución es normal en la población
- H_1 Hipótesis alternativa: la distribución no es normal en la población

El resultado obtenido es que las respuestas a cada uno de los ítems no siguen una distribución normal, con un 95% de probabilidad.

Podemos comparar si los tres grupos son iguales, en cuanto a la opinión de los ítems, aplicando la prueba de Kruskal-Wallis, esta prueba es la equivalente a la ANOVA cuando las distribuciones no son normales. El planteamiento de hipótesis es el siguiente:

- H_0 : hipótesis nula, las poblaciones son idénticas e independientes del grupo.
- H_1 : hipótesis alternativa, hay diferencia de opinión según pertenencia a cada grupo, y las poblaciones son distintas

Resumen de contrastes de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de La actividad de aprendizaje me resultado motivadora es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,195	Conserve la hipótesis nula.
2	La distribución de El nivel de dificultad es adecuado para mis conocimientos es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,506	Conserve la hipótesis nula.
3	La distribución de Mi participación en la actividad estuvo claramente explicada es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,028	Rechace la hipótesis nula.
4	La distribución de Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de fenómenos físicos es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,074	Conserve la hipótesis nula.
5	La distribución de La descripción de la actividad fue clara y precisa es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,067	Conserve la hipótesis nula.
6	La distribución de He alcanzado los objetivos propuestos en la actividad es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,029	Rechace la hipótesis nula.
7	La distribución de Los contenidos fueron los adecuados para conseguir los objetivos propuestos es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechace la hipótesis nula.
8	La distribución de Las actividades y ejercicios propuestos han sido significativas para el aprendizaje es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,016	Rechace la hipótesis nula.
9	La distribución de El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,278	Conserve la hipótesis nula.
10	La distribución de He obtenido realimentación para el aprendizaje a través de discusiones con el grupo es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,100	Conserve la hipótesis nula.
11	La distribución de Creo que se trata de una buena actividad para el trabajo en equipo es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,030	Rechace la hipótesis nula.
12	La distribución de El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,252	Conserve la hipótesis nula.
13	La distribución de El nivel de interactividad es el adecuado para los objetivos propuestos es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,032	Rechace la hipótesis nula.
14	La distribución de La navegación ha sido intuitiva y de fácil manejo es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,039	Rechace la hipótesis nula.
15	La distribución de El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc) es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,168	Conserve la hipótesis nula.
16	La distribución de El diseño de los documentos de texto es claro y fácil de leer (tamaño de letra, color etc) es la misma entre categorías de Grupo.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,038	Rechace la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

Tabla 2 Resumen de contraste de hipótesis, prueba de K-W *Elaboración propia*

Como podemos observar en la tabla 2 de los 16 ítems la mitad, es decir en 8 se puede considerar que el nivel de conformidad con las afirmaciones, son independientes del grupo.

- La actividad de aprendizaje me resulto motivadora
- El nivel de dificultad es el adecuado para mis conocimientos
- Poder ver los problemas en movimiento aumenta mi comprensión de los fenómenos físicos
- La descripción de la actividad fue clara y precisa
- El tiempo que he dedicado es adecuado y compatible con el curso
- He obtenido realimentación en el aprendizaje con el trabajo en grupo
- El peso de la actividad en la calificación final es el adecuado
- El diseño de las animaciones es atractivo (tamaño, color etc.)

Podemos afirmar por tanto que a todos los alumnos, sin distinción en función de sus conocimientos previos, y su actitud para el trabajo y el estudio, estarían de acuerdo en afirmar con una opinión positiva, que la actividad de aprendizaje les ha resultado motivadora. Que ver el problema en movimiento con las fuerzas, las velocidades etc. aumenta su comprensión de los fenómenos físicos, y por tanto serán capaces de resolver los problemas de forma significativa y no como una habilidad para utilizar formulas. Sin embargo el ítem en el que se pregunta si han alcanzado los objetivos propuestos en la actividad, si parece que depende del grupo y no sería extensible a todos los alumnos.

5. Conclusiones

Los resultados obtenidos nos indican resultados favorables, tanto en la opinión de los alumnos sobre su aprendizaje en la experiencia, como en la mía propia como profesora, al haber constatado una mayor afluencia a clase y una actitud más positiva y una mejora en las calificaciones finales. Se observa mayor número de aprobados y calificaciones mas altas

En consecuencia en esta investigación se ha comprobado que las TIC pueden ayudar a mejorar el aprendizaje de la física, representando mediante realidad virtual lo que ocurre en un determinado proceso. La física explica el fenómeno con ecuaciones matemáticas, lo cual genera que muchos alumnos a la hora de resolverlos, lo hagan de forma mecánica sin cuestionar que están haciendo. La realidad virtual les pone en el camino de reconocer la realidad y de aplicar formulas con todo conocimiento de causa. A la hora de resolver un problema hay que hacer primero una representación mental de lo que ocurre, para después reflexionar sobre ello y saber cómo resolverlo. En este proceso es donde la realidad virtual es fundamental y así lo reconocen de forma mayoritaria los alumnos que han participado en la experiencia.

6. Bibliografía

- Barrientos Rastrojo, R. (2008) Cómo realizar técnicas de análisis de datos en una investigación educativa. Almería. Corintia SRL.
- Castro Sánchez, J.J. (2008) Metodología de la investigación científica. Las Palmas. ED Universidad de la Palmas de Gran Canaria, Servicio de publicaciones y difusión científica.
- Colas Bravo, M.P. y Buendía Eximan, L. (1992) Investigación Educativa. Sevilla: Alfar
- Esquembre, F ; Martin, E; Cristian, W; Belloni, M. (2004) Fislets Enseñanza de la Física con Material Interactivo. Madrid. Pearson Prentice Hall.
- Elliot, J. (2000) El cambio educativo desde la investigación-acción.3^{era} edición. Madrid. Morata
- Gil , D. Martínez Torregrosa, J. (1984) Problem solving in Phisyc: A critical analisys, Research on Physic education . Paris. Edition du CNRS.
- Mateo Andrés, J. (2008) Medición y evaluación educativa. Madrid. Ed La Muralla.
- Morales, E. García, F. Barrón, A. Gil, A. (2007) “Gestión de objetos de aprendizaje de calidad; caso de estudio” Actas del congreso SPDECE 2007. Oviedo
- Ohanian, H.C. ; Markert, J.T. (2010) Física para ciencias e ingeniería. China. Ed MacGraw Hill.
- Rodríguez Fernández, S. (2008) Investigación educativa: análisis de datos cuantitativos y cualitativos en la metodología de encuesta. Granada. Ed Grupo Editorial Universitario.
- Serway, R. ; Jewet, J.W. (2005) Física para ciencias e ingeniería. México. Ed Thomson.
- Tipler, P.A. (2000) Física para la ciencia y la tecnología. . Barcelona Ed Reverté.
- Young, H.D.; Freedman, R.A (2009) Sears- Zemansky Física universitaria con Física moderna. México Ed Addison Wesley.