

Informe final. Curso Newton en el aula. EDA2010

Francisco Ruiz Perales
I.E.S. Las Viñas. Moriles (Córdoba)

1. Datos del Centro

Moriles es una localidad al sur de la provincia de Córdoba, con una población de unos 4.000 habitantes. Sólo dispone de un instituto de secundaria para los habitantes de la localidad y las pequeñas poblaciones próximas.

El instituto lleva funcionando desde el curso 97-98, inicialmente como sección del IES Vicente Nuñez, de Aguilar de la Frontera, una localidad próxima.

Actualmente hay matriculados unos 250 alumnos, distribuidos en diez grupos desde 1º ESO hasta 4º ESO. Además contamos con dos grupos de Diversificación Curricular.

2. Grupo en donde se ha llevado a cabo la experiencia

La asignatura Física y Química se imparte en 4º ESO para aquellos alumnos que quieren enfocar sus estudios posteriores de Bachillerato en el terreno de las ciencias experimentales.

En el actual curso 09/10 son sólo ocho alumnos los que han optado por matricularse en esta asignatura. Todos tienen superada la asignatura de 3º ESO Física y Química, y en principio constituyen un grupo relativamente homogéneo en cuanto a conocimientos previos e intereses. No existen problemas de disciplina ni de falta de trabajo en el aula de manera ordinaria. Quizá lo más destacable del grupo es un nivel relativamente bajo en el ámbito de la asignatura, posiblemente consecuencia del nivel de los grupos de 3º ESO del curso pasado. En general son alumnos poco motivados hacia el aprendizaje de esta disciplina pero que acatan las observaciones y las indicaciones más, aunque con un rendimiento escolar medio-bajo.

3. Objetivos de la experiencia

Los objetivos propuestos en esta experiencia son los siguientes:

- Conseguir un aprendizaje de los alumnos lo más activo posible.
- Motivar a los alumnos en su aprendizaje y que lo valoren como decisivo en su formación.
- Introducirlos en el uso de las nuevas tecnologías.
- Alcanzar un mayor grado de atención personal al alumno durante su proceso de aprendizaje.

- Fomentar el análisis crítico ante las situaciones físicas que se plantean.
- Contribuir al desarrollo de las competencias planteadas en las unidades didácticas.

4. Contenidos físicos estudiados

Inicialmente los contenidos previstos eran los correspondientes a las unidades didácticas Trabajo y Energía, y Transferencia de energía: calor. Las dos unidades didácticas han sido diseñadas con la web y sus correspondientes escenas, sin embargo sólo ha sido llevada al aula la que trata los conceptos de Trabajo y Energía. El motivo ha sido la falta de tiempo en su desarrollo pues había que comenzar los contenidos de Química. Normalmente asigno la mitad del tiempo de la asignatura a Física y la otra mitad a Química. La unidad didáctica ha sido desarrollada en su totalidad. Estos han sido los contenidos:

Unidad didáctica 1: Trabajo y energía.

Conceptos

1. Concepto de energía.
2. Tipos de energía.
3. Energía mecánica.
4. Energía cinética y energía potencial.
5. Principio de conservación de la energía mecánica.
6. Trabajo mecánico. Unidades.
7. Trabajo de la fuerza de rozamiento.
8. Potencia mecánica. Unidades.
9. Máquinas mecánicas: palanca, plano inclinado.
10. Potencia máxima.
11. Rendimiento.
12. Fuentes de energía. Consumo de energía.

Procedimientos, destrezas y habilidades

1. Identificar la energía cinética y la energía potencial en diferentes situaciones.
2. Reconocer el trabajo como una forma de intercambio de energía.
3. Resolver ejercicios de trabajo, potencia y conservación de la energía mecánica.
4. Analizar el funcionamiento de máquinas sencillas.

Actitudes

1. Valorar la importancia de la energía en las actividades cotidianas.
2. Reconocer el trabajo científico en el aprovechamiento de las fuentes de energía.
3. Tomar conciencia del alto consumo energético en los países desarrollados.

5. Condiciones del aula de ordenadores y forma de uso

Este es el segundo curso académico que somos centro TIC aunque el primero que los ordenadores están funcionando. En mi caso todas las clases de la asignatura se desarrollan en el aula de 4º ESO B, la cual está dotada con 15 ordenadores. Eso implica que tengo acceso al aula y sus equipos informáticos sin ningún tipo de restricción.

Los ordenadores están actualizados en cuanto a software y funcionan perfectamente. Disponen de una distribución de Guadalinex V6. La máquina virtual Java está instalada por lo que las escenas se podían visualizar correctamente y se cargaban rápidamente.

En el aula cada alumno dispone de su ordenador, al que corresponde su conservación y mantenimiento.

La web diseñada fue subida al servidor de contenidos que tenemos en el instituto y al que los alumnos tienen acceso desde la plataforma Helvia tras identificarse con su usuario y contraseña. Esta forma de trabajar no ha dado ningún problema en el desarrollo de la experiencia, si bien los problemas surgen cuando tratan de acceder desde fuera del centro (desde sus casas o desde Guadalinfo). En estos casos el sistema se volvía muy lento e inestable. Posiblemente la causa esté en el acceso al servidor del instituto desde los servidores de Sevilla y la baja velocidad de las conexiones a la red en la localidad. Debido a esta circunstancia, se instaló la web en los ordenadores de los alumnos para que ellos pudieran acceder a los contenidos sin ningún problema.

6. Materiales de Newton utilizados

La web ha sido diseñada tomando como referencia los objetivos y contenidos previstos en la unidad didáctica. Contiene enlaces a páginas del Proyecto Newton y escenas del mismo proyecto, estando todas insertadas en la web y por tanto no es necesario salir a internet para ser usadas. Esto lo he hecho así para facilitar al máximo el uso de la web. También contiene simulaciones en Flash y vídeos descargados previamente de Youtube. La unidad de Trabajo y Energía contiene diez escenas del Proyecto Newton, tres vídeos y dos simulaciones hechas en Flash. La unidad didáctica correspondiente al Calor tiene nueve escenas Newton. En ambas unidades didácticas se ha utilizado un lenguaje lo más asequible a los alumnos, y se ha tratado de enlazar a documentos que ampliaban ciertos aspectos de la unidad didáctica más complejos o que tenían un desarrollo matemático más amplio.

La web dispone además de enlaces externos a la enciclopedia Wikipedia para ampliar o aclarar situaciones que se exponen en el texto.

7. Recursos auxiliares

Las dos webs contienen todo lo necesario para hacer el estudio de la unidad didáctica, incluido las hojas de trabajo que se han diseñado para la actividad. Los alumnos pueden encontrar el enlace a dicho documento en el inicio de la web, aunque yo se lo he proporcionado para su trabajo en clase.

Las hojas de trabajo pretenden ser documentos que tienen que completar los alumnos. Allí figurarán los resultados de simulaciones, actividades planteadas y sus posibles soluciones.

Fueron bien acogidas por los alumnos y completadas en su totalidad. Posteriormente, una vez terminada la unidad didáctica, las recogí, anoté alguna corrección que otra y se las devolví a los alumnos para su conservación y estudio.

El cuaderno de trabajo del alumno también ha sido utilizado en esta experiencia. Ha sido revisado por mí y comprobado que estaban hechas las actividades previstas. En las hojas de trabajo sólo había que indicar el resultado final de las actividades, y su desarrollo en el cuaderno del alumno. No se ha observado en ningún caso falta de trabajo en ninguno de los ocho alumnos del grupo, si bien en unos el trabajo es más brillante que en otros.

8. Descripción del desarrollo de la experiencia

Inicialmente yo preví que la unidad didáctica podría desarrollarse en diez sesiones consecutivas, incluida la evaluación del aprendizaje del alumno. El final de la décima sesión coincidía en el tiempo con el inicio del viaje de estudios que han hecho los alumnos de 4º ESO, por lo que la evaluación la dejé para después del viaje, pero todo el desarrollo de la experiencia tenía que terminar antes. Esto sí se ha cumplido con rigor.

En la primera sesión los alumnos aprendieron a localizar la web en su espacio de trabajo de la plataforma e hicieron la encuesta y la evaluación iniciales. Además les obligo a ver el apartado de lo programado de la unidad y a navegar por la web para ir habituándose a ella.

Surgen los primeros problemas. Uno de ellos es a causa del navegador usado, Mozilla Firefox, que hace que los vídeos no se visualicen bien. Las escenas se cargan sin problemas. Los alumnos descubren por primera vez las escenas y les enseño su funcionamiento. En general es bien acogida, incluso con júbilo, el usar los ordenadores para estudiar Física. A medida que el tiempo pasa desaparece el júbilo y regresa la apatía.

Otro problema que surge es con la web, con su diseño. Los alumnos se quejan de no ser intuitiva y aseguran que se pierden. No saben donde están en cada momento. Esto es motivo de reflexión por mi parte y trataré de solventarlo.

Se detectan algunos fallos en los applets, alguna imagen que debería estar y no está, pero en general los alumnos aprenden bien su uso. Algunas les resultan algo más confusas y requieren mi participación.

Me propongo que al final de cada sesión haya una puesta en común, sobre escenas o sobre algún concepto. Pero casi resulta imposible. Noto que el grupo funciona a

distinto ritmo y eso lo imposibilita. Hay algún alumno que estudia el concepto de potencia y la mayoría todavía está estudiando qué es la energía mecánica.

Con una alumna que por enfermedad se pierde dos sesiones todo se complica algo más. Le propongo que recupere el tiempo perdido en casa y ratos libres, en recreos, y que me consulte dudas sobre su estudio. Al final esta alumna termina más o menos al mismo tiempo que el resto. Tengo mis dudas si realmente termina trabajando todo lo previsto o completa el cuaderno y hojas de trabajo de forma algo irreflexiva.

En general el trabajo mío consiste en atenderlos personalmente cuando me llaman durante la clase (continuamente) y alguna explicación a nivel de grupo al no entender algún aspecto de algún problema numérico. Ellos suelen tener más dificultad con el aparato matemático que supone la resolución de problemas y demandan más atención en ese aspecto.

El trabajo se sucede sesión tras sesión. En las primeras grabo el vídeo y esto les motiva más aún.

Detecto fallos en las hojas de trabajo. Los alumnos se quejan que no saben qué escribir en esas hojas. Después de un período de adaptación parece que se adaptan a ellas. Pienso, en cualquier caso, que necesitan un poco más de claridad u otra estructura diferente. Anoto la necesidad de revisar su diseño. Sin embargo, no ha habido en ningún caso la pérdida de dichas hojas, y no escuché aquello de “me las he dejado en casa”.

Noto que el libro de texto se usa poco o muy poco; en algunos casos no se consulta en ningún momento. Hago énfasis en que su uso es necesario y que es otra fuente de información importante... Noto también que a medida que se desarrollan las sesiones se va perdiendo cierto interés. La motivación que despertó al principio ha disminuido mucho. Es cierto que algunos de los alumnos no han tenido motivación por la asignatura desde el primer momento y siguen más o menos en la misma línea. Aún así, en la valoración final que hicieron de esta actividad, un porcentaje algo la valora positivamente.

Se observan prisas a medida que llegamos al final de la unidad didáctica. Quizá hago demasiado énfasis en que todos tenemos que terminar en la décima sesión y que todo quede terminado antes del viaje de estudios.

El cañón no se utilizó en todas las sesiones, pero en las que si lo hizo se aprecia la necesidad de su uso. Es un recurso necesario y muy útil. Todos miran de frente a la pantalla donde se proyecta y les permite visualizar fácilmente lo que estamos trabajando.

Donde más dificultades he visto que han tenido ha sido en el Teorema de la energía cinética y en el apartado donde se indica que el trabajo modifica la energía potencial de los cuerpos. Quizá habrá que añadir unos gráficos más adecuados en la web donde se visualice mejor estas ideas. Decido no incluir actividades sobre esto en la prueba final.

Noto como los textos que acompañan la web les cuesta leerlos. En algún caso sorprende a algún alumno que ni tan siquiera ha leído el texto. Quizá la letra pequeña de la web tampoco facilita la lectura.

9. Datos de evaluación. Datos recogidos de las herramientas de evaluación utilizadas

Los instrumentos de evaluación utilizados han sido las producciones de los alumnos y la valoración personal mía de observación de su trabajo en el aula.

Los alumnos han elaborado las hojas de trabajo que les proporcioné, su cuaderno de trabajo donde han realizado las actividades de resolución de problemas y las pruebas inicial y final. En general, los alumnos han realizado todas las actividades planteadas en las hojas de trabajo, quedando reflejado este trabajo tanto en su cuaderno de trabajo como en las hojas. En general este trabajo lo valoro de manera positiva. Uno de los aspectos que debería potenciar esta nueva metodología presentada a los alumnos es el de una mayor reflexión por parte del alumno de las situaciones físicas que se les presentan. En la metodología tradicional los alumnos se muestran poco reflexivos ante un problema físico o ante un concepto. En muchas ocasiones van buscando la resolución sin más de un problema, ni tan siquiera se hace un análisis de los resultados obtenidos, si son coherentes o no lo son. Bajo mi punto de vista, la introducción de las escenas podría paliar esta carencia, pues la interacción que se hace con ellas podría promover esa reflexión.

En la prueba final he introducido una cuestión que pretendía valorar este aspecto mencionado. Tras la corrección de la pregunta de la prueba final que les exigía una reflexión algo más pausada compruebo que no ha habido mucha suerte, pues sólo uno de los alumnos que hacen la prueba final hace un razonamiento correcto de la misma. Esta escena fue una de las que no se trabajaron de manera específica en el aula, y la dejé para que fueran ellos los que la analizaran.

La prueba final ha tenido dos partes diferentes. En la primera los alumnos han tenido que contestar un test de 16 preguntas. El test ha sido realizado con un cuestionario de Google Docs e insertado en una página web. Una vez que los alumnos completaron el test lo envían y las respuestas quedan recogidas en una hoja de cálculo de donde se corrigen. Todos los alumnos realizan el test en aproximadamente 25 minutos. La segunda parte consiste en la realización de tres ejercicios: dos problemas numéricos relativamente fáciles que habían sido trabajados durante sesiones anteriores, y el análisis de una de las escenas insertadas en la web. Para la resolución de estas tres actividades los alumnos pudieron consultar la web donde tenían todos los contenidos y las escenas. El tiempo que tuvieron disponible fue de unos 25 minutos. La mayoría de ellos tuvo tiempo suficiente, y sólo dos emplearon algo más de tiempo extra. Los resultados de la prueba final pueden comprobarse aquí.

Algunas de las conclusiones de la prueba final pueden ser:

1. Más de la mitad del grupo no ha entendido las dos formas de transferir energía entre sistemas.
2. Después de trabajar una unidad didáctica sobre el trabajo no son capaces de dar una definición, aunque mecánicamente si calculan su valor en alguna situación física.
3. Sólo uno de cada siete es capaz de hacer un análisis cualitativo del rendimiento de las máquinas.

4. Sólo uno de los siete alumnos da una definición correcta del principio de conservación de la energía mecánica.
5. Cuatro de siete alumnos en la resolución de un problema básico no realiza el cambio de unidades de km/h a m/s para trabajar en unidades del Sistema Internacional.
6. Todos los alumnos hacen un comentario de la solución del problema 1.
7. Sólo dos alumnos de siete resuelven de manera totalmente correcta un problema básico como es el cálculo de una energía cinética.
8. Sólo dos alumnos de siete hacen un análisis correcto de que las fuerzas perpendiculares al desplazamiento no realizan trabajo.
9. Sólo un alumno de siete resuelve correctamente el problema 2.
10. En la A2 de la escena analizada en el problema 3, el análisis efectuado por casi todos los alumnos es incorrecto, mientras que en la A1 todos lo hacen básicamente correcto. El grado de dificultad de la A1 es muy inferior a la A2.
11. En general no se observa grandes variaciones en los resultados obtenidos por los alumnos respecto a otros temas de Física estudiados. Sigo encontrando los mismos fallos en cuanto a unidades de magnitudes, expresión de ecuaciones de manera incorrecta, capacidad deficiente para expresar con palabras conceptos físicos, etc. Sí ha mejorado la motivación y la actividad diaria de ellos. En la metodología tradicional su papel es más pasivo. Ellos me escuchan las explicaciones, participan preguntando alguna cuestión, pero su participación se limita a eso. Es destacable que a pesar de ser alumnos que no presentan conflictos graves ni falta de asistencia a clase, luego el trabajo básicamente lo hacen cuando se aproxima la fecha de la prueba de evaluación. Quizá esto sea uno de los aspectos que haya que tratar de modificar.

10. Valoración personal del profesor, indicando aspectos positivos y negativos

Tengo la impresión que pocas cosas se pueden hacer este curso para mejorar el rendimiento de mis alumnos en esta asignatura. Sólo dos de ellos afirman que en el próximo curso harán el bachillerato de ciencias, el resto lo hará en el de ciencias sociales o en ciclos formativos. La motivación es uno de los aspectos más importantes que tengo que potenciar durante mis clases; al final deben tener una formación básica en el ámbito de esta asignatura, independientemente del camino que siga cada uno. La metodología empleada con ellos es expositiva, pero tratando por todos los medios que ellos trabajen lo máximo posible. Este ha sido uno de los logros más importantes que ha supuesto esta experiencia: han estado más motivados y han trabajado más.

Destaco los aspectos positivos:

1. La unidad didáctica les ha supuesto a los alumnos una mayor participación en clase y más trabajo en casa.
2. Sin duda, la motivación, sobre todo al principio de la unidad didáctica, ha sido más importante ahora que en otros momentos del curso.
3. Se ha respirado un buen ambiente durante las clases. He disfrutado viéndolos trabajar durante la clase, trabajando solos ayudados por el ordenador. Aunque mi participación

ha sido constante, la atención se ha desviado hacia el ordenador, mientras que hasta ahora la atención, mucha o poca, la ponían en mí.

4. No he observado en ningún momento que los alumnos dejaran de lado el trabajo durante las clases para salir a Internet a perder el tiempo en otras actividades. Se ha aprovechado el tiempo al máximo.
5. Aunque los resultados de la prueba de evaluación no han resultado mejores que en otras unidades, tampoco han resultado peores. Podría decir que los resultados son muy similares.
6. La experiencia también les ha supuesto a algunos alumnos familiarizarse con el uso del ordenador. En la encuesta inicial dos de ellos afirman que tienen conocimientos prácticamente nulos.

Aspectos negativos:

1. Los ya comentados fallos en el diseño de los materiales, web, hojas de trabajo y selección de escenas. Estos serán revisados para futuras ediciones.
A mí, personalmente, la experiencia me ha ayudado mucho. Me ha permitido reafirmarme en mi convicción que son los alumnos los que, debidamente atendidos y guiados, deben hacer su aprendizaje. La experiencia que nos da los años de docencia y el conocimiento de las herramientas informáticas que tenemos a nuestra disposición nos debe ayudar a enfocar a nuestros alumnos hacia el aprendizaje de la Física y la Química. Sin duda esta forma de trabajar nos supone un tiempo de dedicación hacia la preparación de materiales que la metodología tradicional tiene en menor medida. Pero no es un tiempo perdido. Nada de lo que hacemos cae en saco roto. Es un trabajo que hay que ir afinando, corrigiendo, hasta ponerlo a punto para nuestros alumnos. La experiencia ha sido muy satisfactoria.

En un futuro próximo todo apunta a que seguiré impartiendo esta asignatura. Iré elaborando materiales como el que he diseñado para esta experiencia para continuar en esta línea. Parece fundamental conocer la totalidad de los materiales ya elaborados del Proyecto Newton para utilizarlos o modificarlos a voluntad para su uso. Sin duda hay mucho trabajo por delante.

11. Sugerencias sobre posibles cambios en el diseño de la unidad al haber observado dificultades durante la experiencia

A lo largo de la experiencia he podido comprobar cómo los materiales inicialmente diseñados deben ser revisados para mejorarlos, para que sean lo más fáciles e intuitivos posible. Como ya he comentado anteriormente, para futuras ocasiones modificaré tanto las hojas de trabajo, la web y la selección de escenas insertadas en

ella. La web tratará de tener una navegación más intuitiva, con texto algo más claro, un tamaño de letra algo mayor (aunque esto se puede controlar desde el propio navegador), y con más información gráfica que facilite la comprensión.

Los test realizados con Hot Potatoes pueden tener su interés a efectos de ejercicios de recapitulación o de comprobación de lo aprendido. Un contador de aciertos podría poner en aviso a los alumnos de si deben o no seguir adelante en la unidad hasta que consoliden lo aprendido.

También creo necesario ajustar los contenidos por sesiones. Quizá el mejor sitio donde fijar esto sea en las hojas de trabajo. Creo conveniente que los alumnos sepan qué hacer en cada sesión; en definitiva que todo esté perfectamente programado por sesiones. El trabajo que no terminen en clase lo podrán terminar en casa.

La inclusión de test mediante los cuestionarios de Google Docs han resultado muy satisfactorios. Su confección es muy fácil y los alumnos los entienden perfectamente; además son muy versátiles y se adaptan perfectamente a la recogida de información. Sería interesante estudiar una forma algo más cómoda de analizar las respuestas sobre la hoja de cálculo que las recoge. Esto será motivo de estudio por mi parte.

Quiero incluir más vídeo en la web. Siempre he pensado que la imagen fija o los vídeos pueden aportarles mucho a los alumnos. Ahora con un ordenador es mucho más fácil.

Análisis de resultados de la prueba final parte 1

La siguiente tabla muestra los resultados a las siguientes cuestiones. Se clasifican como preguntas correctamente resultas, como incorrectas o como no contestadas.

Preguntas del test	Correcto	Incorrecto	NS/NC
1. Escribe el nombre de unidades que se utilicen para expresar cantidades de energía.	5	2	0
2. ¿Es el kW una unidad de potencia?	7	0	0
3. ¿Qué tienen que tener los cuerpos para que tengan energía cinética?	7	0	0
4. Define la energía potencial gravitatoria.	5	0	2
5. Define energía térmica.	4	3	0
6. Define energía nuclear.	5	1	1
7. Cita dos propiedades que tiene la energía	6	1	0
8. Indica dos posibilidades de transferir energía entre cuerpos.	3	3	1
9. Define trabajo.	1	5	1
10. ¿Es el rozamiento una fuerza que se opone al movimiento de los cuerpos?	7	0	0

Preguntas del test	Correcto	Incorrecto	NS/NC
11. ¿En qué consiste el rendimiento de una máquina?	1	6	0
12. ¿Cuál es la unidad de potencia?	6	1	0
13. ¿De qué factores depende la potencia de una máquina?	6	1	0
14. Indica el nombre de dos máquinas mecánicas?	1	3	3
15. Explica qué es una central térmica.	3	4	0
16. Enuncia el Principio de conservación de la energía mecánica.	1	2	4

Análisis de resultados de la prueba final parte 2

Esta ha sido la prueba planteada a los alumnos para que la resuelvan en una sesión de una hora.

1. Suponiendo una gacela de 70 kg de peso a 100 km/h y un elefante de 5 toneladas a 5 km/h, calcula cuál de estos animales tiene más energía en plena carrera.
2. Un cochecito pequeño de 1000 g de masa se desplaza al tirar de él con una fuerza constante y en la dirección del movimiento de 10 N. Como consecuencia de esa fuerza el cochecito se desplaza 100 cm. No vamos a despreciar el rozamiento entre el cochecito y el suelo, por ello consideraremos que el coeficiente de rozamiento vale 0,4. Completa con las soluciones
 1. Haz un esquema del problema donde se vean claramente las fuerzas que actúan sobre el cochecito.
 2. Calcula el trabajo de la fuerza aplicada.
 3. Calcula el trabajo que realizan las fuerzas peso y normal al actuar sobre el cochecito.
 4. Calcula el trabajo que realiza la fuerza de rozamiento.
3. Simulación sobre la potencia de una máquina. Haz clic en la simulación 2 de la página de Potencia. Comenta las actividades planteadas en las tres actividades A1, A2 y A3.

Problema 1

	Alumno 1	Alumno 2	Alumno 3	Alumno 4	Alumno 5	Alumno 6	Alumno 7
¿Resuelve problema completo?	si	si	si	si	si	si	si
¿Hace correctamente cálculos matemáticos?	si	si	si	si	si	si	si
¿Utiliza correctamente unidades de masa?	si	si	si	si	si	si	si
¿Utiliza correctamente unidades de velocidad?	no	si	no	no	si	no	si
¿Utiliza correctamente unidades de energía?	si	si	si	si	no	si	si
¿Escribe unidades en la ecuación?	no	si	no	no	si	no	si
¿Expresa correctamente el resultado final?	no	si	si	si	si	si	si
¿Expone la solución del problema?	si	si	si	si	si	si	si
¿Resuelve correctamente el problema?	no	si	no	no	no	no	si

Problema 2							
	Alumno 1	Alumno 2	Alumno 3	Alumno 4	Alumno 5	Alumno 6	Alumno 7
¿Resuelve el problema completo?	No	Si	Si	Si	Si	Si	Si
¿Hace el esquema dibujando todas las fuerzas?	No	Si	No	Si	Si	No	Si
¿Nombra las fuerzas en el esquema?	No	Si	Si	No	No	No	Si
¿Calcula el trabajo con la ecuación correcta?	No	No	Si	No	Si	Si	Si
¿Hay errores en unidades de magnitudes empleadas?	Si	No	No	No	Si	No	No
¿Razona correctamente el trabajo nulo de las fuerzas peso y normal?	No	Si	No	No	No	No	Si
¿Calcula correctamente el trabajo de la fuerza de rozamiento?	No	Si	Si	No	No	No	Si
¿Resuelve correctamente todo el problema?	No	No	No	No	No	No	Si

Errores detectados en este problema:

1. Dibuja las cuatro fuerzas que actúan sobre el coche, pero no sabe nombrarlas.
2. Al coeficiente de rozamiento lo identifica como una fuerza de 0,4 N.
3. No hace cambio de unidades del SI en la masa del coche.
4. Error en la unidad de la aceleración de la gravedad, que le asigna el Newton.
5. Error en el coseno del ángulo que forma la fuerza aplicada sobre el coche con el desplazamiento. Le asigna un valor de 180° .
6. Dibuja las fuerzas de rozamiento y la aplicada sobre el cuerpo, pero olvida las fuerzas peso y normal.
7. No considera que las fuerzas normal y peso forman 90° con el desplazamiento, por lo que no realizan trabajo.
8. Asigna al ángulo que forma la fuerza aplicada con el desplazamiento 180° . Después a este coseno le asigna el valor 1.
9. El valor de la fuerza peso la calcula sólo con la masa del cuerpo. Olvida multiplicar por g.
10. Error en el razonamiento del trabajo de las fuerzas perpendiculares. Dice que el trabajo es nulo porque al sumar las dos fuerzas estas se anulan al tener el mismo valor, y no porque sean perpendiculares.
11. Error en el cambio de unidad de centímetros a metros. Iguala 100 cm con 0,1 m.

Problema 3							
	Alumno 1	Alumno 2	Alumno 3	Alumno 4	Alumno 5	Alumno 6	Alumno 7
¿Resuelve el problema completo?	No	Si	Si	Si	si	Si	Si
¿Hace un análisis correcto de la A1?	No	si	Si	Si	Si	No	Si
¿Hace un análisis correcto de la A2?	No	No	No	No	Si	No	No

Errores detectados en este problema:

1. Error en unidades: asigna unidad julio a la magnitud potencia.
2. Surge la controversia de qué significa más efectivo, más eficaz.