

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

# Diseño, implementación y evaluación de un proyecto sobre el tema de energía para 4º ESO basado en la técnica de Aprendizaje Basado en Proyectos



Amaya Espuelas Ruiz  
Tutor: Víctor Martínez-Merino  
Curso 2013-14

## TRABAJO FINAL DE MÁSTER

### RESUMEN

En este trabajo se desarrolla un proyecto ABP sobre el tema de energía en 4º ESO. Se ha llevado a cabo desde la inquietud de implementar un método novedoso en el centro Santa María la Real (Maristas).

En un comienzo estudiamos los orígenes y características de la metodología ABP. A continuación, se detalla cómo se diseñó e implementó el proyecto en 4 sesiones. En cada sesión se planteaba un reto que debía resolver el alumnado, gracias al trabajo por grupos realizado. Además el alumnado realizaba un acta individual en la que asentaba los conceptos y procedimientos de la sesión correspondiente. Por último se especifica cómo se realizó la evaluación del proyecto.

Aunque era una metodología nueva para el alumnado, consiguieron adaptarse y se obtuvieron unos resultados en el rango de lo esperado. Además se consiguió que la motivación del alumnado por la materia aumentase, aspecto que se valoró muy positivamente.

### SUMMARY

In this paper we develop a PBL project about energy for 4<sup>th</sup> ESO. This project was carried out bearing in mind the future implementation of a new method of education in Santa María la Real (Marist) school.

We first study the origins and characteristics of the PBL methodology, and then explain how the project was designed and implemented in 4 sessions. In each session, the students were presented a challenge which they had to tackle in groups. In addition each student had to redact individually a report in order to remember the concepts and procedures of each session. Finally we specify how the project evaluation was performed.

Although it was a new methodology for students, they managed to adapt well and the results obtained were in the expected range. In addition it was possible to increase the students' motivation for the subject, a very positive result which was acclaimed.

#### AGRADECIMIENTOS

Me gustaría dar las gracias a mi tutor del Practicum II, Daniel Aguado, por ayudarme a llevar a cabo todas las actividades que proponía y que son la razón de este trabajo.

También me gustaría agradecerle al doctor Víctor Martínez Merino, por sus consejos a la hora de realizar el Trabajo Fin de Máster.

# Índice

---

Resumen.....	Pág. 1
1. Introducción.....	Pág. 4
2. Marco teórico.....	Pág. 5
2.1. ¿Qué es el Aprendizaje Basado en Proyectos?.....	Pág. 5
2.2. Orígenes del Aprendizaje Basado en Proyectos.....	Pág. 5
2.3. Beneficios respecto a métodos convencionales.....	Pág. 5
2.4. ¿Cómo implantar el Aprendizaje Basado en Proyectos?.....	Pág. 10
3. Objetivos.....	Pág. 13
4. Diseño del proyecto.....	Pág. 14
4.1. Contexto del ABP.....	Pág. 14
4.2. Descripción del proyecto.....	Pág. 14
5. Implementación del proyecto.....	Pág. 16
6. Evaluación.....	Pág. 19
7. Conclusiones.....	Pág. 25
8. Bibliografía.....	Pág. 27
9. Anexos.....	Pág. 29
9.1. Presentación power point “¿Qué es un ABP?” .....	Pág. 30
9.2. Guía del proyecto del alumnado.....	Pág. 35
9.3. Mapa del parque de atracciones.....	Pág. 36
9.4. Fotos atracciones sesión 1.....	Pág. 37
9.5. Modelos de actas grupales.....	Pág. 40
9.6. Modelos de actas individuales.....	Pág. 44
9.7. Ejemplos de ejercicios inventados por el alumnado en la sesión 3...Pág.	50
9.8. Ejemplos de diseños de montañas rusas del alumnado.....	Pág. 53
9.9. Problemas resueltos en la sesión 4.....	Pág. 57
9.10. Examen realizado tras el proyecto.....	Pág. 59

# 1. Introducción

---

Los jóvenes de hoy en día viven en la sociedad del consumo, una sociedad que vive el presente y en la que pasado y futuro pierden protagonismo respecto a épocas anteriores. Disponen de innumerables ofertas y tecnologías para dedicar su tiempo libre. De hecho su mayor problema puede ser cuál elegir entre todas ellas. Es cierto que la crisis económica que sufrimos les ha afectado, pero este trabajo no es un análisis económico. Es un hecho que la gran mayoría de los deseos de los adolescentes se cumplen, se esfuerzan por conseguir todo aquello que desean. Partiendo de aquí y viendo el ambiente y las actitudes presentes en las aulas de secundaria, es fácil deducir que acudir a clase no se encuentra entre sus deseos. Ir a dedicar 6 horas diarias de su vida a aprender conceptos, teorías, datos, hechos históricos, operaciones matemáticas... cosas que debieran ser importantes para ellos les resulta la idea más desmotivadora del mundo.

Durante estos años ha habido cambios en la enseñanza, pero esos cambios se limitaban a actualizar los aprendizajes que quedaban desfasados sin preocuparse de la evolución de la sociedad, de la importancia de adaptar las metodologías didácticas a los nuevos intereses de la juventud.

Ante esta perspectiva debemos preguntarnos sobre el papel tan importante que juega la forma en la que se imparten esas clases, por qué una metodología que les sirvió a nuestros abuelos y padres no sirve ahora, y lo más importante qué alternativa tenemos para disminuir o incluso acabar con esa desmotivación del alumnado.

Existen muchos estudios que desarrollan ventajas y desventajas del uso metodológico tradicional. En muchas se destaca la idoneidad de este método con alumnado motivado y activo, pero aquí radica nuestro problema. Actualmente el alumnado permanece pasivo, la comunicación en el aula va del docente al alumnado y no se produce una retroalimentación, esto provoca una monotonía del discurso y propicia la pérdida de atención del alumnado.

Por otro lado, se ha abusado del uso exclusivo del libro de texto o los apuntes de clase. Actualmente casi el 100% de los hogares de nuestro país posee conexión a Internet. Con unos conocimientos de cómo buscar la información que se desea en la red y la diferenciación de las fuentes fiables de las que no lo son, el alumnado sería capaz de buscar información más amplia y enriquecedora que en los apuntes. Y, de esta manera, se prepara al alumnado a que el día de mañana sea capaz de encontrar aquello que necesite por él mismo.

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología que pone al alumnado en el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Es él con los medios que disponga o que se cree el que debe construir su propio aprendizaje. Propicia el cambio de actitud de pasiva a activa, el uso de la creatividad e imaginación y la colaboración por parte y entre el alumnado.

En este trabajo se expone la resolución del caso cuyo reto general es diseñar una montaña rusa a partir de conocimientos de energía. Se recogen las actitudes, actuaciones y opiniones del alumnado a lo largo de todo el desarrollo del proyecto. Y por último se muestran los resultados obtenidos con esta nueva metodología.

## 2. Marco teórico

---

### ***2.1. ¿Qué es el Aprendizaje Basado en Proyectos?***

---

El Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP o PBL, Project Based Learning) es un método docente que pone al estudiante como protagonista de su propio aprendizaje. Esta metodología se fundamenta en el constructivismo, como veremos más adelante.

El método consiste en la elaboración de un proyecto, con cierta importancia y adecuado al nivel de conocimientos del alumnado para el que se diseña, de manera grupal. El proyecto se considera, elabora y analiza por el profesor para asegurar que el alumnado podrá resolverlo mientras desarrolla todas las destrezas que se deseen fomentar. Esta metodología aúna la importancia de adquirir tanto conocimientos como habilidades y actitudes.

Durante la resolución del proyecto el alumnado deberá utilizar saberes previos a la par que ir adquiriendo nuevos conocimientos sin los cuales no podrá finalizar con éxito la tarea. El papel del docente es el de guía del alumnado, para que éste por su cuenta encuentre la solución requerida.

Se pretende que el alumnado consiga identificar y resolver problemas, interpretar datos y diseñar estrategias. Al mismo tiempo trabajan en equipo, de manera autónoma, deben gestionar su tiempo de forma eficaz, y en definitiva dirigen su propio aprendizaje.

### ***2.2. Orígenes del Aprendizaje Basado en Proyectos***

---

El Aprendizaje Basado en Problemas se introdujo a finales de la década de los 60 en las Facultades de Medicina de las Universidades de Case Western Reserve, en Estados Unidos, y de McMaster, de Canadá. Se trataba de una nueva metodología educativa que buscaba cambiar el modelo formativo; pasar de estar enfocado en el docente a estar centrado en el alumnado.

Al mismo tiempo, en las Escuelas de Ingeniería de las Universidades de Roskilde y Aalborg, en Dinamarca, nace otro enfoque pedagógico muy similar, el Aprendizaje Basado en Proyectos. Cuyos fundamentos son iguales a los comentados anteriormente pero tiene como finalidad el logro o fabricación de un producto final.

Esta nueva metodología del aprendizaje busca que el alumnado se implique en la resolución de un problema auténtico para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, dándoles proyectos abiertos para intentar simular situaciones profesionales o de la vida real.

### ***2.3. Beneficios respecto a métodos convencionales***

---

Antes de exponer los beneficios del Aprendizaje Basado en Proyectos respecto a métodos tradicionales, se explica cómo el ser humano adquiere el aprendizaje. Para ello se destacan

algunos de los trabajos más importantes desarrollados en esta área. Dichos trabajos son la pirámide de aprendizaje de Bales, el cono de aprendizaje de Dale y la taxonomía de Bloom.

✓ La pirámide de aprendizaje de Bales:

Bales diseñó una pirámide (Figura 1) mediante la cual estableció una jerarquización de cuáles eran las actividades más eficaces para la retención de información. En ellas añadía además un porcentaje mediante el que establecía la tasa de retención de conocimientos que cada tipo de actividad dejaba en el alumno.

Esta jerarquización asigna una tasa de retención del 75% para el uso de ejercicios prácticos, siendo este uno de los porcentajes más altos respecto a otras formas de aprendizaje como la demostración por parte del docente sin la posterior repetición de dicha demostración por parte del alumnado que supone una tasa de retención del 30%. Se observa también que las actividades que conllevan un mayor grado de retención (un 80%), son aquellas en las que el alumno debe enseñar lo aprendido a otros o hacer un uso inmediato de los conocimientos aprendidos.

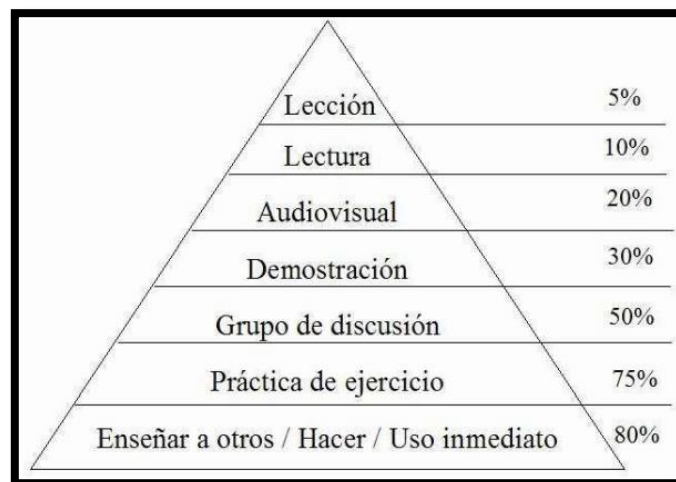


Figura 1: Pirámide de aprendizaje (BALES, 1996, EDINEB)

✓ El cono de aprendizaje de Dale:

Al igual que Bales, Dale diseñó un cono (Figura 2) mediante el cual establecía de menor a mayor, las experiencias que suponían una mayor profundización en el aprendizaje. En muchas ocasiones, dicho cono de aprendizaje aparece junto a una enumeración porcentual en la que se establece el porcentaje de los conocimientos aprendidos que permanecen directamente en la memoria. Lo cierto es que Edgar Dale nunca añadió porcentajes a su cono, aunque sí que es cierto que mediante estudios posteriores se puede completar dicho cono.

Los porcentajes aproximativos con los datos retenidos por los estudiantes según la actividad realizada (SÁENZ y MAS, 1979) son:

- 10% de lo que se lee
- 20% de lo que se escucha
- 30% de lo que se ve
- 50% de lo que se ve y se escucha
- 70% de lo que se dice y se discute
- 90% de lo que se dice y luego se realiza

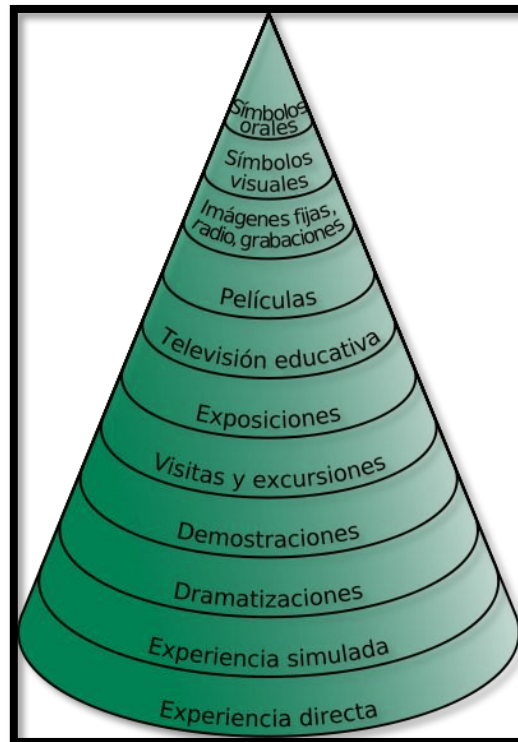


Figura 2: El cono de aprendizaje de Dale (1996)

✓ La Taxonomía de Bloom:

En 1948 un grupo de educadores asumieron la tarea de clasificar los objetivos educativos. Para ello dividieron el estudio en tres aspectos fundamentales: el aspecto cognitivo, el afectivo y el psicomotor. El apartado correspondiente al aspecto cognitivo fue concluido en 1956 y se le pasó a denominar Taxonomía de Bloom (Figura 3) por su precursor Benjamin Bloom.

En ella se establecían 6 niveles distintos de menor a mayor complejidad: conocimientos, comprensión, aplicación, análisis, síntesis y evaluación. Además se afirmaba que para llevar a cabo los niveles más complejos había que haber superado los niveles anteriores y el objetivo evidentemente era lograr los aprendizajes más complejos posibles, pues estos eran lo más valiosos. La Taxonomía de Bloom suele ir acompañada de un listado de verbos que, ayudan a comprender qué es lo requerido para adquirir cada nivel de aprendizaje y establecen a su vez una serie de mecanismos para lograrlos.





Figura 3: La Taxonomía de Bloom

Una vez explicadas las distintas teorías sobre el aprendizaje estamos en disposición de entender las ventajas que ofrece el método de Aprendizaje Basado en Proyectos frente a métodos convencionales de enseñanza:

En un proceso de aprendizaje tradicional	En un proceso de Aprendizaje Basado en Proyectos
El docente asume el rol de experto o autoridad formal. La clase gira en torno a él.	Los docentes tienen el rol de facilitador del conocimiento, guía o asesor.
Los docentes transmiten la información al alumnado.	El alumnado toma la responsabilidad de aprender y crear alianzas entre ellos y el profesorado.
Los docentes organizan el contenido en exposiciones de acuerdo a su disciplina.	Los docentes diseñan su curso basado en problemas abiertos. Los docentes incrementan la motivación de los estudiantes presentando problemas reales.
El alumnado es visto como "recipiente vacío" o receptor pasivo de información.	Los docentes buscan mejorar la iniciativa del alumnado y motivarlo. El alumnado es visto como sujeto que puede aprender por cuenta propia.
Las exposiciones del docente son basadas en la comunicación unidireccional; la información es transmitida a un grupo de alumnos.	El alumnado trabaja en equipos para resolver problemas, adquiere y aplica el conocimiento en una variedad de contextos. El alumnado localiza recursos y los docentes guían en este proceso.

El alumnado trabaja por separado.	El alumnado conformado en pequeños grupos interactúa con los docentes quienes ofrecen retroalimentación.
El alumnado absorbe, transcribe, memoriza y repite la información para actividades específicas como pruebas o exámenes.	El alumnado participa activamente en la resolución del problema, identifica necesidades de aprendizaje, investiga, aprende, aplica y resuelve problemas.
El aprendizaje es individual y de competencia.	El alumnado experimenta el aprendizaje en un ambiente cooperativo.
El alumnado busca la “respuesta correcta” para tener éxito en un examen.	Los docentes evitan solo una “respuesta correcta” y ayudan al alumnado a armar sus preguntas, formular problemas, explorar alternativas y tomar decisiones efectivas.
La evaluación es sumatoria y el docente es el único evaluador.	El alumnado evalúa su propio proceso así como los demás miembros del equipo y de todo el grupo. Además el docente implementa una evaluación integral, en la que es importante tanto el proceso como el resultado.

Adaptado de Samford (2005). Tradicional versus PBL classroom. Samford University.

Entre las principales ventajas del Aprendizaje Basado en Proyectos se destacan las siguientes:

- ✓ Aprendizajes más significativos: El alumnado ve directamente de una manera práctica el uso de los conocimientos que está adquiriendo. Existe una relación directa entre lo que se aprende en la escuela y la vida cotidiana.
- ✓ Mayor tasa de retención de conocimientos: Como el alumnado se está enfrentando a situaciones reales, y debe aprender a resolverlas por su propia cuenta, los conocimientos que adquiere son más significativos y permanecen durante más tiempo en su memoria.
- ✓ El alumnado se encuentra más motivado: Este método provoca que el alumnado se encuentre involucrado en la realización del proyecto. Esto unido a que el alumno permanece en una función activa, provoca que se encuentre más involucrado y por tanto más motivado.
- ✓ Desarrollo de habilidades para trabajar en equipo: Durante el proceso de desarrollo de los proyectos el alumnado está obligado a coordinarse, elaborar en equipo el proyecto y resolver los distintos problemas que puedan surgir en el proceso.
- ✓ Alumnado más crítico: En el transcurso de dicha metodología el alumnado se enfrenta a problemas de la vida real, tienen que tratar de comprenderlos y de resolverlos. Esto les permite comprender de mejor manera el mundo real y ser más críticos con la sociedad en la que viven.
- ✓ Desarrollo de habilidades creativas: El hecho de presentar al alumnado unas actividades abiertas junto con la resolución de problemas, ayuda a que desarrolle su capacidad creativa para solucionarlos. El alumnado puede desarrollar soluciones creativas que no hayan sido previamente concebidas por el docente.

- ✓ Integración del alumnado dentro de un modelo de trabajo: La resolución de los proyectos demanda que el alumnado vaya adquiriendo información de una manera muy similar a como tendrán que adquirirla en situaciones futuras.

#### ***2.4. ¿Cómo implantar el Aprendizaje Basado en Proyectos?***

---

Para ser capaz de implementar el Aprendizaje Basado en Proyectos en el aula, primero debe de haber un cambio en la mentalidad de la clase, tanto por parte del alumnado como por parte del docente. Hay que tratar de fomentar una serie de cambios que ayuden a conseguir una atmósfera en el aula que ayude al desarrollo del ABP. Entre dichos cambios se destacan los siguientes:

- ❖ Cambio del individualismo a la cooperación:

Se fomentan las relaciones entre el alumnado. El sistema de evaluación ya no se basa en los individualismos sino que fomenta la cooperación puesto que el alumnado será evaluado de manera conjunta. Se fomenta la ayuda entre ellos.

El buen funcionamiento del grupo de trabajo es fundamental para el éxito del Aprendizaje Basado en Proyectos. Por ello se han realizado estudios acerca de los tipos de estudiantes, de agrupaciones y de técnicas para resolver problemas que afectan al trabajo cooperativo.

En un aula se pueden encontrar estudiantes dominantes disruptivos, dominantes motivados, apáticos desinteresados y apáticos callados. Mientras el primer y tercer tipo de estudiantes no colaboran con el desarrollo del proyecto, el segundo y cuarto tipos aportan cualidades positivas para su realización. Visto esto resalta la importancia de establecer un criterio para formar los grupos de trabajo, puede ser muy positivo emparejar a alumnos con habilidades o actitudes complementarias.

Además se debe tener en cuenta otro aspecto que afecta a la correcta cooperación para desarrollar el proyecto. Este aspecto es la asignación de roles; de esta manera cada estudiante tiene una tarea que realizar y de la que encargarse a lo largo de cada sesión. Se recomienda que dichos roles sean rotativos para que no se produzcan acomodamientos y se mantenga la actitud activa y motivada del alumnado.

- ❖ Cambio de la desmotivación al interés:

Que el profesorado investigue qué proyectos podrían despertar el interés del alumnado de la mejor manera posible es el primer paso para que el proyecto resulte un éxito. Cuanto más interés suscite el proyecto en el alumnado, éste estará en una mejor situación para investigar y resolver los proyectos que estén realizando.

Mientras más involucrados estén los estudiantes en el proceso, más van a retener y a asumir la responsabilidad de su propio aprendizaje (Bottom & Webb. 1988).

- ❖ Cambio de la instrucción a la construcción:

El constructivismo es una ideología compartida por distintas tendencias de la investigación psicológica y educativa. Entre los principales fundadores y defensores de esta ideología

encontramos a conocidos educadores y psicólogos como Piaget, Vygotsky, Ausubel, Bruner o Dewey.

El constructivismo mantiene que la persona no es meramente un producto del ambiente que lo rodea, ni el resultado de sus características internas. Sino que es más bien una "construcción" propia que se va elaborando día a día como resultado de la interacción entre ambos factores (el ambiente y sus disposiciones internas). Por lo tanto, según la teoría constructivista, los conocimientos no son copias de la realidad que vivimos, sino que son una construcción del individuo. Construcción que se realiza con los conocimientos previos que posee el individuo. El constructivismo plantea que "cada alumno estructura su conocimiento del mundo a través de un patrón único, conectando cada nuevo hecho, experiencia o entendimiento en una estructura que crece de manera subjetiva y que lleva al aprendiz a establecer relaciones racionales y significativas con el mundo" (Abbot y Ryan. 1999).

La educación apoyada en el constructivismo implica la experimentación y la resolución de problemas y considera que los errores no son contrarios al aprendizaje, sino más bien la base del mismo (Ausubel. 1976). Aprender no es ni cambiar unos puntos de vista por otros, ni añadir conocimientos a los existentes, sino transformar aquellos que ya se tienen.

### PLANIFICACIÓN:

Una vez se tienen claros los cambios que debe haber en el método de enseñanza llega la hora de planificar los objetivos que se desean alcanzar con el ABP. Para que el proyecto se planee y sea llevado a cabo de una manera efectiva los objetivos deben de estar claramente especificados. También se deben establecer los elementos esenciales del proyecto, así como las expectativas que se tienen respecto a él. Aunque existen diversas formas para elaborar este planteamiento, se deberían abordar los siguientes elementos (Bottoms & Webb, 1988):

- ❖ Situación o problema: describir brevemente el tema o problema que el proyecto busca atender o resolver con relación a la asignatura y adecuado al alumnado al que va dirigido.
- ❖ Descripción y propósito del proyecto: una explicación concisa del objetivo último del proyecto y de qué manera atiende este la situación o el problema planteado.
- ❖ Especificaciones de desempeño: lista de criterios o estándares de calidad que el proyecto debe cumplir como mínimo, no se acota el proceso de resolución, así se fomenta la creatividad del alumnado. Sí deben suponer un reto cognitivo para ellos.
- ❖ Reglas, guías o instrucciones para desarrollar el proyecto: incluyen la guía de diseño del proyecto, tiempo presupuestado y metas a corto plazo pero sin estructurar demasiado, para dejar abierto el desarrollo del mismo.
- ❖ Listado de los participantes en el proyecto y de los roles que se les asignaron: incluyendo los miembros del equipo y en el caso de necesitarlos, a los expertos, miembros de la comunidad, personal de la institución educativa que participan en el desarrollo del proyecto.
- ❖ Evaluación: cómo se va a valorar el desempeño de los estudiantes.

### PRESENTACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO:

Una vez que el alumnado posee los conocimientos previos para la elaboración del proyecto. Se establecen los grupos de trabajo y se les hace una presentación del proyecto a desarrollar. En esta presentación existen diversos puntos que hay que abordar para que la utilización de este método de aprendizaje sea lo más eficaz posible. Dichos puntos serían los siguientes:

## TRABAJO FINAL DE MÁSTER

- \* Explicación detallada del proyecto que deben de hacer, siendo este un proyecto abierto que pueda ser resuelto de múltiples maneras, motivando el interés y la creatividad.
- \* Explicación de los objetivos que se planean conseguir con el proyecto así como cuáles son las reglas del mismo.
- \* Identificación de los recursos que se pueden utilizar durante el desarrollo del mismo.
- \* Explicación de las funciones tanto las del alumnado como las del docente.
- \* Explicación de la dedicación de tiempo que se va a otorgar al proyecto.
- \* Explicación de la forma de evaluación.

Durante el desarrollo del proyecto el papel del docente no ha acabado ni mucho menos. Aunque sea un tiempo para que los estudiantes dediquen a la elaboración del trabajo, el docente no debe estar de brazos cruzados. Entre sus funciones se destacan las siguientes:

- ✓ Asegurarse de que los estudiantes poco a poco van completando las tareas y las metas parciales del proyecto.
- ✓ Orientar a los grupos con los problemas y dudas que les surgirán en el transcurso del proyecto.
- ✓ Fomentar el aprendizaje cooperativo y la solución cooperativa de los problemas.
- ✓ Permitir un tiempo para la reflexión sobre los contenidos que se van desarrollando.

### FINALIZACIÓN DEL PROYECTO:

Todo proyecto tiene como finalidad o bien un producto, o una presentación o una interpretación dirigida a una audiencia específica, dependiendo de la naturaleza del trabajo y sus objetivos. Analizaremos esta conclusión desde el punto de vista de ambas partes, tanto desde el punto de vista del docente como del alumnado.

- Desde la perspectiva del docente:
  - En la presentación por parte de los grupos debe propiciar la comunicación entre los distintos grupos de modo que en cierta medida todos aprendan de los aprendizajes de los demás.
  - Debe facilitar la discusión entre los distintos grupos y aporta retroalimentación a los grupos que presenten sus proyectos.
  - Fomenta la evaluación de unos grupos a otros así como la autoevaluación de cada grupo para favorecer el análisis crítico tanto a los demás como a uno mismo.
  - Reflexiona sobre el proyecto, las cosas que funcionaron bien y las que no, las cosas que pueden volver a ser utilizadas y las que es preciso modificar.
- Desde la perspectiva del alumnado:
  - Tras completar el proyecto, es la hora de pulir el producto, presentación o interpretación que han de elaborar como conclusión del proyecto.
  - Presentan el trabajo de la forma acordada previamente, por lo general toda la clase está presente en la presentación de los proyectos y participan al igual que el profesor ofreciendo retroalimentación.
  - Tras la obtención de la retroalimentación recibida en la presentación los grupos se autoanalizan y autoevalúan.

### 3. Objetivos

---

Habiéndonos situado teóricamente, a continuación se concretan los objetivos que persigue este trabajo. En primer lugar, y tras haber visto, durante el Practicum II, la desmotivación del alumnado por aprender física, su incapacidad para relacionar conceptos y llegar más allá, la práctica realizada pretendía ser una técnica novedosa de aprendizaje para el alumnado y para el centro. Una motivación personal para realizar este trabajo es el vivir de primera mano la experiencia de desarrollar un ABP. Ambos objetivos buscan el aumento de motivación y que el alumnado pase a la acción, no se comporte como mero espectador en el aula.

De acuerdo con el currículum oficial de 4º ESO para la asignatura de Física y Química los conceptos a trabajar corresponden al Bloque 3 “Energía, trabajo y calor”. En el ABP se trabajó parte de este bloque ya que, por falta de tiempo, los apartados correspondientes a calor y ondas no se incluyeron. Se desarrollan los siguientes objetivos y competencias:

- ✓ Conocer y manejar leyes, principios, conceptos relacionados con la energía (principio de conservación de la energía, energía mecánica y sus tipos, trabajo, potencia, rendimiento).
- ✓ Valorar el papel de la energía en nuestras vidas; distintas fuentes de energía.
- ✓ Conocer las formas de transformación de la energía y sus implicaciones.
- Conocimiento e interacción con el mundo físico: Se desarrolla en la resolución de las situaciones que les proponemos cercanas a su día a día justificándolas en términos energéticos.
- Competencia matemática: Se desarrolla en la realización de esquemas gráficos y resolviendo numéricamente distintos problemas o casos.
- Tratamiento de la información y competencia digital: Se desarrolla en las actividades de búsqueda de información y tratamiento de los datos recogidos en las experiencias.
- Competencia de la comunicación: Se desarrolla en la realización de las actas y trabajos para entregar o exponer en los que deben utilizar un lenguaje científico y los algoritmos correspondientes.
- Competencia social y ciudadana: Se desarrolla con el desempeño del rol adjudicado a cada uno y que rotará y en el trabajo por grupos.
- Aprender a aprender: Se desarrolla al fomentar la indagación de los alumnos para llegar a la solución correcta y fomentando la autorregulación en ellos.
- Autonomía e iniciativa personal: Se desarrolla en los trabajos individuales y sobre todo en cómo desempeñan el rol de moderador(a).

Con el fin de realizar una evaluación individual objetiva se requería a cada alumno que realizase un acta individual en casa, a parte del acta realizada en clase por grupos. De esta manera se potencia el trabajo en grupo y la autonomía ya que la nota no era grupal sino individual.

## 4. Diseño del proyecto

---

### 4.1. Contexto del ABP

---

Durante la realización del Practicum II en el Colegio Santa María la Real (HH. Maristas) tuve la oportunidad de diseñar, implementar y evaluar un ABP con alumnado de 4º ESO. Concretamente tocaba estudiar el tema de energía por lo que me ajuste y diseñé un proyecto acorde con este temario, como se ha expuesto en el apartado anterior.

El grupo de alumnas y alumnos con el que trabajé lo componían 33 personas de 15-16 años, no se contaba con ningún repetidor en este grupo. Tampoco había ningún caso de atención a la diversidad. Podía ser el grupo ideal para introducir el nuevo método de enseñanza-aprendizaje.

El colegio Santa María la Real es concertado y de carácter religioso católico. Se encuentra en la eco-ciudad Sarriguren, en el valle de Egües. Su alumnado pertenece a familias de nivel socio-económico medio-alto. Todos disponen de ordenador u ordenadores en casa con conexión a internet, dato importante para desarrollar el proyecto. Todos ellos continuarían el Bachiller por la rama bio-sanitaria o científico-técnica; por lo que, la física es una materia que han elegido ellos para el próximo curso.

El acudir al aula como observadora, en los días previos al inicio de proyecto, me permitió conocer a un grupo callado, con 4 o 5 alumnos que destacaban por ser muy trabajadores y 3 o 4 que destacaban por no serlo. Todos ellos son respetuosos y la mayoría están atentos a las explicaciones pero sin una actitud activa, sino más bien como un grupo que escucha y poco más.

Respecto al tema en cuestión que se desarrolla con el proyecto esta es la primera vez que el alumnado estudia el concepto de Energía y todo lo relacionado con él.

En todas las sesiones me acompañó mi tutor del Practicum II, Daniel Aguado.

### 4.2. Descripción del proyecto

---

El proyecto titulado “Diseñamos nuestra propia montaña rusa” se ha desarrollado en 11 grupos de 3 integrantes cada uno. Los grupos formados al azar según la cercanía física en clase, se intentaron hacer compensados y heterogéneos (como se indica en el artículo del Journal of Student Centered Learning: “Turning students groups into effective teams” de Oakley, B., Felder, R. M., Brent, R. & Elhajj, I. del 2004) pero quedaron tres grupos, de los once totales, descompensados. Esto se tuvo en cuenta a lo largo de las sesiones y tanto Daniel como yo estábamos atentos para darles alguna pisa extra para guiar su aprendizaje.

Cada sesión, del total de 4 que realizamos, tiene un título que invita al alumnado a desarrollar un apartado del tema. Los contenidos de cada una de las sesiones se iban ajustando a las necesidades del alumnado.

## TRABAJO FINAL DE MÁSTER

En un principio las sesiones serían de dos horas pero por ajustes en el calendario de clases la sesión 2 fue de una hora (55 minutos para ser exactos).

Para diseñar el proyecto me he basado en “Doce pasos para el diseño de un proyecto” de J. Bara, S. Ruiz, M. Valero. A continuación desarrollo los doce pasos propuestos:

1. Establecer el contexto. Este paso se encuentra desarrollado en el punto 4.1 y al inicio de este mismo apartado.
2. Establecer los temas del proyecto y los objetivos. Se ha desarrollado en el apartado 3 y en este mismo apartado del trabajo.
3. Plantear el tema. Se ha realizado el planteamiento en este apartado.
4. Establecer un listado de entregables. Este apartado se desarrolla en el punto 5 del trabajo.
5. Establecer criterios de evaluación. En el apartado 6 del trabajo se desarrollan los criterios seguidos a la hora de evaluar el proyecto.
6. Hacer una lista previa de los tipos de actividades. Se planificó y se incluyó en la guía de la profesora y posteriormente, durante el desarrollo del proyecto se fue alterando. La lista definitiva se encuentra desarrollada en el apartado 5 del trabajo.
7. Establecer la forma en que se incorporan al proyecto los cinco ingredientes para el aprendizaje cooperativo. Se tiene en cuenta durante todo el desarrollo del proyecto.
8. Elaborar el plan de cada semana. En un principio se sigue la guía elaborada y se añaden las modificaciones necesarias de una sesión para otra según lo demande el alumnado. El alumnado era avisado con dos días, como mínimo, de anterioridad de cada sesión del proyecto.
9. Materiales que hay que preparar. Todo era preparado y revisado con dos días de anterioridad a ser utilizado por el alumnado.
10. Revisar el temario y los objetivos. Este paso fue el primero que se llevó a cabo. Se encuentra desarrollado en el apartado 3 del trabajo.
11. Establecer el plan de evaluación del proyecto. Se realizó una vez se habían planificado todas las actividades. Se entregaron al alumnado en papel los criterios de evaluación. En el apartado 6 del trabajo se desarrolla el plan de evaluación.
12. Redactar la guía del proyecto. Como se ha nombrado con anterioridad la guía se desarrolla en el siguiente apartado del trabajo.

El alumnado al finalizar el proyecto debe ser capaz de inventar una situación energética (en nuestro caso una montaña rusa) y poder resolverla (comprobar si es viable). Esto se consigue a través de la identificación en cada punto y tramo del diseño de sus correspondientes energías (cinética, potencial gravitatoria y/o potencial elástica), trabajos que le afectan y pérdidas y la realización de los cálculos necesarios. Para todo ello se proponen actividades prácticas como la toma de datos experimentales, teóricas como la resolución de un caso con datos dados y actividades creativas como la invención de un diseño grupal.

En cuanto a la evaluación del ABP se les entrega al alumnado las pautas por escrito, como se ha mencionado. Las rúbricas aparecen desarrolladas en el apartado 6. La nota obtenida corresponde a la nota de ampliación de Física del segundo trimestre.



## 5. Implementación del proyecto

---

Antes de comenzar el ABP como tal se dedicó una sesión, que llamaremos sesión 0, a explicar al alumnado en qué consistía esta novedosa forma de trabajo. Durante una hora de clase se expuso, con ayuda de una presentación power point (ANEXO 1), qué era un ABP, por qué íbamos desarrollar un proyecto, en qué consistía el reto que debíamos afrontar y resolver, cómo trabajaríamos, cómo se evaluaría y cuál sería nuestra planificación temporal en un principio. También se entregó la “Guía del proyecto del alumnado” (ANEXO 2) en la que se especificaban los aspectos más relevantes para realizar el trabajo y se introducía la primera sesión.

Como he expuesto anteriormente, en un principio el proyecto se desarrollaría en 5 sesiones de dos horas (1 hora y 50 minutos exactamente) de duración pero finalmente se redujo a 4 sesiones de dos o una hora según el horario de clases de 4º ESO.

La sesión 0 ha sido la más importante del proyecto ya que fijaba los objetivos del mismo y se consensuaban normas para el buen funcionamiento de los equipos.

La sesión 1 llamada “Estudiamos el terreno energético” se desarrolló en el sótano del colegio. Allí se montó un prototipo de parque de atracciones con 4 posibles atracciones. Consistía en que el alumnado pudiese comprobar las transformaciones entre los tipos de la energía mecánica: de potencial gravitatoria a cinética; de potencial elástica a gravitatoria; de potencial a cinética. Cada grupo tenía un “mapa del parque” (ANEXO 3), su acta grupal (ANEXO 5) y se le decía por dónde debía comenzar. Debían rellenar el acta con los datos que recogían de cada atracción para poder realizar un estudio posterior a modo de técnicos. Las atracciones fueron: (fotos adjuntas en ANEXO 4)

1. “Súper péndulo”:  
Se prepara el montaje de una pelota colgando con una cuerda y se deja caer ésta. Se hacen varios ensayos.  
Se comprueba la transformación de energía potencial gravitatoria en energía cinética. En esta experiencia deben medir: la longitud de la cuerda, la altura de la pelota al inicio y al final, el ángulo de tiro, el arco que recorre la pelota y el tiempo que tarda en recorrerlo. Con estos datos (calculan  $V_{media}$ ) comprobaban de qué dependen las energías.
2. “Bota y rebota (el muelle)”:  
Ensayamos con un muelle para comprobar la transformación de energía elástica en potencial gravitatoria y tomamos medias de lo que se comprime el muelle y la altura que alcanza para deducir de qué dependen estos tipos de energía mecánica.
3. “La nueva lanzadera”:  
Ensayamos con gomas elásticas midiendo lo que se elongan y la velocidad que lleva la canica o pelota de pin-pon que se lanza. De esta manera se comprueba la transformación de energía elástica en cinética.
4. “La rampa de la muerte”:  
Se construye una rampa desde la que se lanzan coches de juguete y se mide la distancia que recorren una vez en el suelo y el tiempo hasta pararse, con esto hallamos

la velocidad media y se compara con la altura desde la que se deja caer el coche. Se ve la transformación de energía potencial en energía cinética.

Cada grupo comenzaba en una atracción indicada, a todas podían acudir dos o tres grupos a la vez para aprovechar el tiempo. En el punto de información se apuntaba para la siguiente atracción a la que irían y si no había “sitios” disponibles iban al “área de pensar” para ir completando el acta grupal.

Todo fue bastante ordenado pero hubo grupos que pasaron demasiado tiempo en el “área de pensar” y al final hicieron alguna de las experiencias a todo correr al final. Otra cosa que falló fue que a la mayoría de los grupos se le olvidó algo del material que se les había indicado que debían traer. Aquí se demostró la solidaridad de algunos alumnos que compartían transportador de ángulos o incluso el libro de texto que era su referencia durante la sesión.

Como acta individual (ANEXO 6) se les preguntaba para trabajar en casa: ¿De qué fuentes se puede obtener energía? ¿Y para nuestra montaña rusa, de dónde la obtendríamos?

La sesión 2 se titula “Comprobamos la viabilidad de los prototipos de atracciones”. Los objetivos de esta sesión eran aclarar qué es y cómo se hace la coevaluación, tras ver los resultados de la sesión 1, y comenzar a realizar un estudio energético de situaciones vistas en la sesión anterior.

Se habían revisado las actas de la sesión anterior y se vio que no se realizaba bien el apartado de coevaluación ya que se puntuaban con notas muy altas a compañeros que no habían realizado su trabajo y con notas bajas a personas que estuvieron trabajando en todo momento. Por esto se pidió que cada uno justificase individualmente la nota que había puesto a sus compañeros y la suya propia en la sesión 1. También se les explicó que a partir de entonces la coevaluación y autoevaluación del trabajo de cada sesión se puntuaría en el acta individual para evitar presiones del grupo y propiciar la confidencialidad pero se aclaró que debían ser notas justificadas.

Los comunicadores de cada grupo expusieron al resto cuáles habían sido sus mayores dificultades en la sesión anterior. Destacó la realización de la experiencia con los muelles que ningún grupo consiguió realizarla con éxito, en la experiencia con la rampa no sabían desde cuándo contar el tiempo y el espacio recorrido y en el péndulo no medían hasta el centro de masas del balón la mayoría de los grupos pero se dieron cuenta de su error.

Después se les entregaron los cuadros que debían rellenar en la sesión 1, con datos tomados por mí para que realizasen el estudio energético y concluyesen si se cumple el principio de conservación de la energía mecánica y si la atracción funcionaría o no y por qué.

Como esta sesión fue solo de 1 hora algunos grupos sólo plantearon los estudios energéticos de cada atracción, otros realizaron únicamente el primero en grupo. Se acordó que el acta individual sería terminar el estudio energético individualmente en casa.

La sesión 3 se llama “Nos ponemos en modo arquitecto”. Esta sesión es una de las más importantes; en la segunda parte se demuestra la imaginación de cada grupo y si ha entendido cómo realizar un estudio energético, qué parámetros debe tener en cuenta, etc.

Primero se resolvieron dudas del estudio energético que debían hacer como acta individual. Preguntaron unos pocos pero en casi todas las actas vi correcciones que supongo las hicieron con las explicaciones que daba a las dudas.

Como primer reto de la sesión los alumnos debían completar una tabla en la que debían definir trabajo, potencia y rendimiento y poner sus unidades. Después, para comprobar que lo habían

entendido, se inventaban un ejemplo con cada concepto o uno que aunase todos los conceptos. Salieron ejercicios muy buenos (ANEXO 7).

En la segunda parte, que ocupó más de la mitad de la sesión, cada grupo hizo el diseño del primer boceto de la montaña rusa. Se indicaba que debía estar muy completo: pesos, constantes, alturas... y como pauta común debía constar al menos de:

- Un motor que suba el vagón.
- Muelle.
- Un plano inclinado.
- Dos “montañas” de diferente altura.

En esta parte todos los grupos trabajaron de manera muy activa; preguntaban dudas que les surgían (si debían tener en cuenta el peso de pasajeros, si había rozamiento...), también buscaron información y datos en el libro de texto y en internet (en el ordenador del profesor). Hubo diseños de todo tipo (ANEXO 8) y algunos con más datos que otros, porque algunos grupos se quejaron de no haber tenido el tiempo suficiente.

Como acta individual debían coger el diseño grupal que habían hecho y realizar el estudio energético para saber si su montaña rusa funcionaría o debían cambiar algo del diseño (altura de las montañas, darle más potencia al motor...).

La sesión 4 llamada “Resolución de casos” fue la sesión de cierre del proyecto.

Se plantearon problemas (ANEXO 9) y con todo lo aprendido a lo largo del proyecto se fueron resolviendo de forma colectiva. Todos ellos eran problemas que habían resuelto alumnos de otros años a lo largo de esta unidad sobre energía.

Al principio el alumnado no estaba centrado en los problemas ya que habían cogido la rutina del trabajo en grupos pequeños pero pronto fueron aplicando lo aprendido y vieron que era más sencillo que la resolución de la montaña rusa. En alguna ocasión al finalizar el planteamiento (porque no llegábamos a resolverlos numéricamente) decían “¿Ya? ¿Sólo esto?”. Se detectó que en algún caso les costaba identificar las energías en el punto inicial y en el final, por lo que en este punto se incidió bastante. También se dieron varios ejemplos en los que se trabajaban las unidades de potencia y trabajo, que parecían no tener muy claras, con facturas de la luz, por ejemplo.

Por último, cada participante en el proyecto escribió su opinión sobre el mismo, qué habían aprendido, si creían que era útil y cuál había sido su actitud a lo largo de las sesiones.

## 6. Evaluación

Tal y como se les indicó a los alumnos la nota del proyecto es el promedio de las notas de las actividades realizadas y de su trabajo a lo largo del mismo. El reparto en porcentaje de cada actividad es el siguiente:

- ❖ El acta grupal corresponde al 30% de la nota final
- ❖ Las actas individuales tienen un valor total del 30% de la nota.
- ❖ La coevaluación especificada en las actas tiene un valor del 20%.
- ❖ Las observaciones de los profesores en cada sesión sobre el trabajo de cada uno tienen un valor del 20%.

A continuación se presentan las rúbricas en las que se ha basado la evaluación de las actas, tanto grupales como individuales y la asignación de la nota de la profesora.

En cuanto a las notas puestas por la profesora se basaban en el trabajo en clase únicamente.

Calificación del trabajo en clase	INSUFICIENTE (1-4)	BIEN (5-7)	MUY BIEN (8-10)
Participación en la sesión	No participa en las actividades	Participa siguiendo al grupo	Participa activamente
Desempeño del rol correspondiente	No realiza correctamente su rol	No desempeña correctamente su rol	Desempeña correctamente su rol

Las rúbricas de las actas grupales e individuales se exponen a continuación:

ACTA GRUPAL 1	INSUFICIENTE (1-4)	BIEN (5-7)	MUY BIEN (8-10)
Adquisición de conceptos de energía mecánica y sus tipos	No escribe los tipos de energía mecánica, ni sus ecuaciones, ni justifica	Escribe los tres tipos de energía mecánica y sus ecuaciones pero no las justifica	Escribe los tres tipos de energía mecánica y sus ecuaciones y las intenta justificar
Trabajo de recogida de datos experimentales	No coge datos durante las experiencias	Coge algunos datos durante las experiencias	Coge datos durante las experiencias
Reflexión sobre las transformaciones energéticas que tienen lugar	No contesta a la pregunta de las transformaciones	Contesta a la pregunta de las transformaciones	Contesta a la pregunta de las transformaciones

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ACTA GRUPAL 2	INSUFICIENTE (1-4)	BIEN (5-7)	MUY BIEN (8-10)
<p>Demostración de adquisición de conocimientos</p> <p>Uso de gráficos, esquemas que representan cada experiencia</p> <p>Uso de unidades y ecuaciones correspondientes</p> <p>Reflexión sobre las transformaciones energéticas y el principio de conservación de la energía</p>	<p>No escriben nada de lo que han aprendido</p> <p>No hacen los dibujos de cada experiencia con todos los parámetros</p> <p>No escriben las unidades que faltan, ni hallan las energías</p> <p>No contestan a las preguntas de transformación y cumplimiento del principio de conservación de la energía mecánica</p>	<p>Escriben algo de lo que han aprendido</p> <p>Hacen los dibujos de cada experiencia con todos los parámetros</p> <p>Escriben las unidades que faltan y hallan las energías</p> <p>Contestan a las preguntas de transformación pero no razonan el cumplimiento o no del principio de conservación de la energía mecánica</p>	<p>Escriben algo de lo que han aprendido</p> <p>Hacen los dibujos de cada experiencia con todos los parámetros</p> <p>Escriben las unidades que faltan y hallan las energías</p> <p>Contestan a las preguntas de transformación y razonan el cumplimiento o no del principio de conservación de la energía mecánica</p>

ACTA GRUPAL 3	INSUFICIENTE (1-4)	BIEN (5-7)	MUY BIEN (8-10)
<p>Búsqueda de información requerida y transcripción de la misma</p> <p>Uso de la creatividad e inmediato uso de los conceptos aprendidos</p>	<p>Ponen las definiciones en el cuadro, no completan todas las unidades o las ponen mal</p> <p>No completan los ejemplos</p>	<p>Ponen las definiciones de los conceptos y sus unidades</p> <p>No completan los ejemplos</p>	<p>Ponen las definiciones de los conceptos y sus unidades</p> <p>Completan los ejemplos y sacan conclusiones</p>

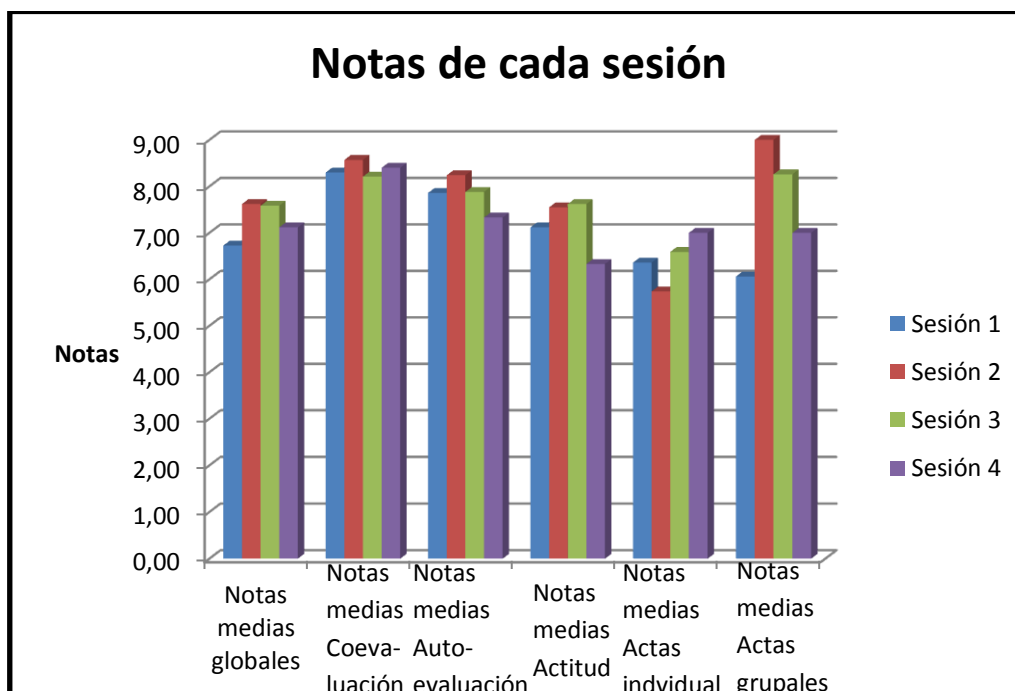
ACTA INDIVIDUAL 1	INSUFICIENTE (1-4)	BIEN (5-7)	MUY BIEN (8-10)
<p>Búsqueda de información sobre fuentes de energía</p> <p>Uso de justificaciones científicas basadas en lo aprendido</p>	<p>Identifica 3 fuentes de energía o menos</p> <p>No responde a las preguntas</p>	<p>Identifica varias fuentes de energía</p> <p>No concreta la segunda pregunta</p>	<p>Identifica varias fuentes de energía</p> <p>Concreta la segunda pregunta</p>

ACTA INDIVIDUAL 2	INSUFICIENTE (1-4)	BIEN (5-7)	MUY BIEN (8-10)
<p>Uso de gráficos, esquemas que representan cada experiencia</p>	<p>No hacen los dibujos de cada experiencia con todos los parámetros</p>	<p>Hacen los dibujos de cada experiencia con todos los parámetros</p>	<p>Hacen los dibujos de cada experiencia con todos los parámetros</p>

Uso de unidades y ecuaciones correspondientes	No escriben las unidades que faltan, ni hallan las energías	Escriben las unidades que faltan y hallan las energías	Escriben las unidades que faltan y hallan las energías
Reflexión sobre las transformaciones energéticas y el principio de conservación de la energía	No contestan a las preguntas de transformación y cumplimiento del principio de conservación de la energía mecánica	Contestan a las preguntas de transformación pero no razonan el cumplimiento o no del principio de conservación de la energía mecánica	Contestan a las preguntas de transformación y razonan el cumplimiento o no del principio de conservación de la energía mecánica

ACTA INDIVIDUAL 3	INSUFICIENTE (1-4)	BIEN (5-7)	MUY BIEN (8-10)
Puesta en práctica de todo lo aprendido, incluyendo gráficos, ecuaciones, unidades y reflexiones	No realizan por tramos el estudio No hacen el estudio completo	Realizan el estudio por tramos No tienen en cuenta todos los parámetros necesarios	Realizan el estudio completo Razonan sobre la viabilidad de su diseño

Las notas obtenidas por el alumnado están en el mismo rango en todas las sesiones. Entre equipos tampoco hay diferencias significativas. En la sesión 2 la nota global es algo más alta, quizás porque la actividad era más parecido a lo que están acostumbrados a hacer en el aula. A continuación se presentan las notas globales medias de cada sesión:



Además de la evaluación continua a lo largo del proyecto y para comprobar si este método era efectivo se realizó un examen tradicional a todo el alumnado (ANEXO 10). Este examen

aglutinaba ejercicios de exámenes de esta misma unidad didáctica de energía de otros años. De esta manera nos aseguramos que los ejercicios no estaban orientados a experiencias que el alumnado había podido realizar en el proyecto, por lo que podemos tomar los datos obtenidos como objetivos y fiables. Y también nos servía de indicador, porque ya se detectó en la sesión 4 realizando problemas tradicionales que algunos alumnos tomaban como norma lo ocurrido en experiencias del ABP y siempre aplicaban lo mismo. Este es un indicador de no haber interiorizado la complejidad de la metodología y seguir con el chip del problema tipo tradicional.

Los siguientes gráficos presentan los resultados de aprobados (en azul) y suspendidos (en rojo) e indicando el número de alumnos que corresponden a cada sector tanto del proyecto (Figura 4) como del examen (Figura 5) que se les realizó al finalizar el proyecto.



Figura 4: Gráfico que recoge los resultados del proyecto

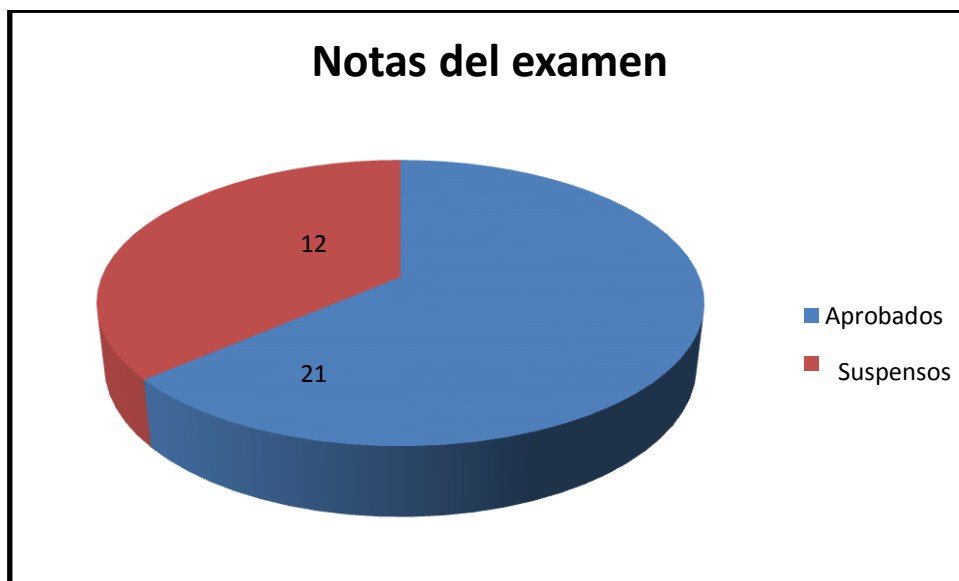


Figura 5: Gráfico que recoge los resultados del examen

Se comprueba que hay diferencias entre ambos, como cabía esperar. La nota del proyecto era el promedio de varios aspectos mientras que la nota del examen era la obtenida en el mismo

únicamente. La media de la nota del proyecto también es superior a la media del examen, un 7,21 frente a 5,11 del examen.

Lo que sí se corresponde es que aquellos alumnos y alumnas que obtuvieron mejores notas en el proyecto han tenido notas más altas en el examen, por lo que se puede deducir que con el proyecto han adquirido de forma correcta los conocimientos requeridos para superar este bloque.

En cuanto a las competencias desarrolladas se evalúan:

- Conocimiento e interacción con el mundo físico: El hecho de que el tema principal del ABP sea algo cercano, cotidiano y divertido para el alumnado les atrae y anima a realizar el proyecto. Como son cosas, una montaña rusa, que han visto e incluso vivido es fácil la asociación de los conceptos de energías o trabajo a algo real, manipulable.
- Competencia matemática: Durante el proyecto el alumnado ha aprendido nuevas ecuaciones, unidades, símbolos... y los ha ido aplicando. Los conceptos de trabajo o rendimiento eran nuevos para ellos y con ejemplos cotidianos han llegado a comprender su significado. También el justificar las transformaciones energéticas a través de las ecuaciones matemáticas se ha llevado a cabo. Y el interpretar datos experimentales y poder concluir que efectivamente se da una transformación energética de energía potencial gravitatoria a cinética o que la energía cinética depende directamente de la velocidad al cuadrado, son objetivos que el alumnado ha alcanzado.
- Tratamiento de la información y competencia digital: Todo el alumnado ha realizado búsquedas en internet de datos o información que se requería para realizar el proyecto y no aparecía en su libro de texto. Este hecho demuestra que se ha desarrollado una actitud crítica ante lo que se encuentran en internet y se ha tenido que hacer una selección de fuentes de información.
- Competencia de la comunicación: A lo largo de las sesiones el hablar, expresar opiniones, ideas, conocimientos ha sido inevitable. Continuamente el alumnado ponía en práctica esta competencia y la iba desarrollando. En la evolución de las actas se veía cómo el alumnado pasaba de utilizar palabras genéricas como “acción”, “cosa” a emplear vocabulario científico “relación directa”, por ejemplo.
- Competencia social y ciudadana: El que en cada sesión cada miembro del equipo desarrollase un rol les ha hecho más conscientes de esas responsabilidades y derechos que existen en nuestra sociedad. Cada uno debía respetar las opiniones de los demás y de forma asertiva dar su propia opinión. Se ha puesto en marcha el trabajo colaborativo que abarca mucho más que esta competencia. Con la realización de la coevaluación también se ha demostrado el alcance de esta competencia, ya que debían estar atentos a su trabajo y al de sus compañeros siendo todos un mismo grupo.
- Aprender a aprender: Como se menciona en el apartado 2 del trabajo, el ABP pone al alumno como protagonista de su aprendizaje. Durante todo el proyecto es el alumnado el que se las ingenia para poder avanzar en el proyecto y llegar a resolver la actividad propuesta. Esto ha sido difícil, ya que hay alumnos que esperaban a que otro compañero les resolviese su problema.



## TRABAJO FINAL DE MÁSTER

- Autonomía e iniciativa personal: Durante el proyecto se ha animado al alumnado en todo momento a experimentar y a explorar nuevas maneras de resolver el reto presentado. Esta ha sido una oportunidad para que aquellos más tímidos o que piensan que no llevan razón se lancen y den sus ideas o las desarrollen. Por otro lado, como he comentado anteriormente, esta competencia es difícil para el alumnado acostumbrado a recibir todo hecho, pero el proyecto ha obligado a muchos a pasar a la acción y ponerse a trabajar.

## 7. Conclusiones

---

### MIS CONCLUSIONES

Les costó mucho creerse que ellos eran los protagonistas, que nadie les iba a dar nada hecho. No estaban acostumbrados a esta metodología y ese fue nuestro primer paso, el cual nos llevó más tiempo del que pretendíamos y en algún caso creo que no se consiguió. Me baso en situaciones de ciertos grupos en los que algún miembro actuaba como si se tratase de un ejercicio más que luego resolvería la profesora y no como un reto a descifrar por sí mismo.

Daniel Aguado corrobora que los resultados finales obtenidos por el alumnado en el examen estaban en el rango de las notas obtenidas otros años en esta misma unidad. Pero si añadimos que el alumnado se encontraba más motivado, que tenía interés por que será lo próximo que desarrollemos creo que el proyecto ha sido positivo. Yo recomiendo que se hagan más proyectos y que, por supuesto, este, que ya sabemos que funciona, se mantenga en la programación.

Para concluir, me gustaría incidir en la idoneidad de esta metodología para el aprendizaje de materias como la física. La propia materia da pie para una infinidad de proyectos. Es cierto que requiere un mayor esfuerzo por parte del docente para prepararlo y llevarlo a cabo, pero sus ventajas son considerables.

### CONCLUSIONES DE DANIEL

Considero muy positivas estas actividades que tratan de involucrar más al alumno en su propio aprendizaje. En general los alumnos las encuentran interesantes y tratan de hacerlas bien.

El problema que veo es que hay que hacer cosas parecidas en diferentes cursos consecutivos porque si no los alumnos (probablemente de modo subconsciente) evitan la reflexión en profundidad porque en el fondo dan por sentado que al final el profesor va a resolver los problemas y explicar las cosas.

Otra cosa que detecto y que realmente no se me ocurre cómo solucionar es que estas actividades a veces son excelentes para los alumnos que les gusta pensar pero son malas para los que se conforman porque se dedican a vivir de otros y cómo no hay nadie que les insista en los puntos importantes luego cuando se les evalúa realmente no han asimilado las ideas.

Si conseguimos pulir estos aspectos este tipo de trabajos además de agradable y enriquecedor se convertirá en más eficiente.

En cuanto a las CONCLUSIONES DEL ALUMNADO se extrae que:

- A la mayoría les costó adaptarse a la metodología de trabajo.
- Han aprendido a razonar las cosas.
- Igual no saben resolver perfectamente problemas de energía pero sí los piensan y piensan si el resultado tiene sentido o no, antes no lo hacían.
- Han preguntado las dudas que les surgían para tener claros los puntos importantes.

## TRABAJO FINAL DE MÁSTER

- Se lo han pasado muy bien.
- Les gustaría hacer más proyectos.
- Creen haber desempeñado todos los roles bien o se han esforzado por hacerlo bien.
- A veces no sabían expresar qué hacían, había partes de las actas que no sabían qué poner.
- Han aprendido a justificar por qué hacen las cosas de manera más rigurosa, con datos concretos.
- Las actas individuales resultaban más difíciles.
- El trabajo en grupos ha sido muy bueno.
- Cada uno aportaba algo al grupo para poder resolver el proyecto; lógica, trigonometría, información...
- Alguno admite que podría haber trabajado más.

## ASPECTOS A MEJORAR

Una de las cosas que podría haber hecho diferente ha sido dar más tiempo para que el alumnado procesara con calma lo que íbamos trabajando en el ABP, pero es cierto que llegaba la semana santa y debíamos hacer el examen antes.

Se deberían haber planificado más momentos de puestas en común de todos los grupos. Sólo se hizo en la sesión 2 y fue valorado positivamente. La falta de tiempo y sobre todo el distinto ritmo de trabajo de los grupos fueron las causas que impidieron más puestas en común. Pero identificado el problema se podría solventar poniendo tiempos límite para tener actividades parciales acabadas durante la sesión y poder exponer los avances al resto de grupos.

Tampoco realizamos una presentación final en la que todos los grupos viesen el trabajo realizado por los demás. Esto puede ser un fallo grande, ya que esa presentación final podría haber propiciado la aclaración de conceptos o explicación de errores entre los propios alumnos y una visión más clara del conjunto del proyecto antes de realizar la autoevaluación final.

## 8. Bibliografía

---

- Abbott, J. y Ryan, T. Constructing Knowledge and Shaping Brains. 1999
- Arróspide Román, M. C., Manuel García, M. M. "Física y Química 4". Editorial Edelvives. 2008
- Balasooriya, C., Sophie di Corpo and Nicholas J. Hawkins, The facilitation of collaborative learning: what works? Higher Education Management and Policy, 22 (2). 2010
- Barrows, H. S. A Taxonomy of problem-based learning methods. Medical Education, 20. 1986
- Bloom, B. S. Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. 1956
- Branda, L.A. El Aprendizaje Basado en Problemas. ¿Un inicio del DPM Avances en Desarrollo aprendizaje a lo largo de la vida? Profesional Continúo en Medicina. Vol. 2. Nº4. Octubre-Diciembre 2009
- Branda, L.A. Implementing problem based learning. J.Dent. Educ., 54. 1997
- Currículo oficial de 4º ESO:  
<http://www.educacion.navarra.es/web/dpto/profesorado/curriculos-y-normativa/eso>
- Dale, E. Audio-visual methods in teaching. Holt, Rinehart and Winston, New York. 1963
- Dale, E. Methods for Analyzing the Content of Motion Pictures. 1932
- Duch, B. J., Allen, D. E. Ed. The Power of problem-based learning: a practical "how to use" for teaching undergraduate courses in any discipline. Eds. Stylus; Sterling, VA, USA. 2001
- Johnson, D. W., Johnson, R. T. Smith, K. A. Active Learning: Cooperation in the College Classroom. Minnesota. Interaction Book Co. Edina, MN, USA. 2006
- Markham, T., J. Ravitz, J.L. Ed. Project based learning handbook: a guide to standards-focused project based learning for middle and high school teachers. Buck Institute for Education; Novato, CA, USA. 2003
- Moust, J. H. C., Bouhuijs, P. A. J., & Schmidt, H. G. Introduction to Groningen/Houten, The problem-based learning. A guide for students. Netherlands: Wolters-Noordhoff. 2007

## TRABAJO FINAL DE MÁSTER

- Oakley, B., Felder, R. M., Brent, R. & Elhadj, I. Turning students groups into effective teams. *Journal of Student Centered Learning*. 2004
- Lozano, O., Garcia-Molina, R., Solbes, J. “Cuatro juegos que ilustran la conservación de la energía”. *Revista Alambique* nº 54. 2007
- Peterson, T.O., So You’re Thinking of Trying Problem Based Learning?: Three Critical Success Factors for Implementation. *Journal of Management Education*, 28. 2004.
- Planella, J.; Escoda, Ll.; Suñol, J. Análisis de una experiencia de Aprendizaje Basado en Problemas en la asignatura de Fundamentos de Física. *Revista de Docencia Universitaria* Nº3. 2009
- Pozuelos., F.J., ed. Trabajo por proyectos en el aula: descripción, investigación y experiencias. Publicaciones M.C.E.P. 2007
- Samford (2005). Tradicional versus PBL classroom. Samford University. Disponible <http://www.samford.edu/ctls/archives.aspx?id=2147484112/what3.html#>
- Schmidt, H. G. Problem-based learning: Rationale and description. *Medical Education*, 17. 1983
- Torp, L.y.S. Ed. Problems as possibilities. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development. 1998
- Valero-García, M., García-Sevilla, J.J.N. Ed. La planificación del trabajo del estudiante y el desarrollo de su autonomía en el aprendizaje basado en proyectos. Capítulo 9 de “El aprendizaje basado en problemas en la enseñanza universitaria”. Universidad de Murcia. Servicio de Publicaciones. 2008
- Vizcarro, C.; Juárez, E.; Capítulo 1: ¿Qué es y cómo funciona el aprendizaje basado en la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas? Universidad de Murcia.

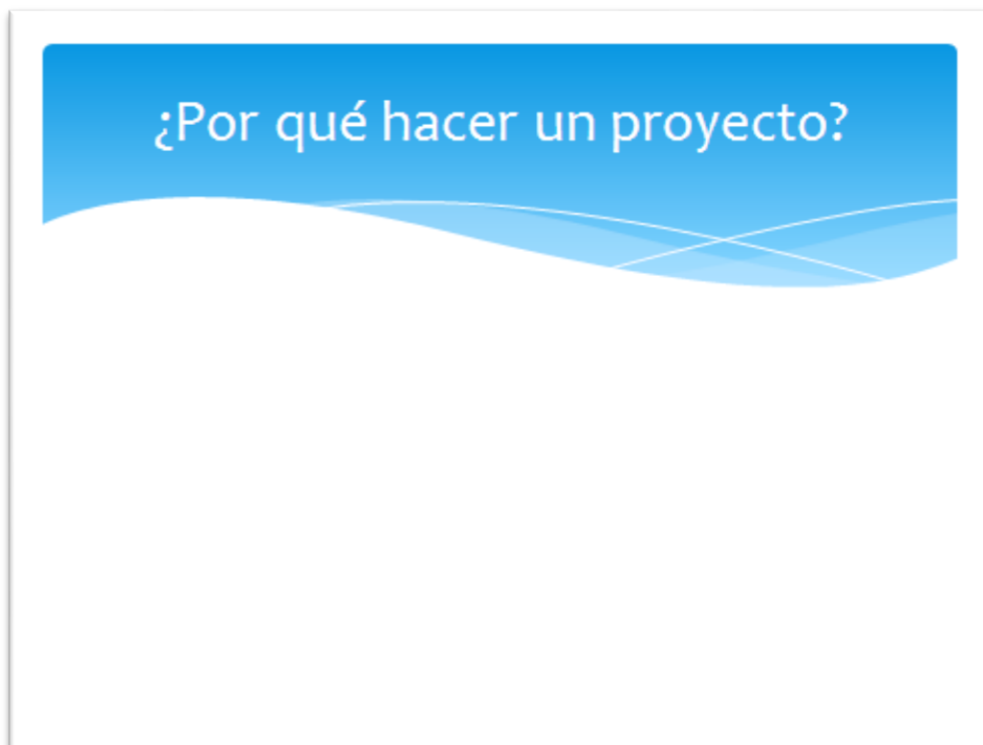
## 9. Anexos

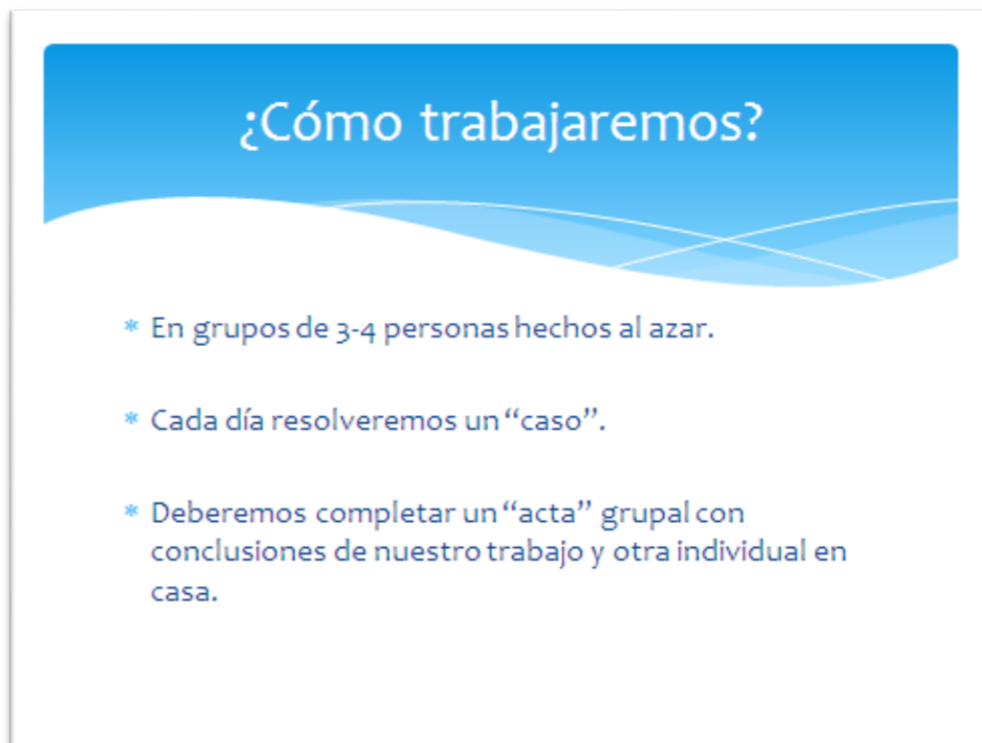
---

9.1. Presentación power point “¿Qué es un ABP?” .....	Pág. 30
9.2. Guía del proyecto del alumnado.....	Pág. 35
9.3. Mapa del parque de atracciones.....	Pág. 36
9.4. Fotos atracciones sesión 1.....	Pág. 37
9.5. Modelos de actas grupales.....	Pág. 40
9.6. Modelos de actas individuales.....	Pág. 44
9.7. Ejemplos de ejercicios inventados por el alumnado en la sesión 3...Pág.	50
9.8. Ejemplos de diseños de montañas rusas del alumnado.....	Pág. 53
9.9. Problemas resueltos en la sesión 4.....	Pág. 57
9.10. Examen realizado tras el proyecto.....	Pág. 59

**9.1 Presentación power point “¿Qué es un ABP?”**

---







## El acta grupal

- \* La rellena el/la secretari@ con las ideas de todos los del grupo.
- \* Tiene un apartado de coevaluación: cada miembro del grupo pone una nota a sus compañeros de grupo y a sí mismo.

COEVALUACIÓN			
	1	2	3
1			
2			
3			

## ¿Qué hará cada miembro del grupo?

- \* En cada grupo habrá 3 roles que rotarán:
  - \* **Secretari@:** debe encargarse de tomar notas y rellenar el acta del grupo con las ideas y aportaciones de tod@s.
  - \* **Moderador(a):** debe encargarse de controlar el tiempo en cada sesión para que dé tiempo a realizar todo el trabajo. Y se encarga de controlar que todos estén trabajando según los objetivos marcados (hacer lo que deben hacer, no hablar de otras cosas).
  - \* **Comunicador(a):** se encargará de exponer en público las conclusiones del grupo cuando sea necesario.

## ¿Cómo se evalúa?

- \* Al finalizar cada sesión se debe entregar el acta grupal completada y al inicio un acta individual: tendrán un valor total del 60% de la nota.
- \* En cada acta se especifica un apartado de coevaluación: tendrá un valor del 10%.
- \* Las observaciones de los profesores en cada sesión sobre el trabajo de cada uno tendrán un valor del 10%.
- \* La autoevaluación final justificada tendrá un valor del 20%.

## Planificación

- \* Comenzamos el jueves, 20 de Marzo.
- \* Habrá 5 sesiones, que corresponden a 10 horas de clase.
- \* En cada sesión nos centraremos en un aspecto del proyecto.



## ***9.2. Guía del proyecto del alumnado***

---

### **GUÍA DEL PROYECTO 4º ESO**

- **Enunciado del proyecto:**  
“Diseñamos nuestra propia montaña rusa”
  
- **Forma de trabajo:**  
Cada miembro del grupo desempeñará un rol que se irán rotando:
  - \* **Secretari@:** debe encargarse de tomar notas y rellenar el acta del grupo con las ideas y aportaciones de tod@s.
  - \* **Moderador(a):** debe encargarse de controlar el tiempo en cada sesión para que dé tiempo a realizar todo el trabajo. Y se encarga de controlar que todos estén trabajando según los objetivos marcados (hacer lo que deben hacer, no hablar de otras cosas).
  - \* **Comunicador(a):** se encargará de exponer en público las conclusiones del grupo cuando sea necesario.

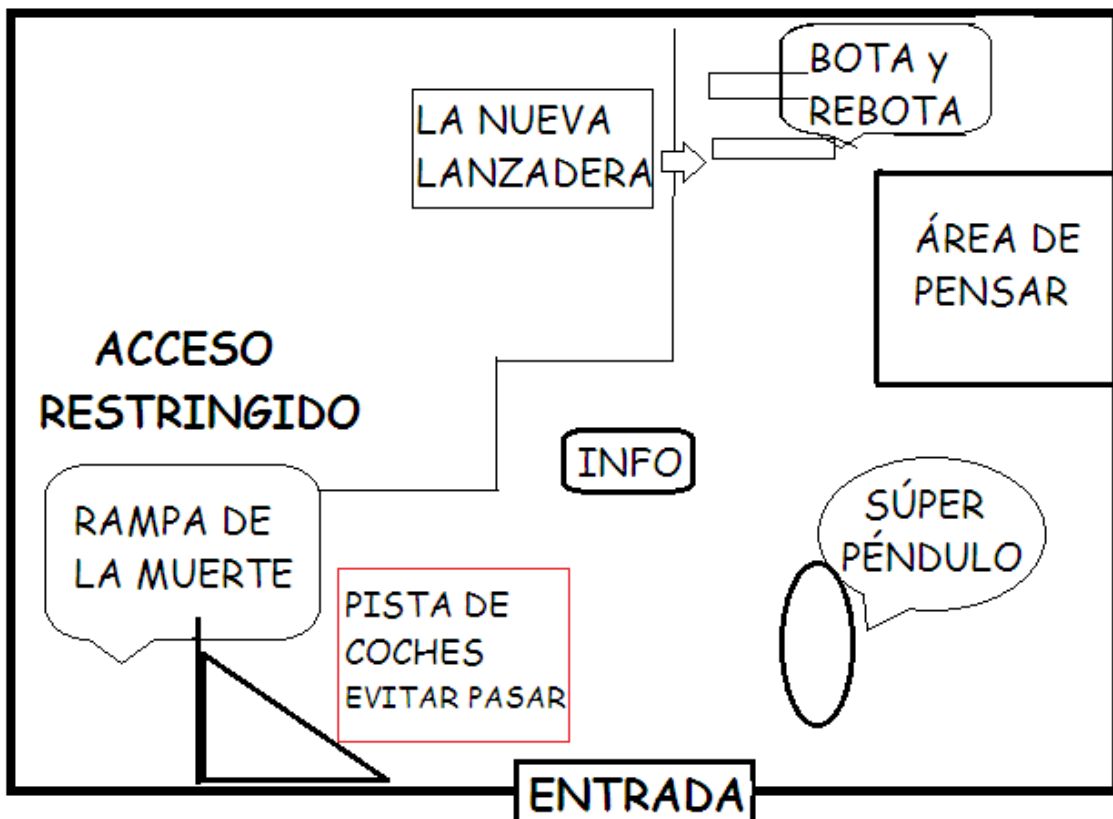
En cada sesión se debe completar un acta grupal y se tendrá, para trabajo en casa, otra acta individual, que será entregada en la siguiente sesión.
  
- **Criterios de evaluación:**
  - ❖ Al finalizar cada sesión se debe entregar el acta grupal completada y las actas individuales al inicio de las sesiones: tendrán un valor total del *60% de la nota*.
  - ❖ En cada acta se especifica un apartado de coevaluación: tendrá un valor del *10%*.
  - ❖ Las observaciones de los profesores en cada sesión sobre el trabajo de cada uno tendrán un valor del *10%*.
  - ❖ La autoevaluación final justificada tendrá un valor del *10%*.
  
- **Materiales que se necesitan:**
  1. **Libro de texto.**
  2. **Regla de 30 cm. (una por grupo).**
  3. **Medidor de ángulos grande (uno por grupo).**
  4. Ordenador.
  5. Todo el material de consulta que se os ocurra.
  
- **Normas o actitudes consensuadas para un buen trabajo en equipo:**

### 9.3. Mapa del parque de atracciones

#### PARQUE DE ATRACCIONES (a escala de prototipos)

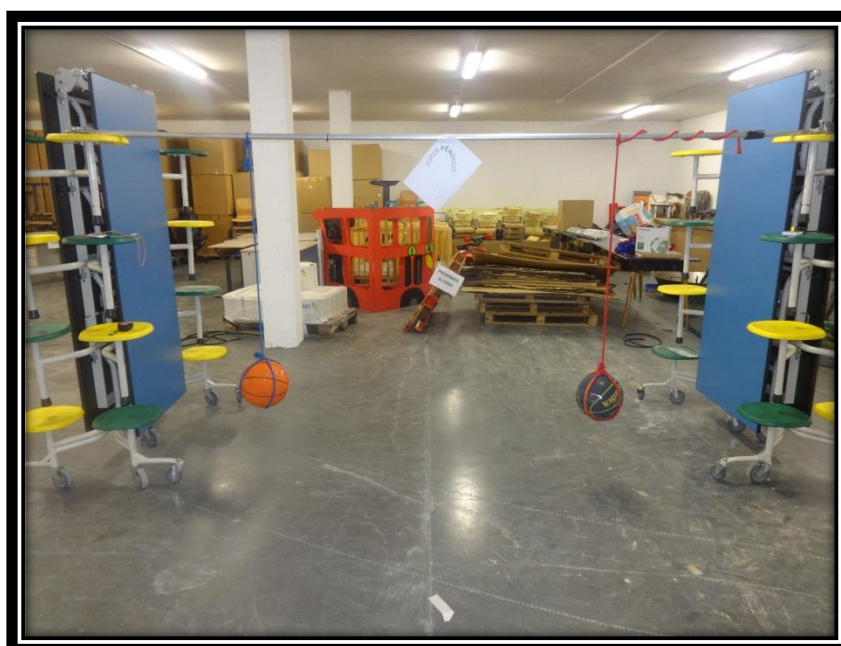
AVISOS PARA LOS VISITANTES:

- NO toquen los objetos de la exposición.
- Respeten el turno de los grupos en cada "atracción".
- Si no hay atracciones libres, juntaos en el área de pensar e id planificando cómo haréis las cosas o poniendo en claro lo que habéis decubierto/hecho.
- Tomen nota de todo lo que crean relevante.
- ¡Disfruten de la experiencia!



**9.4. Fotos atracciones sesión 1**

---











**9.5. Modelos de actas grupales**

---

Sesión nº 1 “Estudiamos el terreno energético”		Fecha:		
Nombre y apellido		Rol desempeñado en la sesión		
1				
2				
3				
<p>¿De qué depende cada tipo de energía mecánica? Escribid sus ecuaciones y JUSTIFICAD que se cumplan (PISTA: utilizad las tablas rellenas en el “tour” por el parque de atracciones).</p>				
<p>Preguntas o dudas que os haya creado la realización de la sesión.</p>				
Coevaluación (del 1 al 10)			Observaciones de profesores	
	1	2		3
1				
2				
3				

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Sesión nº 2 “Comprobamos la viabilidad de los prototipos de atracciones”		Fecha:
Nombre y apellido		Rol desempeñado en la sesión
1		
2		
3		
¿Qué creéis que habéis aprendido en la sesión de hoy?		
Preguntas o dudas que os haya creado la realización de la sesión.		
Observaciones de profesores		
1		
2		
3		

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Sesión nº 3 “Nos ponemos en modo arquitecto”		Fecha:
Nombre y apellido		Rol desempeñado en la sesión
1		
2		
3		
Preguntas o dudas que os haya creado la realización de la sesión.		
Observaciones de profesores		
1		
2		
3		

1. Completa el cuadro adjunto.
2. Haced, en hojas individuales, un diseño de vuestra montaña rusa EN GRUPO, debe contener al menos: un motor que suba el vagón de 100 kg., un muelle, un plano inclinado y dos montañas de distinta altura.

Sesión 3. “Nos ponemos en modo arquitecto”

Rellenad el siguiente cuadro buscando la información donde se os ocurra: Inventad un (o tres; uno por concepto) ejemplo en el que intervengan los conceptos descubiertos con ayuda del cuadro (escribidlos detrás).

	Definición	Unidades en las que se puede medir	Unidades del SI
TRABAJO			
POTENCIA			
RENDIMIENTO			

## **9.6. Modelos de actas individuales**

---

ACTA INDIVIDUAL 1.

Nombre:

¿De qué fuentes se puede obtener energía? ¿Y para nuestra montaña rusa, de dónde la obtendríamos?

Sesión 2. “Comprobamos la viabilidad de los prototipos de atracciones”

Nombre y apellidos:

AUTO- y COEVALUACIÓN:

Nombre y apellido	Nota (del 1 al 10)

**OBLIGATORIO: Dibujad las experiencias para saber cómo las resolvéis INDICANDO todos los parámetros que utilizáis.**

Si necesitáis alguna información concreta podéis preguntar por ella (sólo se responderán a preguntas directas, concretas).

- **Súper péndulo:**

¿Qué transformación de energía se produce en la experiencia? Calcula las energías y comprueba si se conserva.

R<sub>rojo</sub> = 1.15 m

R<sub>azul</sub> = 1.13 m

h ( m ) *	R ( m )	σ ( ° )	Espacio recorrido ( ) **	Tiempo ( s ) ***	Velocidad media ( )
1.08-0.48=	1.15	80		2.3	
0.86-0.48=	1.15	60		2	
0.63-0.48=	1.15	40		2.1	
0.59-0.48=	1.15	30		1.8	

\*altura inicial – altura en el punto más bajo= diferencia de altura de la pelota

\*\* espacio recorrido =  $\frac{2 \pi R \sigma}{360}$

- **Bota y rebota el muelle:**

¿Qué transformación de energía se produce en la experiencia? Calcula las energías y comprueba si se conserva.

Compresión del muelle ( cm )		Altura que alcanza el muelle ( cm )
Muelle pequeño	0.5	0.3 0.6 2
	1	27.5 21.5 9.5
Muelle grande	1	0.3 0.2
	1.5	0.2 0.0

- **La nueva lanzadera:**

¿Qué transformación de energía se produce en la experiencia? Calcula las energías y comprueba si se conserva.

Elongación de la goma ( cm )	Distancia que alcanza la canica ( m )	Tiempo ( s )	Velocidad media ( )
8	1.80	2.3	
		2.6	
		2.5	
12	1.80	1.8	
		1.7	
		1.5	
20	1.80	0.9	
		0.8	
		1.1	

- **La rampa de la muerte:**

¿Qué transformación de energía se produce en la experiencia? Calcula las energías y comprueba si se conserva.

Tipo de coche	Altura ( m )	Tiempo ( s )	Espacio recorrido ( m )	Velocidad media ( )
Tren	0.90	1.7	2.8	
	0.90	1.9	3.0	
	0.90	2.3	3.6	
	0.605	2.4	3.1	
	0.605	4.3	5.3	
	0.605	4.3	5.4	
	0.385	3.8	3.5	
	0.385	4.0	3.3	
	0.385	4.2	4.3	
Furgoneta	0.90	4	4.5	
	0.90	4.8	6.5	
	0.90	4.3	6.5	
	0.605	3.6	3.6	
	0.605	2.8	2.9	
	0.605	3.3	3.3	
	0.385	2.9	2.1	
	0.385	2.2	1.52	
	0.385	2.2	1.40	



TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Spiderman	0.90	1.4	2.2	
	0.90	1.2	2.96	
	0.90	1.2	1.71	
	0.605	1.3	1.6	
	0.605	1.5	1.7	
	0.605	1.2	1.4	
	0.385	0.9	0.7	
	0.385	0.9	0.8	
	0.385	1.1	1.0	

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

ACTA INDIVIDUAL 3.

Nombre:

AUTO- y COEVALUACIÓN:

Nombre y apellido	Nota (del 1 al 10)

Realiza el estudio de energías completo del diseño de la montaña rusa. (PISTA: Marca tramos en el dibujo para facilitar los cálculos)

**9.7. Ejemplos de ejercicios inventados por el alumnado en la sesión 3**

Ejemplos de trabajo, potencia y rendimiento

• Trabajo → un señor ~~de~~ empuja una mesa con ~~300~~ 320 N durante 800 cm. Las fuerzas de rozamiento son despreciables, así pues 320 es la fuerza es la fuerza absoluta. Si el trabajo es la fuerza por el incremento de distancia. (J)  $W = F \cdot \Delta x$   $W = 320N \cdot 8m$   $W = \boxed{2560J}$

• Potencia → el motor de un coche realiza al final ~~final~~ de su desplazamiento un trabajo de 200 ~~J~~, realizando una potencia de 70 W ~~¿cuánto tiempo ha tardado?~~

~~W = P \cdot t~~  $T = \frac{W}{P}$   $T = \frac{200}{70} = \boxed{2,857s}$

• Rendimiento → en casa usas 2 W de potencia y puedes llegar a consumir 10 W (P útil) 10 W (P<sub>T</sub>) → Potencia teórica suministrada

$R = \frac{P_u}{P_T} \cdot 100$  ~~100~~  $R = \frac{2}{10} \cdot 100 = 20\%$

20% rendimiento (pagamos demasiado)

1) Un coche de 1000 kg se desliza a 40 km/h y lleva un vagón de 400 kg enganchado a él y frena a los 30 min. Su potencia teórica es de 200 W y un rendimiento del 40%. Calcula la energía cinética, el trabajo y la potencia útil.

Datos:

$m = 1000 \text{ kg} + 400 \text{ kg} = 1400 \text{ kg}$

$v_0 = 40 \text{ km/h} \rightarrow 11,11 \text{ m/s}$

$E_c = \frac{1}{2} \cdot 1400 \cdot 11,11^2 = \boxed{264539J}$  Al final del recorrido  $v = 0$   
 $E_{cf} = 0J$

$W = E_f - E_i \rightarrow W = 0 - 264539 = \boxed{-264539J}$

$P = \frac{-264539J}{1800} = \boxed{-146,97W}$

Datos:

$R = 40\%$

$P_t = 200W$

$P_u = ?$

$R = \frac{P_u}{P_t} \cdot 100 \rightarrow 40 = \frac{P_u}{200} \cdot 100$

$\frac{40}{100} = \frac{P_u}{200}$

$P_u = \frac{40 \cdot 200}{100} = \boxed{80W}$

TRABAJO FINAL DE MÁSTER

Un coche se desplaza 500 m (en sentido horizontal) en 20 segundos.

Si el motor hace una fuerza de 800 N y hay una fuerza de rozamiento de 200 N, calcular el trabajo realizado y la potencia.

$$F_{\text{res}} = 800 - 200 = 600 \text{ N}$$

$$W = F \cdot \Delta x$$

$$W = 600 \cdot 500$$

$$W = 300000 \text{ J (trabajo)}$$

$$P = \frac{W}{t} \rightarrow \frac{300000}{20} = 15000 \text{ W (potencia)}$$

Si una moto posee una potencia teórica de 30 CV y su potencia útil es de 20 CV, calcular cuál es su rendimiento.

$$30 \text{ CV} = 22050 \text{ W}$$

$$20 \text{ CV} = 14700 \text{ W}$$

$$R = \frac{P_u}{P_t} \cdot 100$$

$$R = \frac{14700}{22050} \cdot 100 = 66.6\% \text{ (rendimiento)}$$

TRABAJO: Un estudiante arrastra una silla de 5 kg con una fuerza de 7 N para llevarla a una distancia de 10 m. ¿Cuál es el trabajo realizado?

$$W = F \cdot \Delta x = 7 \cdot 10 = 70 \text{ J}$$

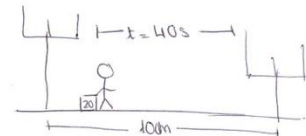


POTENCIA: un viajero arrastra su maleta de 20 kg con una fuerza de 10 N, para ir de una terminal a otra ~~entre~~ (entre ellas hay 100 m). El viajero tarda 40 seg de ir de una terminal a otra. ¿Cuál es la potencia que ha hecho?

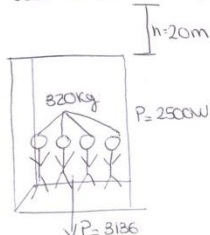
$$W = F \cdot \Delta x = 10 \cdot 100 = 1000 \text{ J}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

$$P = \frac{1000}{40} = 25 \text{ W de potencia}$$



RENDIMIENTO: un ascensor sube a 4 personas de 80 kg cada una, a una altura de 20 m en 30 s. Si se indica que la potencia del usuario es de 2500 W y su rendimiento es del 80%, ¿cuál es su potencia útil?



$$R = \frac{P_u}{P_t} \cdot 100$$

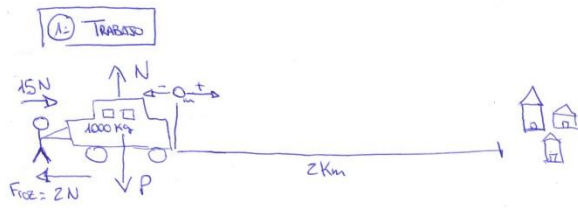
$$80 = \frac{P_u}{2500} \cdot 100$$

$$80 = \frac{100 P_u}{2500}$$

$$200000 = 100 \cdot P_u$$

$$2000 \text{ W} = P_u$$

# TRABAJO FINAL DE MÁSTER



$$F_{\text{TOTAL}} = \text{Fuerza ejercida} - \text{Fuerza Resistencia} = 13 \text{ N}$$

$$2 \text{ Km} = 2000 \text{ m}$$

$$W = F \cdot \Delta x = 13 \cdot 2000 = \underline{26.000 \text{ J}}$$

## 2: POTENCIA

Del mismo problema, calcule su potencia si tarda una hora en llegar.

$$1 \text{ hora} = 3600 \text{ s}$$

$$P = \frac{W}{t} = \frac{26.000}{3600} = \underline{7.22 \text{ W}}$$

A un hombre se le ha parado el coche a 2 Km de su destino y decide empujarlo hasta llegar. Ejerce una fuerza de 15 N hacia el pueblo y sufre una fuerza de resistencia de 2 N.  
¿Cuál es el trabajo que realiza?

## 3: RENDIMIENTO

$P_u$  → la potencia útil es la suministrada por el hombre sobre el coche para moverlo.

No podemos saber la  $P_e$  porque desconocemos los datos necesarios.  
¡VÍOS LOS INVENTOS!

**9.8. Ejemplos de diseños de montañas rusas del alumnado**

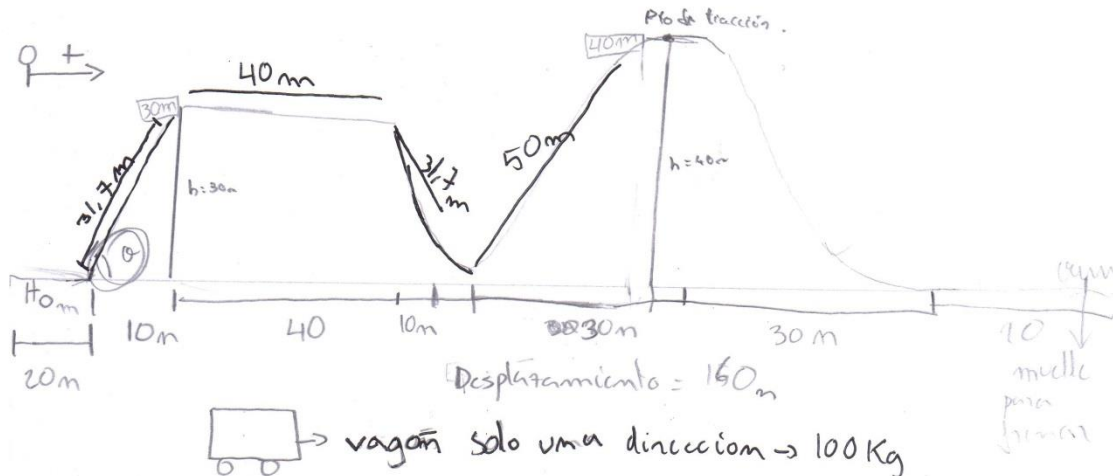
G.7

Diseñamos nuestra propia montaña rusa

4º ESO

Sesión nº 3 "Nos ponemos en modo arquitecto"		Fecha: 3-4-2014
Nombre y apellido		Rol desempeñado en la sesión
1		Secretario
2		Modificador
3		Comunicador
Preguntas o dudas que os haya creado la realización de la sesión.		
¿Por qué el KW·h es una unidad de trabajo y no de potencia? Si la potencia es el trabajo en una unidad de tiempo.		
Observaciones de profesores		
1		
2		
3		

1. Completa el cuadro adjunto.
2. Haced, en hojas individuales, un diseño de vuestra montaña rusa EN GRUPO, debe contener al menos: un motor que suba el vagón de 100 kg, un muelle, un plano inclinado y dos montañas de distinta altura.



→ vagón solo una dirección → 100 Kg

Consideramos el rozamiento una constante, 0,2 Naccio 380

roz vago =  $136\text{ N } f_{roz}$  For m · g · coefi roz

No nos tenemos tiempo a terminar pondremos el mismo tiempo en el acte individual ✓

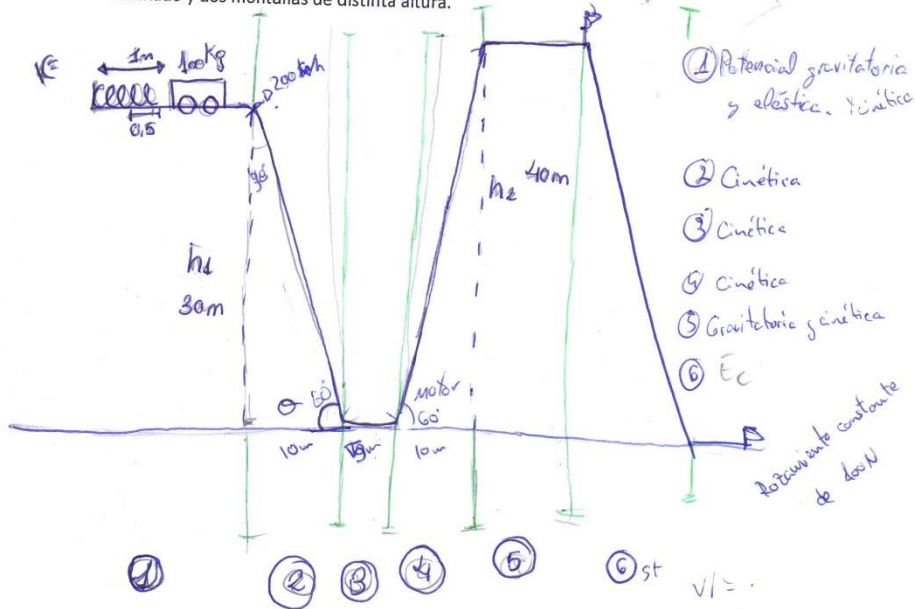
Diseñamos nuestra propia montaña rusa

4º ESO

G.8

Sesión nº 3 "Nos ponemos en modo arquitecto"		Fecha: 3-4-11
1	Nombre y apellido	Rol desempeñado en la sesión
2		Secretaria
3		Moderadora
		Comunicador
Preguntas o dudas que os haya creado la realización de la sesión.		
Nos está dñificultando bastante, rigueramos las cosas que hay que hacer.		
Observaciones de profesores		
1		
2		
3		

1. Completa el cuadro adjunto.
2. Haced, en hojas individuales, un diseño de vuestra montaña rusa EN GRUPO, debe contener al menos: un motor que suba el vagón de 100 kg., un muelle, un plano inclinado y dos montañas de distinta altura.



- 1) Potencial gravitatoria y elástica. Cinética
- 2) Cinética
- 3) Cinética
- 4) Cinética
- 5) Gravitatoria y cinética
- 6) Ec

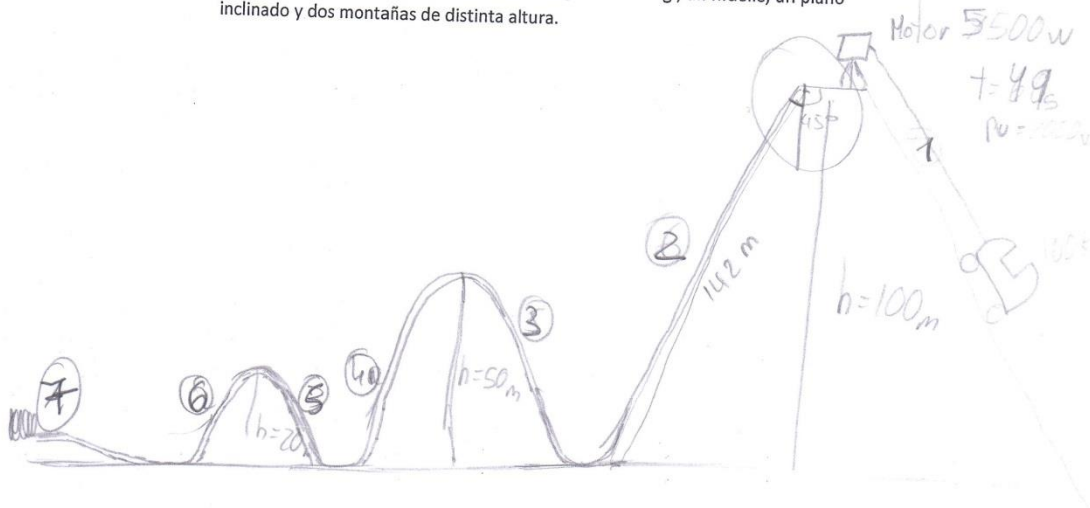
Diseñamos nuestra propia montaña rusa

610

4º ESO

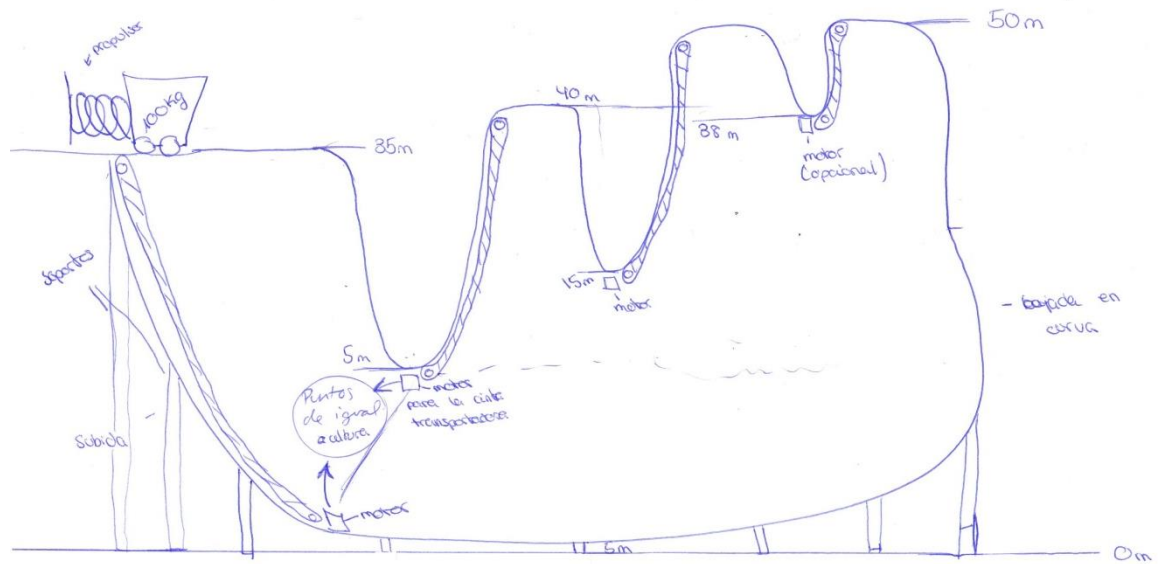
Sesión nº 3 "Nos ponemos en modo arquitecto"		Fecha:
Nombre y apellido		Rol desempeñado en la sesión
1		Moderador
2		Comunicador
3		Secretario
Preguntas o dudas que os haya creado la realización de la sesión.		
<p>- kWh es unidad de trabajo? <i>SI</i></p> <p>- No sabíamos hacer el ejemplo de rendimiento ya que no sabíamos qué es la potencia teórica suministrada</p> <p>- Como calcular la longitud de la curva</p>		
Observaciones de profesores		
1		
2		
3		

1. Completa el cuadro adjunto.
2. Haced, en hojas individuales, un diseño de vuestra montaña rusa EN GRUPO, debe contener al menos: un motor que suba el vagón de 100 kg., un muelle, un plano inclinado y dos montañas de distinta altura.





# TRABAJO FINAL DE MÁSTER



**9.9. Problemas resueltos en la sesión 4**

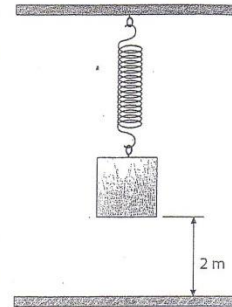
Los ejercicios marcados son los que se desarrollaron en la sesión.

**Actividades**

1. Indica qué trabajo se realiza cuando:
  - a) Una fuerza de 6 N desplaza su punto de aplicación 3 m.
  - b) Una fuerza de 10 N desplaza su punto de aplicación 10 mm.
2. La potencia de una bombilla es igual a 100 W. Calcula la energía que consume si la mantenemos encendida durante 2 horas.
 

¿Qué energía posee un coche de 900 kg de masa que se mueve con una velocidad de 90 km/h? ¿Y una persona que sube por una escalera mecánica hasta una altura de 10 m?
3. Calcula la altura a que debería subir la persona de la actividad anterior para adquirir la energía que posee el coche que se describe en ese mismo ejercicio.
4. Un motor realiza un trabajo de 1500 J en 10 s.
  - a) ¿Cuál es la potencia del motor?
  - b) ¿En cuánto tiempo desarrollaría el mismo trabajo una máquina de 15 W?
5. ¿Cuál es la potencia de una máquina que permite subir una masa de 40 kg a una altura de 20 m en 12 s?
6. Un escalador con una masa de 50 kg invierte 40 s en escalar una pared de 10 m de altura. Calcula:
  - a) El peso del escalador.
  - b) El trabajo realizado en la escalada.
  - c) La potencia real del escalador.
7. Calcula la energía cinética de un cuerpo con una masa de 10 kg si su velocidad es de 4 m/s.
8. Un cuerpo de 1 kg de masa se mueve a una velocidad de 2 m/s. ¿Qué trabajo se deberá realizar para pararlo?
9. ¿Cómo es la energía cinética si el trabajo realizado por una fuerza es nulo: nula o constante?
10. Una pelota de 0,5 kg de masa posee una energía cinética de 100 J. ¿Cuál es la velocidad de la pelota?
11. La energía cinética del vuelo de una golondrina es el doble que la de una paloma, a pesar de que la masa de la golondrina es la mitad de la masa de la paloma. ¿Cómo es esto posible?
12. Dos automóviles se desplazan a la misma velocidad. La masa del primer automóvil es el triple de la del otro y su energía cinética es de 9000 J. ¿Cuál es la energía cinética del segundo automóvil?
13. Un coche recorre 2 km por una carretera. La variación de energía cinética en ese tramo ha sido de 20000 J. ¿Qué trabajo ha realizado el motor?
14. Calcula la energía que genera una presa con un desnivel de 65 m y un caudal de agua de 250 m<sup>3</sup> por minuto.

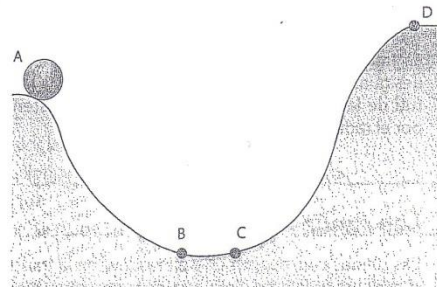
16. Una bala de 15 g perfora una tabla de 7 cm de espesor a una velocidad de 450 m/s. La fuerza de rozamiento que ofrece la tabla al paso de la bala es de 1200 N. Determina la velocidad de salida de la bala una vez que atraviesa la tabla.



17. ¿Cuántas formas de energía potencial aprecias en la ilustración? Averigua su valor numérico sabiendo que la constante elástica del muelle es 100 N/m y la longitud deformada, 8 cm.

18. Un cuerpo de 10 kg de masa es lanzado verticalmente hacia arriba con una velocidad inicial de 25 m/s. Calcula, aplicando el principio de conservación de la energía, qué altura puede alcanzar.

19. Dejamos caer desde el punto A una bola de 2 kg.



- a) ¿Qué tipo de energía posee la bola en el punto B? ¿Cuál es su valor?
- b) ¿Y en el punto C?
- c) Calcula la altura que alcanza en la rampa de la derecha, suponiendo que el rozamiento es nulo.

20. Un cuerpo de 100 g de masa está sujeto a un muelle y apoyado sobre un plano horizontal. La constante del muelle es 200 N/m. Separamos el conjunto 10 cm de la posición de equilibrio y lo soltamos.

- a) ¿Cuál es la energía potencial inicial del cuerpo?
- b) ¿Cuál es su energía mecánica?
- c) ¿Cuál será la velocidad del cuerpo cuando pase por la posición de equilibrio?

21. Un péndulo tiene una masa de 2 kg y una longitud de hilo de 0,5 m.

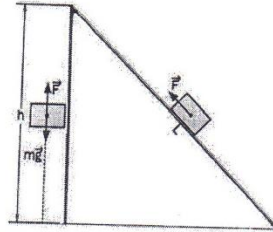
- a) Calcula el trabajo que hay que realizar para ponerlo horizontal a partir de su posición de equilibrio.
- b) Si lo abandonas en la horizontal, ¿qué velocidad tendrá al pasar por la posición de equilibrio?

PROBLEMAS DE TRABAJO Y ENERGÍA 4º ESO

1. Un cuerpo de 5 kg de masa cae libremente. Cuando se encuentra en el punto A, a 7 m del suelo posee una velocidad  $v_A = 6 \text{ m/s}$ . Determina su energía cinética y potencial cuando se encuentre en B a 3 m de altura. S.  $E_p = 147 \text{ J}$   $E_c = 286 \text{ J}$

2. El motor de una excavadora tiene una potencia de 250 CV. ¿Cuál es su potencia en vatios y en kilovatios? (  $1 \text{ CV} = 735 \text{ W}$  ) ¿Qué trabajo puede realizar en una hora de funcionamiento? S. 183750 W; 183,75 kW;  $6,6 \cdot 10^8 \text{ J}$

3. Se sube una caja de 100 kg a una altura de 120 cm del suelo ( a un camión). Indica qué trabajo se realiza al subirla directamente o al subirla mediante una tabla de 3 m de longitud. ¿En qué caso se realiza más fuerza? S. 1176 J; al subirla directamente.



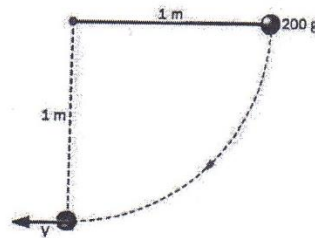
4. Una grúa eleva una carga de 500 kg desde el suelo hasta una altura de 15 metros en 10 segundos. Halla la potencia desarrollada por la grúa en kW y en CV. S. 7,35 kW ; 10 CV

5. Una máquina consume una energía de 1000 J para realizar un trabajo útil de 650 J. Calcula su rendimiento. S. 65 %

6. Para subir un cuerpo de 10 kg una altura de 2 m mediante un plano inclinado de 5 m de longitud, se necesita aplicar una fuerza constante de 50 N paralela al plano. Calcula el rendimiento. S. 78,4 %

7. Un motor que lleva la indicación 1,5 kW eleva un peso de 200 kg a una altura de 7 m en 12 s . ¿Cuál ha sido el rendimiento? ¿Qué energía se ha disipado como calor? S.  $R(\%) = 76 \%$   $E_{\text{disipada}} = 4280 \text{ J}$

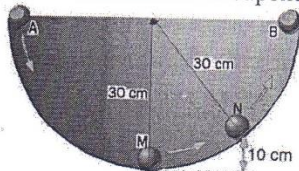
8. Un péndulo de 1 metro de longitud y 200 gramos de masa se deja caer desde una posición horizontal. Halla la velocidad que lleva en el punto más bajo de su recorrido. S. 4,43 m/s



9. Un automóvil de 1 000 kg de masa circula por una carretera horizontal con una velocidad constante de 72 km/h; el motor aplica sobre él una fuerza de 200 N en la dirección y sentido de su movimiento a lo largo de 500 metros.

- ¿Cuál es la energía cinética inicial del vehículo? S.  $2 \cdot 10^5 \text{ J}$
- ¿Qué trabajo ha realizado el motor sobre el automóvil? ¿Cuál será la energía cinética final suponiendo que no hay rozamiento? S.  $10^5 \text{ J}$  ;  $3 \cdot 10^5 \text{ J}$
- ¿Cuál es la velocidad final del automóvil? S. 88,2 km/h

10. Una pequeña esfera de 100 gramos de masa se deja caer desde el punto A por el interior de una semiesfera hueca como se indica en la figura. El radio de la semiesfera es de 30 centímetros. Se supone que no existen rozamientos.



- Calcula la energía potencial de la esfera en el punto A. S. 0,294 J
- ¿Qué tipo de energías tiene en M y cuáles son sus valores? ¿Y en N? ¿Y en B? S.  $E_{cM} = 0,294 \text{ J}$ ;  $E_{cN} = 0,196 \text{ J}$ ;  $E_{pN} = 0,098 \text{ J}$ ;  $E_{pB} = 0,294 \text{ J}$

**9.10. Examen realizado tras el proyecto**

---

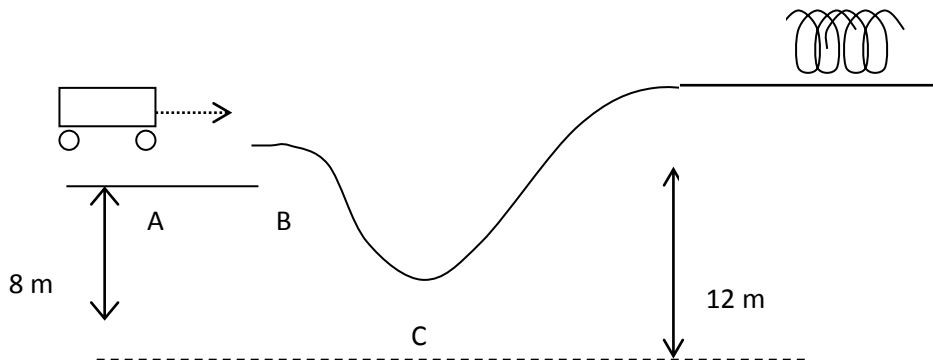
1) Explicar si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

- i) Una masa de 2 kg está a 3 m de altura. En ese punto su trabajo del rozamiento es de 58,8 J.
- ii) Si una maquina consume 5 kWh significa que ha consumido 5 kW por cada hora de funcionamiento.

2) Si el motor de un coche tiene una potencia útil (aprovechada) de 80 C.V. y un rendimiento del 30 %, calcular cuántos kWh consume en 20 min de funcionamiento.

3) Se lanza una vagoneta de 200 kg a una velocidad inicial de 50 km/h en el punto A.

- a) Si suponemos que no hay rozamiento calcular su velocidad en C.
- b) Calcular qué velocidad lleva cuando está entre B y C a 3 m de altura.
- c) Hasta qué distancia máxima comprime el muelle de  $k = 250 \text{ N/cm}$ .
- d) Si el tramo horizontal que va de A a B mide 9 m y consideramos ahora que en él afecta a la vagoneta una fuerza de rozamiento de 1400 N, volver a calcular la velocidad en C.



4) Un coche de 1200 kg comienza en lo alto de una rampa de 30 m de altura a 80 km/h.

- a) ¿Qué energía debe aportar el motor para que el coche acabe a 140 km/h?
- b) Si partiendo de la misma situación inicial el motor funciona durante 10 s a 60 C.V y además se pierden 600000 J debido al rozamiento, calcular a qué velocidad acaba el coche ¿La energía mecánica ha aumentado o ha disminuido?

