



FACULTAD DE CIENCIAS HUMANAS Y SOCIALES

MÁSTER UNIVERSITARIO EN FORMACIÓN DEL  
PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**FÍSICA EN BACHILLERATO**  
**ORIENTADA A LAS ENERGÍAS**  
**RENOVABLES Y A LA INGENIERÍA**  
**COMO PROFESIÓN**

*Autor:* Javier López San Martín

*Tutor:* Antonio Vela Pons

Pamplona, Septiembre de 2012

# ÍNDICE

1: INTRODUCCIÓN .....	3
2: OBJETIVOS .....	4
3: ANTECEDENTES .....	5
3.1: Teoría curricular técnica.....	5
3.2: Teoría curricular sociocrítica .....	5
3.3: Combinación de teorías existentes.....	6
3.4: Modelos actuales de éxito .....	6
4: APLICACIÓN DE METODOLOGÍA.....	8
4.1: Currículum oficial de Física en Bachillerato .....	8
4.2: Generación de energía eólica.....	8
4.3: Otros ejemplos de la vida cotidiana.....	17
5: RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	19
6: CONCLUSIONES .....	20
7: BIBLIOGRAFÍA.....	XXI

ANEXO. FÍSICA EN LOS JUEGOS OLÍMPICOS

# 1: INTRODUCCIÓN

Las primeras palabras de este trabajo deben ser motivación, y motivación. Motivación de los docentes, entendida como entusiasmo, y motivación de los alumnos, en el sentido de superación. Por tanto, aunque no siempre sea cierto, vamos a presuponer la existencia de la primera motivación, la del docente. Por tanto, el reto siguiente es conseguir la motivación del alumno. ¿Cómo conseguirla en el sistema educativo? Cualquier materia, independientemente de la rama a la que corresponda, va a resultar más atractiva para el alumno siempre que vea su aplicación en la vida cotidiana, o su uso.

En la actualidad, muchas de las salidas profesionales de los estudiantes de carreras técnicas, por ejemplo ligadas a la ingeniería, están ligadas al sector de las energías renovables, tan actuales en nuestra sociedad: energía eólica, solar, biomasa, geotérmica, maremotriz... sin olvidar otras fuentes o vectores energéticos que aún suenan a futuro, en combinación con las anteriores: hidrógeno, fusión nuclear...

Cuanto antes, primero, atraigamos la atención y la curiosidad de los futuros dirigentes y gestores de nuestra sociedad, es decir los alumnos, hacia este tema, y segundo, les concienciamos de la importancia del consumo responsable de la energía, más beneficio obtendremos de su conocimiento y aprendizaje en la materia en un futuro próximo. Y la materia de bachillerato que mejor entronca con este tema es sin duda la Física, sin olvidar la asignatura de Tecnología, donde también tendría cabida.

Palabras clave: motivación, energías renovables, física, bachillerato, ingeniería, sistema educativo.

## **2: OBJETIVOS**

El destino final de este Trabajo Fin de Máster de Formación de Profesorado debe ser su implementación en el aula, por tanto el objetivo es desarrollar una metodología de enseñanza, o llamémoslo una propuesta de sesión de trabajo, una reflexión... cuyas conclusiones puedan aplicarse directamente en el aula, bien mediante un cambio de materia a impartir, del alumno, del profesor o de los recursos o métodos didácticos empleados en la enseñanza. En concreto, en este trabajo se distingue un objetivo didáctico en el que el docente debe lograr que el alumno se interese por las ciencias, en concreto por la Física y la Química, a partir de ejemplos y experiencias vinculadas a la realidad cotidiana. El objetivo es único y claro: mejorar la motivación del alumno en su aprendizaje de la Física.

Está orientado a alumnos de Bachillerato, con el currículum oficial que se imparte en la Comunidad Foral de Navarra. El hecho de que sean alumnos ya orientados a estudios superiores facilita el uso de ejemplos más completos y prácticos, ya que su base de conocimientos teóricos es mayor.

### **3: ANTECEDENTES**

Un niño es educado desde que nace de una forma muy concreta en cada caso, dependiendo de multitud de factores: raza, cultura, nivel económico, religión, sexo... en su entorno. Al llegar a la escuela<sup>1</sup>, se enfrenta por primera vez a una diversidad con los otros alumnos. Esa diversidad se va a mantener a lo largo de toda su etapa formativa y, en definitiva, de su vida. Existen multitud de teorías curriculares para afrontar la forma de educar a los futuros miembros de nuestra sociedad. Por simplicidad, se distinguen las dos antagónicas, en función del rol que desempeña en ellas el alumno: técnica (rol pasivo) y sociocrítica (rol activo). ¿De qué forma influye cómo ha sido educado un docente en su labor como tal? Puede existir una teoría del “vaivén”: tanto la sociedad en su conjunto como sus entes individuales, oscilan entre concepciones antagonistas de modelos educativos a lo largo del tiempo, situándose en cada contexto cerca de un hipotético centro que comparte aspectos de todas ellas.

#### ***3.1: Teoría curricular técnica***

En esta teoría predomina el proceso cognitivo de memorización por parte del alumno, mientras que el aspecto crítico y creativo se reduce, que no se elimina. La educación está estructurada en asignaturas con un temario perfectamente definido, muchas veces con todo el currículum plasmado en un solo libro de texto.

El docente adopta el rol activo, dirigente, y la evaluación de cada alumno se efectúa con una valoración sobre conocimientos concretos.

La parte positiva de esta teoría radica en la cultura del esfuerzo individual del alumno para conseguir el objetivo de aprobar, y del respeto hacia la figura del “maestro”. El aprendizaje, más que un objetivo en sí mismo, es un resultado de este proceso.

Como aspecto negativo tiene la excesiva concreción del currículum y la mínima adaptación a la diversidad del alumnado.

#### ***3.2: Teoría curricular sociocrítica***

En contrapartida, esta teoría acentúa la participación del alumnado en el sistema educativo, eliminando su rol de subordinado e igualándolo con el docente, compartiendo un rol entre ciudadanos. Se fomenta la crítica, la opinión y la creatividad, dentro de un contexto de diversidad, y éste es su aspecto positivo.

Por el otro lado, de la disciplina, el respeto y el esfuerzo se pasa a un modelo más permisivo, comprensivo.

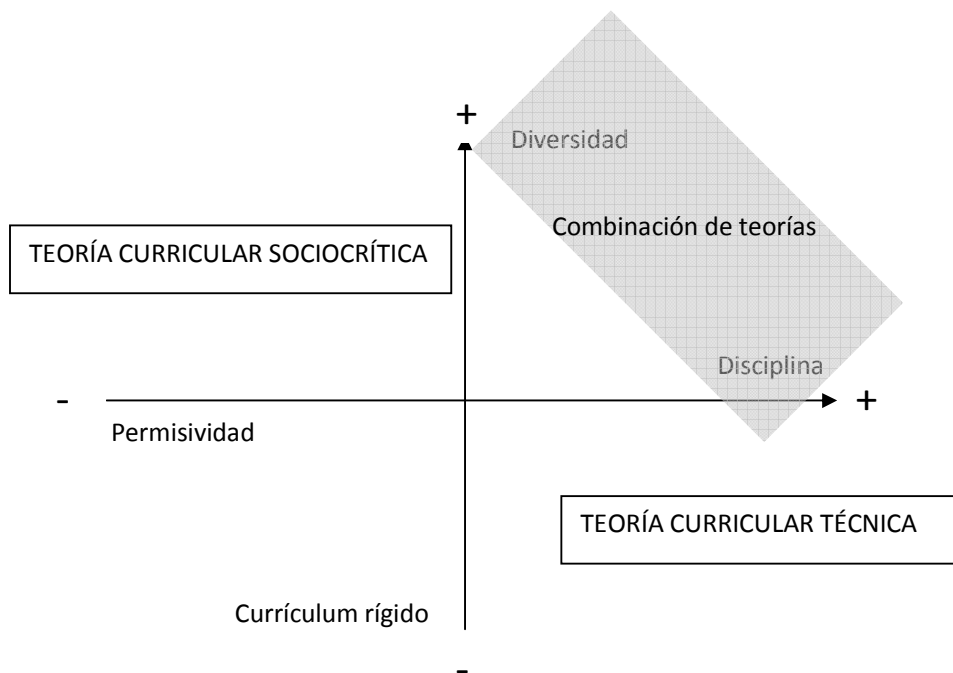
---

<sup>1</sup> Fernández Palomares, F. (coord.) (2003): Sociología de la Educación, Pearson, Madrid..

Taberner Guasp. J. (2008): Sociología y educación. Funciones del sistema educativo en las sociedades modernas, Tecnos, Madrid.

### 3.3: Combinación de teorías existentes

No hay que inventar nada, basta con aprovechar los aspectos positivos de las teorías existentes, juntándolos en una nueva que aparecería en el primer cuadrante de la siguiente gráfica, y que a la vez que atiende a la diversidad, mantiene la cultura del esfuerzo y la disciplina, adaptándola a cada alumno por individual. La teoría es muy sencilla y fácil de asimilar, pero ¿cómo implementarlo en la práctica?



### 3.4: Modelos actuales de éxito

Tal vez el referente mundial en sistema educativo sea hoy en día Finlandia, un país que está invirtiendo 200.000€ de media en cada estudiante, desde Primaria hasta la Universidad. No sólo eso, también se le inculca que no malgaste ese dinero que la sociedad invierte en sus estudios. Aquí aparece el primer eje de la gráfica anterior, el horizontal, de la disciplina. En segundo lugar, su concepción de los alumnos con dificultades no es que no son capaces, sino que su cerebro es diferente. Por tanto, se adaptan a esta diversidad, y tienen y disponen medios para ello.

En Singapur, otro referente, cada tres años renuevan el temario para incluir los últimos avances técnicos. De esta forma, el currículum no es rígido, no se queda obsoleto, y existe la creencia social de que la educación eleva la competitividad, de tal forma que a la universidad sólo van los mejores. Si bien se garantiza la diversidad e igualdad de oportunidades, es hasta cierto momento. Es una meritocracia, premian el esfuerzo y la excelencia.

Corea del Sur también destaca por su gran valoración en el eje horizontal, las claves: disciplina, sobreesfuerzo y respeto a la figura casi mítica del docente.

Otro aspecto muy importante es la calidad del profesorado, para atender desde la diversidad a todo su alumnado. Deben tener un alto grado de independencia en la clase, confianza por parte de la sociedad, con remuneración y prestigio acorde, sin olvidar su formación y entrenamiento continuos.

Y no debe omitirse que, si bien son fundamentales extraordinarios docentes, su alcance en la educación de sus alumnos es limitado. La familia es más importante que la escuela, y la estructura familiar está hoy amenazada. Además, existen otros agentes de socialización ajenos a la escuela que influyen en el alumno: grupos de pares, medios de comunicación... y chocan directamente con la escuela.

La educación en el siglo XXI<sup>2</sup> es un reto para los profesionales docentes hoy en día, y a su vez una gran responsabilidad. Por este motivo, la sociedad necesita a parte de sus mejores miembros desempeñar esta función.

En cualquier caso, un sistema con los mejores profesionales docentes, el mejor modelo o teoría curricular posible, no tendrá éxito si los pilares del sistema, es decir, los docentes y los alumnos no están motivados. La motivación es el motor del sistema educativo: motivación de los alumnos por aprender, transmitida por los docentes, pero también entusiasmo por parte de estos para enseñar, transmitir y educar en valores.

De nuevo aparece la palabra mágica: MOTIVACIÓN de los docentes y de los alumnos.

---

<sup>2</sup> Marchesi, A. y Martín, E. (1998). Calidad de la enseñanza en tiempos de cambio, Alianza, Madrid.

## 4: APLICACIÓN DE METODOLOGÍA

### 4.1: *Currículum oficial de Física en Bachillerato*

A continuación se transcribe el currículum oficial de la asignatura de Física y Química en Bachillerato<sup>3</sup>, desplegando aquellos temas que tienen aplicación en el caso práctico que se va a desarrollar en el siguiente apartado:

1. Teoría atómico molecular de la materia
2. El átomo y sus enlaces
3. Estudio de las transformaciones químicas
4. Química del carbono
5. Estudio del movimiento:
  - \* Estudio de movimientos con trayectoria rectilínea
  - \* Estudio de movimientos circulares. Relación entre velocidad lineal y angular
6. Dinámica:
  - \* Cantidad de movimiento y principio de conservación
  - \* Dinámica del movimiento circular
7. La energía y su transferencia: trabajo y calor
  - \* Energía cinética
  - \* Energía mecánica. Teorema de conservación
  - \* Calor. Calor intercambiado
8. Electricidad
  - \* Resistencia eléctrica
  - \* Intensidad de corriente eléctrica
  - \* La corriente eléctrica. Ley de Ohm. Generadores de corriente.
  - \* La energía eléctrica en las sociedades actuales

En la segunda parte de la asignatura, dedicada a la física, los contenidos se estructuran en torno a la mecánica y la electricidad. La mecánica se inicia con una profundización en el estudio del movimiento y las causas que lo modifican con objeto de mostrar el surgimiento de la ciencia moderna y su ruptura con dogmatismos y visiones simplistas de sentido común. El estudio de electricidad que se realiza a continuación ha de contribuir a un mayor conocimiento de la estructura de la materia y a la profundización del papel de la energía eléctrica en las sociedades actuales, estudiando su generación, consumo y las repercusiones de su utilización.

Con todo lo anterior, se elige un ejemplo que engloba gran parte de lo anteriormente expuesto, para aplicación de la metodología propuesta.

### 4.2: *Generación de energía eólica*

Hoy en día está muy extendida la industria eólica, con aerogeneradores dispersos por toda la geografía, tanto nacional como internacional. Una torre, generalmente blanca, con unas palas girando a una velocidad determinada, se ha convertido en un elemento más del entorno de cualquier excursión o perspectiva aérea que puede tener cualquier persona en un día normal. Por tanto, resulta muy cercano para los alumnos.

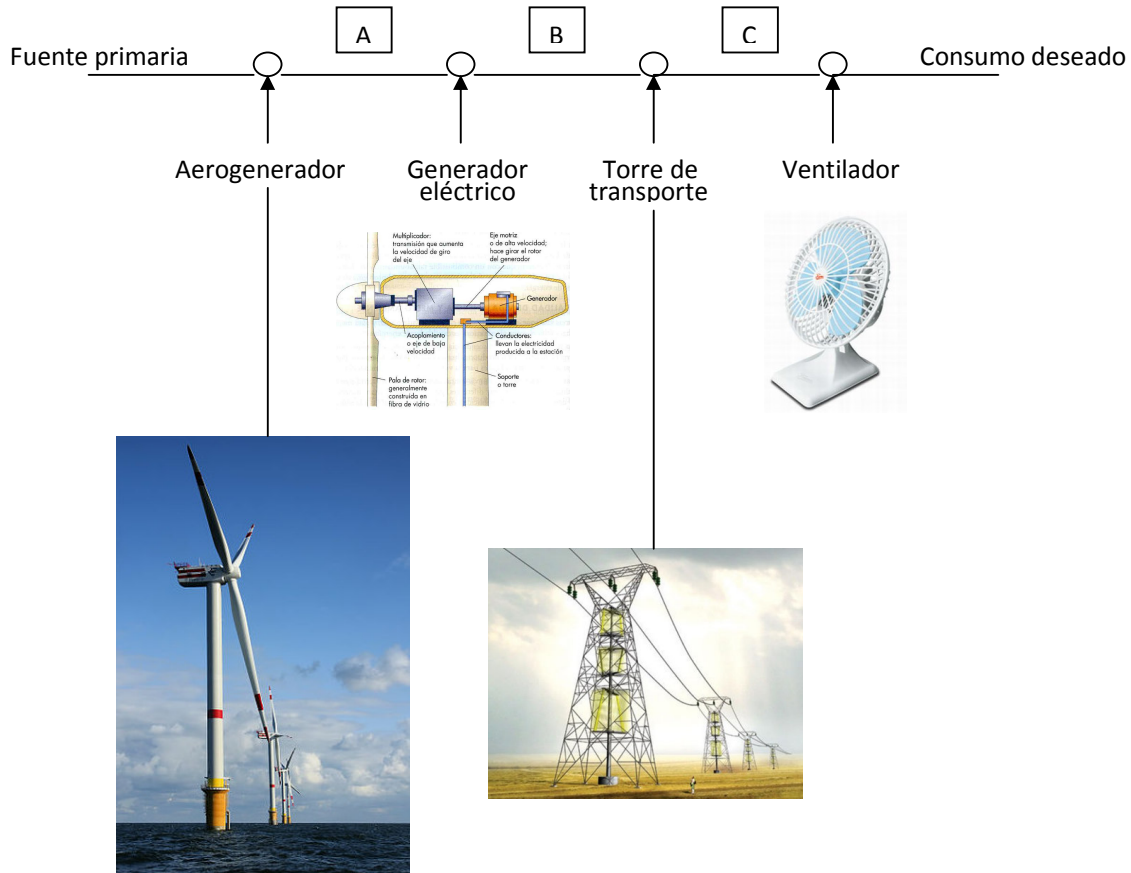
---

<sup>3</sup> Currículo de la asignatura Física y Química 1º Bachillerato.



¿En qué consiste un aerogenerador? ¿Cómo conseguimos la energía? ¿Qué tipo de energías intervienen? ¿Cómo funciona? Son preguntas frecuentes.

Entroncado en el currículum anteriormente citado, podemos distinguir:



Con este ejercicio se aprecia cómo la energía ni se crea ni se destruye, sólo se transforma. A partir de una fuente primaria, que en el caso de las energías renovables es prácticamente siempre el sol, se desarrolla toda la cadena de transformación de la energía.

Así, en primer lugar, el sol, al calentar la superficie de la Tierra, y las capas de aire que la circundan, provoca, por diferencia de densidades del aire en función de la temperatura del mismo, el viento. El aire caliente (menor densidad) asciende, dejando el espacio libre para ser ocupado por otro aire más frío, cuyo movimiento origina el viento, supongamos con una dirección horizontal, paralela al suelo, por tanto una velocidad lineal.

Este viento incide sobre el aerogenerador. La velocidad lineal del mismo es transformada en un primer paso de la cadena en velocidad de rotación de las palas del aerogenerador.

A- En esta fase tenemos una velocidad de rotación que se transmite por todo el eje de rotación del aerogenerador.

Esta velocidad de rotación es la que llega al generador eléctrico, situado en el interior del aerogenerador. Este elemento transforma dicha energía de rotación en energía eléctrica.

B- En esta fase se produce la evacuación de la energía eléctrica producida en el parque eólico.

Esta energía eléctrica llega a los puntos de consumo mediante una compleja red de distribución eléctrica, representada en el esquema con una torre de alta tensión.

C- La alta tensión es necesaria para minimizar las pérdidas en el transporte. Estas pérdidas se manifiestan en forma de calor desprendido debido a la resistencia de los cables.

Por último, la energía eléctrica llega al punto de consumo final, en este caso un ventilador, cuya misión es generar aire en movimiento, y orientarlo hacia donde se requiera.

El movimiento rotatorio de las aspas del ventilador produce un flujo de aire lineal, invirtiéndose en este punto final la transformación que se originó al comienzo de la cadena, con la fuente primaria, viento, y el movimiento de las palas del aerogenerador.

Si durante el proceso no se produjeran pérdidas (aerodinámicas, eléctricas, mecánicas), la cantidad de viento generada en el ventilador sería la misma que la diferencia entre el viento inicial que incide sobre el aerogenerador y la remanente una vez ha pasado por él. Éste es el principio de conservación de la energía.

La transformación de la energía ha sido posible gracias a la electricidad, tipo de energía que presenta las siguientes características:

- Ventaja: puede transformarse con relativa facilidad en cualquier otro tipo de energía. Alta calidad de energía.
- Desventaja: no se puede almacenar. Conforme se produce, debe ser consumida, salvo que se utilice un vector energético intermedio para almacenarla (pilas químicas, bombeo de agua, hidrógeno...)

En añadido, estas últimas afirmaciones pueden utilizarse en clase con los alumnos para profundizar en temas más completos, como la gestión de los diferentes tipos de energía, la importancia del ahorro y el consumo responsable de energía y medios.

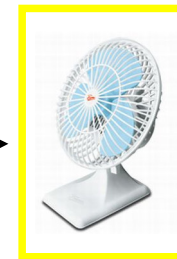
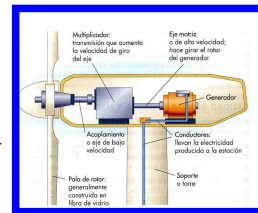
A continuación, se muestra un gráfico donde se puede ver en qué punto del ejemplo expuesto entroncan los diferentes temas del currículo oficial de Física y Química:

## 6. Dinámica:

- \* Cantidad de movimiento y principio de conservación
- \* Dinámica del movimiento circular

## 7. La energía y su transferencia: trabajo y calor

- \* Energía cinética
- \* Energía mecánica. Teorema de conservación
- \* Calor. Calor intercambiado



## 5. Estudio del movimiento:

- \* Estudio de movimientos con trayectoria rectilínea
- \* Estudio de movimientos circulares.  
Relación entre velocidad lineal y angular

## 8. Electricidad

- \* Resistencia eléctrica
- \* Intensidad de corriente eléctrica
- \* La corriente eléctrica. Ley de Ohm. Generadores de corriente.
- \* La energía eléctrica en las sociedades actuales

Más concretamente, pueden desplegarse los siguientes temas con los siguientes ejemplos específicos:

5. Estudio del movimiento:

**\* Estudio de movimientos con trayectoria rectilínea**

Viento: Velocidad relativa, composición de velocidades, teorema de Betz.



$$P_{\text{viento}} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \cdot \pi \cdot r^2$$

Para decidir el emplazamiento de un parque eólico, se hace un cálculo de velocidades promediadas de viento en el mismo.

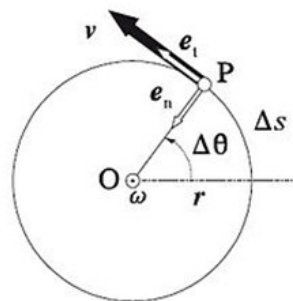
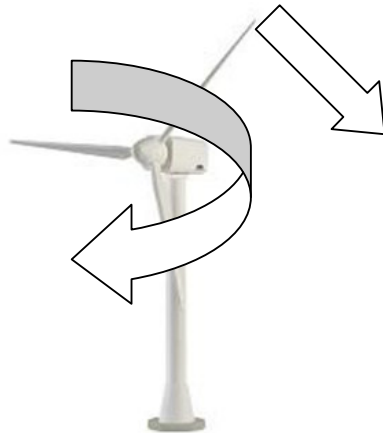
Velocidades típicas de viento en los parques eólicos son entre 15 y 20 m/s, lo que se corresponde, en la escala más conocida, con entre 55 y 75 km/h aproximadamente. Introduciendo estos valores en la fórmula, resultan unas potencias de aerogenerador, o de producción de energía eléctrica, del orden de MW. Un aerogenerador pequeño, con una superficie barrida correspondiente a unas palas de radio 30 m, genera del orden de 1 MW de potencia. Por su parte, un aerogenerador grandes (los actuales llegan a tener palas de radio 60 m) puede generar potencia por encima de los 4 MW.

$$P(R) = \frac{1}{2} \rho v^3 \pi R^2$$

$$P(2R) = \frac{1}{2} \rho v^3 \pi (2R)^2 = 4P(R)$$

**\* Estudio de movimientos circulares**

Relación entre velocidad lineal y angular:



La velocidad de giro de un aerogenerador está limitada por la velocidad en la punta de las palas, por criterios acústicos. Este límite se encuentra en torno a los 80 m/s. Así, un aerogenerador de los pequeños, de 30 m de radio, gira a unas 20 rpm. Un ejemplo de estos aerogeneradores son los del parque eólico del Perdón, primero de los instalados en Navarra allá por los años 90. Por el contrario, en los aerogeneradores grandes, de 60 m de radio, las palas giran a una velocidad angular de 10 rpm. Un ejemplo de estos se puede ver en la Sierra de Alaiz, con un giro más lento que los precedentes.

$$\omega(R) = \frac{V(R)}{R}$$

$$\omega(2R) = \frac{V(2R)}{2R} = \frac{1}{2}V(R)$$

## 6. Dinámica:

- \* Cantidad de movimiento y principio de conservación
- \* Dinámica del movimiento circular

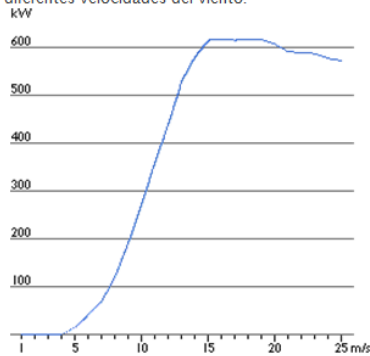
La velocidad de rotación del eje se transmite en el aerogenerador del eje de baja al multiplicador. Este componente, denominado multiplicadora, transforma el giro de baja velocidad de un elemento muy másico al giro mucho más rápido (relación de multiplicación) del eje de alta, que es el que entra al generador eléctrico.

Se puede trabajar con diferentes relaciones de multiplicación, obteniéndose de esta forma las velocidades de giro cercanas a la frecuencia de red eléctrica de la ubicación donde esté instalado el aerogenerador.

¿El aerogenerador gira siempre a la misma velocidad angular? Es una pregunta típica que pueden hacer los alumnos, y entroncaría con este tema:

### Curva de potencia de un aerogenerador

La curva de potencia de un aerogenerador es un gráfico que indica cuál será la potencia eléctrica disponible en el aerogenerador a diferentes velocidades del viento.



La gráfica anterior muestra cómo a velocidades por debajo de los 4 m/s, el aerogenerador no produce energía. A partir de este valor, la potencia que puede obtenerse de él crece en una curva que puede asemejarse a una recta, hasta los 15 m/s aproximadamente, donde llega a la máxima potencia, que en el caso del gráfico, al tratarse de un aerogenerador muy pequeño, oscila en torno a los 0,6 MW. A partir de esta velocidad de viento, el aerogenerador prácticamente mantiene la potencia, hasta una velocidad de viento de 25 m/s, donde se desconecta de la red y deja de producir, por temas de seguridad. Por supuesto si el aerogenerador estuviera dimensionado para estos valores, a mayor viento mayor producción de energía, debido a la mayor potencia desplegada, pero por temas de costes, hay un dimensionado óptimo para las velocidades de viento típicas.

## 8. Electricidad

### \* Resistencia eléctrica

Los cables de transporte no son conductores ideales, por lo que en ellos se producen pérdidas. Éstas serán mayores cuanto mayor sea la distancia recorrida por los cables. Las pérdidas son en forma de calor. Esto explica el fenómeno de encontrarnos muchos pájaros en los cables de alta tensión en invierno. Están buscando lugares más confortables.

Depende de la sección, pero para un cálculo rápido, se estima una resistencia en los cables conductores de  $0,5 \Omega/\text{km}$ . Por tanto, si se tiene una distancia entre punto de generación y de consumo de 100 km, la resistencia de los cables es  $50\Omega$ .

### \* Intensidad de corriente eléctrica

Esta variable es la que dimensiona los cables, y condiciona las pérdidas por calor. La relación  $V \cdot I$  (potencia eléctrica) se mantiene constante, y por tanto el transporte realizado a alta tensión resulta más efectivo energéticamente hablando.

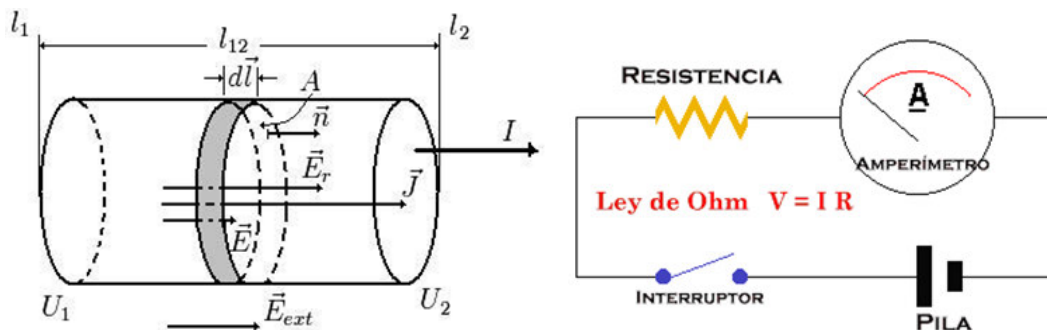
Se ve a continuación la importancia de transportar en alta tensión:

Se supone una potencia generada de 2MW, y dos tensiones: baja (220V, de consumo) y alta (220kV, de transporte).

$$P\acute{e}rdidas(V) = I^2 R = \left(\frac{Pot}{V}\right)^2 R$$

$$P\acute{e}rdidas(1000V) = \left(\frac{Pot}{1000V}\right)^2 R = \frac{1}{10^6} P\acute{e}rdidas(V)$$

### \* La corriente eléctrica. Ley de Ohm. Generadores de corriente



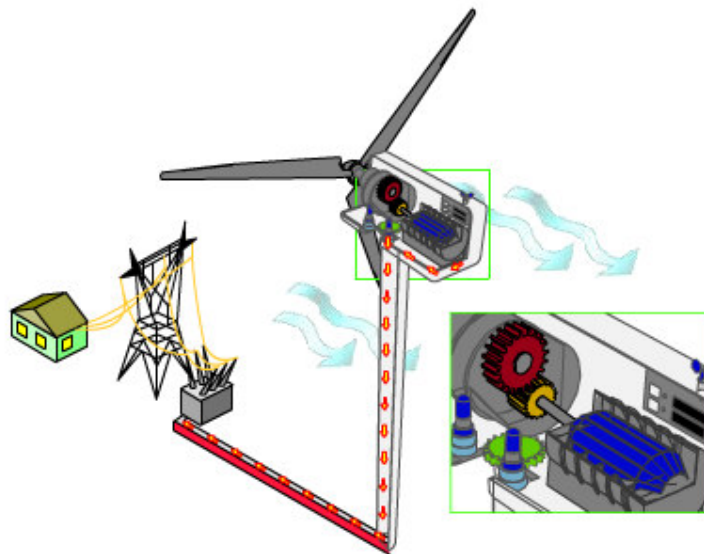
### \* La energía eléctrica en las sociedades actuales

En este punto se introducen valores reales de aparatos cotidianos, por ejemplo electrodomésticos y aparatos domésticos, y sus respectivos consumos, para que los alumnos se hagan una idea cualitativa de la relación entre lo que puede producir un aerogenerador y lo que se consume en una vivienda.

 Radio >15 w	 Máquina de coser >125 w	 Bomba para agua >400 w	 Plancha >1200 w
 Videocasetera o DVD >25 w	 Batidora manual >140 w	 Refrigerador estándar >575 w	 Aspiradora >1200 w
 Exprimidor de cítricos >35 w	 Televisor a color >150 w	 Cafetera >700 w	 Horno de microondas >1200 w
 Abrelatas eléctrico >60 w	 Computadora >150 w	 Secadora de pelo >825 w	 Calefactor >1300 w
 Estéreo >75 w	 Extractor de jugos >250 w	 Parrilla eléctrica >850 w	 Aire acondicionado >2950 w
 Cuchillo eléctrico >95 w	 Licuadora >350 w	 Tostador eléctrico >900 w	
 Ventilador >100 w	 Lavadora >375 w	 Horno eléctrico >950 w	 =100 Watts

## 7. La energía y su transferencia: trabajo y calor

- \* Energía cinética de rotación
- \* Energía mecánica. Teorema de conservación



Internamente, los componentes mecánicos del aerogenerador giran, y en función de su masa desarrollan una energía cinética:

$$E_c = \frac{1}{2} I \omega^2$$

siendo para el cilindro:  $I = \frac{1}{2} MR^2$

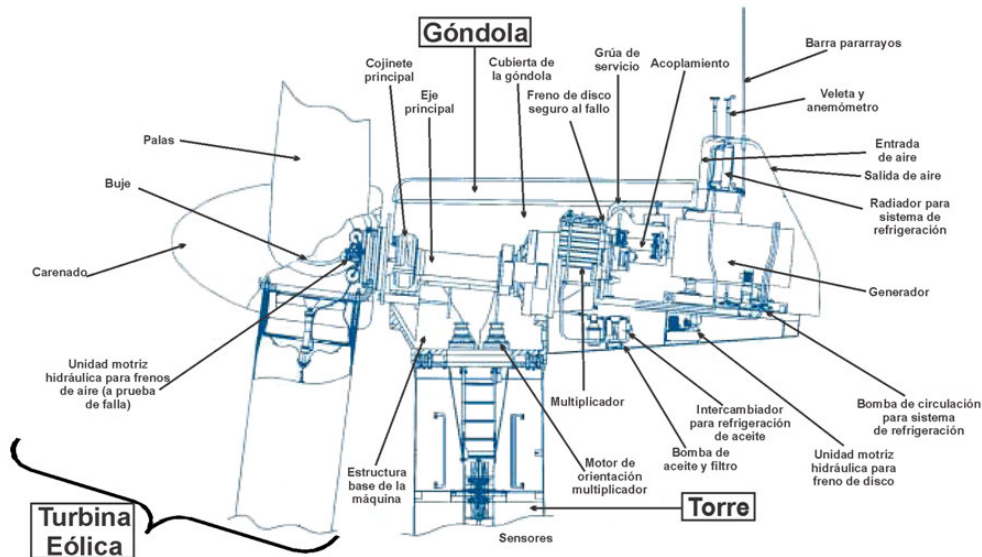
El generador eléctrico gira, tras la correspondiente multiplicación llevada a cabo por el multiplicador, a aproximadamente 1500 rpm, por tanto:



$$E_c = \frac{1}{2} \left( \frac{1}{2} 750 \text{kg} (0,5 \text{m})^2 \right) (150 \text{rad/s})^2 \approx 1 \text{MJ}$$

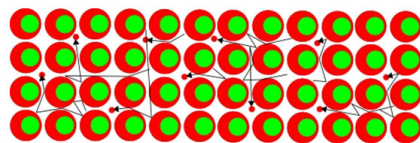
El mismo cálculo puede hacerse para el resto de componentes mecánicos de la góndola, siguiendo el principio de conservación de la energía, exceptuando las pérdidas por rozamiento.

Esta energía por unidad de tiempo se aproxima a la potencia que puede desarrollar el aerogenerador.



**\* Calor. Calor intercambiado**

Efecto Joule: la energía cinética de los electrones se reduce en función de la cantidad de choques y restricciones que se interpongan en su camino.



Tomando el ejemplo visto anteriormente, sustituyendo los valores:

$$Pérdidas = \left( \frac{2 * 10^6 \text{W}}{220 * 10^3 \text{V}} \right)^2 50 \Omega \approx 4 \text{kW}$$

Por tanto, para transportar 2 MW, se pierden 4kW en calor que pasa a la atmósfera, esto es el 0,2%. Es un valor orientativo. Si se hubiera realizado el transporte en baja tensión, este porcentaje habría subido por encima del 100%, algo sólo posible desde el punto de vista matemático, ya que físicamente no tiene ningún sentido. La línea no podría hacer llegar 2MW al punto de consumo, a 100 km, y toda la potencia se perdería por el camino en forma de calor, algo inaceptable desde el punto de vista de eficiencia en el transporte. Con este ejemplo se ve la importancia de transportar a alta tensión, debido al efecto Joule, ya cuantificado con valores reales.



### **4.3: Otros ejemplos de la vida cotidiana**

En mi experiencia en el Practicum II, en el centro Salesianos, tuve la oportunidad de impartir una charla a los alumnos de 4º ESO relacionada con el uso responsable de la energía. Inicié la hora de exposición tratando de conseguir la atención de los alumnos con una frase introductoria y una pregunta.

“La energía ni se crea ni se destruye, sólo...”. Todos los alumnos eran capaces de terminar la frase de manera correcta “... sólo se transforma”. Tras captar la atención de todos los alumnos, les hago la pregunta clave: “¿Cuál es la energía más limpia?”. Respuestas frecuentes son cualquier tipo de energía renovable, tal como eólica, solar, hidráulica... pero no es así. Les dejo que piensen y que comenten en voz alta sus reflexiones, para finalmente decir: “La energía más limpia es la que no se consume”. A continuación, les pregunto por pautas para seguir con la sentencia anterior: austeridad en el consumo, uso de transporte público y bicicleta, escaleras vs ascensor, agua templada vs agua caliente, tiempo de ducha vs bañera, calefacción en casa (no para estar en mangas de camisa), aire acondicionado... Todas estas pautas sencillas son importantes, tanto por el efecto deseado que producen como por la ejemplaridad de realizarlas ante otras personas, que pueden adoptar las mismas conductas. Esto se les hace ver a los alumnos, y mi experiencia es que el tema les interesó, y que algo de concienciación logré, desconozco si se mantendrá tras estos meses.

A raíz de este foro, se originó otro acerca de los tipos de energía, y de cuál puede ser el futuro. Les hablé de las características favorables de la electricidad (se puede transformar en cualquier tipo de energía), y de los inconvenientes de la misma (no se puede almacenar), y cómo puede complementarse la misma con las nuevas tecnologías en auge: hidrógeno como vector energético y energía de fusión como energía “cuasi” inagotable.

Por otro lado, en la oportunidad que he tenido como docente en la Universidad, con la asignatura de Dibujo Industrial, también he comprobado la utilidad de poner ejemplos cotidianos, cercanos y visibles para el alumnado. Al trabajar sobre el despiece de una válvula de bola para la regulación del caudal de paso de un fluido por un conducto, su motivación, y consecuentemente su comprensión, mejoró notablemente a partir del día que les llevé una válvula real que había desmontado en casa y que aproveché para fines didácticos. El ver, tocar, desmontar, lo que luego veían los alumnos en el plano ayudó a mi labor docente.

Por último, en las asignaturas del Máster del módulo de especialidad, he tenido oportunidad de ver experimentos, tanto de Física como de Química, con este mismo objetivo: utilización de hojas de cálculo Excel para deducir de las fórmulas el movimiento de los planetas alrededor del Sol, y para representar gráficamente los resultados del movimiento parabólico, con y sin fricción; prácticas de laboratorio para la síntesis del nylon; prácticas sencillas de aplicaciones de la Física, construcción de un submarino, refracción de la luz, leyes de acústica; el programa Interactive Physics, que puede ser utilizado para simular ejemplos de cinemática y dinámica relativamente complejos.

Respecto al uso de las nuevas tecnologías para la didáctica de las ciencias experimentales, el uso de programas como el anteriormente citado ayuda al profesorado, siendo ya de aplicación en numerosos centros, tal como se recoge en el artículo<sup>4</sup> de la Universidad Politécnica de Madrid, y el ejemplo del uso del programa Moodle para los futuros ingenieros.

---

<sup>4</sup> UTILIZACIÓN DE MOODLE PARA LA INTEGRACIÓN DE MATERIALES DIDÁCTICOS DE APOYO A LA FÍSICA DE PRIMER CURSO DE INGENIERÍA

Las noticias de prensa también deben ser un referente para el profesorado, donde temas de actualidad pueden ser tratados desde la óptica más científica, siempre que los contenidos y complejidad coincidan con el temario planificado, pudiéndose permitir ciertas libertades. Un ejemplo de esta estrategia se muestra en el Anexo, coincidente con la redacción de este Trabajo Fin de Máster.

Aprovechando un tema de actualidad, como han sido los Juegos Olímpicos de este verano, Londres 2012, se desarrollan una serie de problemas relacionados con las diferentes pruebas en las que se compiten. La propuesta surge al escuchar a un deportista de la delegación española, David Cal, en una entrevista que le realizaron tras la consecución, por tercera olimpiada consecutiva, de una medalla de plata en una de las modalidades de piragüismo. Desde las últimas olimpiadas de Pekín, en 2008, había colaborado en su equipo un grupo de investigación de una Universidad, con el objetivo de diseñar de piragua con una aerodinámica especial que redujera su fricción con el agua. Este hecho lleva al autor a reflexionar de nuevo acerca de la relación que tienen la física, la ingeniería y la vida cotidiana. En el Anexo, se proponen diferentes problemas entroncados en el currículum de física.

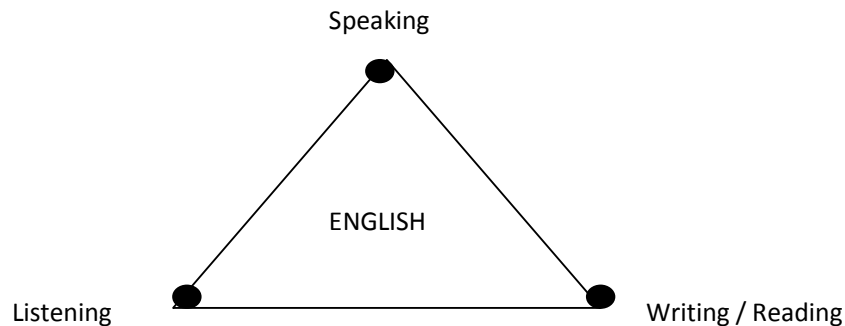
## 5: RESULTADOS Y ANÁLISIS

No todo tema o asignatura puede aplicarse con esta metodología, ni el docente debe abusar de ella. Mi experiencia como alumno, sobre todo en la Universidad, me dice que las asignaturas difíciles, abstractas, alejadas a priori de la realidad cotidiana, son también útiles. Probablemente no tanto por el hecho de los conocimientos adquiridos, que también, sino más por el reto de aprobarlas, el esfuerzo desempeñado para sacarlas adelante, la estructura mental que se va creando ante estas dificultades en el alumno.

Pero debe fomentarse sobre todo la implicación verdadera de los alumnos en los temas a impartir. Antes se decía: "La letra, con sangre entra". Yo lo cambiaría por: "La ciencia, con motivación entra".

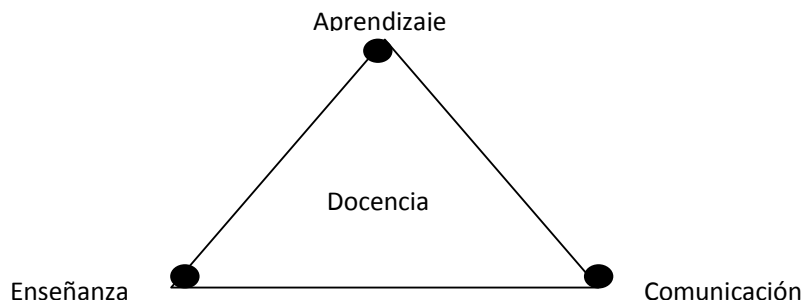
Respecto a la posibilidad de utilizar en esta metodología un aprendizaje integrado de contenidos y lengua extranjera, las energías renovables en general se prestan a ello, ya que existen infinidad de bibliografía, artículos y páginas de internet del tema, sobre todo en inglés.

Potenciando su uso, podemos fomentar en los alumnos el desarrollo simultáneo de los contenidos de la asignatura con las competencias de un segundo idioma:



## 6: CONCLUSIONES

- 1) Para que un sistema educativo funcione, el docente debe conseguir que el alumno quiera aprender, y al docente debe entusiasmarle enseñarle. Esto se consigue con la enseñanza basada en casos reales, aplicaciones cotidianas.
- 2) En un docente, tan importante es su función de enseñar como la de aprender y la de comunicar, constituyendo estos tres pilares la base de la docencia.



- 3) “La escuela debe ser un lugar divertido y eficaz”, dice Salman Khan, profesor que graba las lecciones y las cuelga gratis en Internet, para que los alumnos vean los vídeos en casa y aprovechen el horario escolar para resolver dudas, ampliar el tema o desarrollar proyectos que estimulen su capacidad creativa.

Por último sin ser conclusiones del alcance de este trabajo, sino de lo aprendido a lo largo del Máster, se citan las siguientes reflexiones:

- A) La labor del profesor no es demostrar lo que sabe, sino transmitirlo.
- B) La tecnología es muy útil, pero la clave de una enseñanza de calidad pasa por contar con buenos profesores.
- C) No se debe exigir menos a los alumnos, sino más al colegio.
- D) El sistema educativo de toda la vida no logra interesar a los alumnos que han crecido en un mundo diferente, con una sobreestimulación provocada por un consumo excesivo de televisión, Internet, publicidad o videojuegos.
- E) Talento más pasión es igual a éxito. La clave es de qué manera un alumno es inteligente, no si lo es.
- F) La educación tiene que ver con desarrollar seres humanos, y el desarrollo humano no es lineal. Por tanto, ¿debemos clasificar a los alumnos por edades?
- G) Los niños crecen en un sistema que sólo les permite manejar una respuesta posible, cuando el pensamiento divergente es la capacidad que tiene el ser humano de encontrar muchas respuestas posibles a una única pregunta.

## 7: BIBLIOGRAFÍA

1. Fernández Palomares, F. (coord.) (2003): Sociología de la Educación, Pearson, Madrid..  
Taberner Guasp. J. (2008): Sociología y educación. Funciones del sistema educativo en las sociedades modernas, Tecnos, Madrid.
2. Marchesi, A. y Martín, E. (1998). Calidad de la enseñanza en tiempos de cambio, Alianza, Madrid.
3. Currículo de la asignatura Física y Química 1º Bachillerato.
4. UTILIZACIÓN DE MOODLE PARA LA INTEGRACIÓN DE MATERIALES DIDÁCTICOS DE APOYO A LA FÍSICA DE PRIMER CURSO DE INGENIERÍA  
R. Mª Benito, Mª E. Cámara, J. C. Losada, F. J. Arranz, L. Seidel. Universidad Politécnica de Madrid.
5. [www.i-natacion.com](http://www.i-natacion.com)
6. Física y Química. 1º Bachillerato. McGrawHill 2008. ISBN: 978-84-481-6650-2.

## **ANEXO. FÍSICA EN LOS JUEGOS OLÍMPICOS**

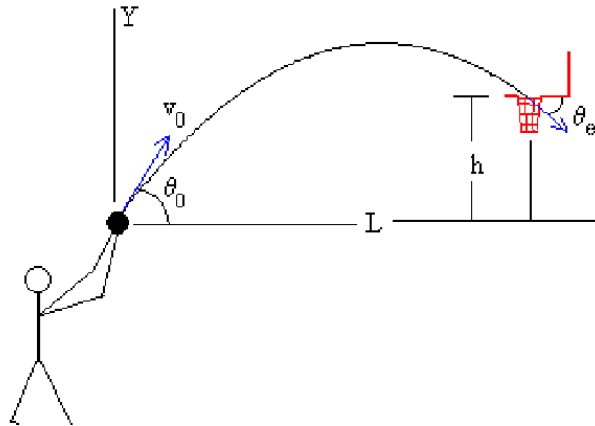
## CINEMÁTICA:

### Baloncesto

Calcular la velocidad absoluta con la que debe lanzar un jugador de baloncesto un triple, desde la distancia mínima (7 m) de la línea exterior, con las manos a 2,10 m y la canasta a 3,30 m de altura, si el balón coge una altura máxima en su trayectoria de 4,65 m.

Considerando el balón de diámetro 40 cm, una vez realizado el cálculo anterior, hallar el margen que tiene el jugador (precisión de tiro) respecto a la velocidad horizontal de salida del balón si el aro de la canasta es de 50 cm.

La finalidad de este ejercicio es la comprensión del tiro parabólico. La velocidad absoluta del balón al salir de las manos del jugador puede descomponerse en sus dos componentes, horizontal y vertical. Así como la horizontal permanecerá constante en todo el vuelo del balón aproximándose a la canasta, la vertical irá decreciendo por efecto de la gravedad. Estas velocidades iniciales son desconocidas, y por tanto incógnitas en el problema. Sin embargo, se conoce el máximo valor de desplazamiento vertical, coincidente con el punto en que la velocidad vertical es cero, y que las trayectorias en los ejes horizontal y vertical tienen que coincidir en el punto donde está situada la canasta.



Se han buscado unos números para que los valores obtenidos en la resolución sean enteros.

Se plantean las cuatro ecuaciones, con cuatro incógnitas a despejar:

$$7 \text{ (m)} = V_x \text{ (m/s)} * t_f \text{ (s)}$$

$$3,3 \text{ (m)} = 2,1 \text{ (m)} + V_y \text{ (m/s)} * t_f \text{ (s)} - \frac{1}{2} * 10 \text{ (m/s}^2\text{)} * t_f^2 \text{ (s}^2\text{)}$$

$$0 \text{ (m/s)} = V_y \text{ (m/s)} - 10 \text{ (m/s}^2\text{)} * t_m \text{ (s)}$$

$$4,65 \text{ (m)} = 2,2 \text{ (m)} + V_y \text{ (m/s)} * t_m \text{ (s)} - \frac{1}{2} * 10 \text{ (m/s}^2\text{)} * t_m^2 \text{ (s}^2\text{)}$$

Resultado:  $V = 7,096 \text{ m/s}$

Para la segunda parte del ejercicio, se deja un margen de 10 cm entre la canasta y el balón, y se realizan dos ejercicios análogos al anterior con las posiciones límites máxima (7 m + 0,1 m) y mínima (7 m – 0,1 m), resultando dos nuevas velocidades absolutas. La diferencia entre éstas y la anterior es la precisión que debe tener el jugador en su tiro.

Los valores proporcionados son valores reales, o por lo menos muy cercanos a la realidad, y el alumno los puede validar en orden de magnitud y con coherencia los mismos, en un ejercicio que le acerca a una aplicación directa del tiro parabólico, más allá de la aplicación de las fórmulas. En definitiva, el alumno, salvo que no le guste el deporte, estará más motivado con este tipo de problemas.

### Atletismo

*Usain Bolt, récordman mundial de los 100 y 200 m lisos, no se caracteriza por tener unas buenas salidas. En los 100 m, donde más crítica si cabe es la salida, el récord está en 9,58 s. Este récord lo consiguió con una velocidad de reacción de 0,309 s. Calcular cuánto más rápido tiene que ir para batir el récord del mundo en una centésima si consigue una velocidad de reacción de 0,346 s en la prueba de Londres.*

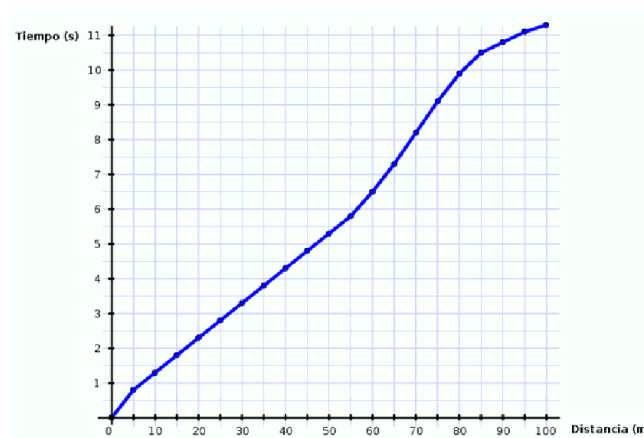
¿Tienen los alumnos una idea de la velocidad a la que puede correr un hombre en distancias cortas? Seguro que la de un coche es sabida por todos, gracias al cuentakilómetros. Con este ejercicio sencillo se pretende que el alumno, motivado por esa respuesta que de modo intuitivo no conoce, se preste a hacer el ejercicio de inmediato.

$$100 \text{ (m)} = (9,58 \text{ (s)} - 0,309 \text{ (s)}) * V \text{ (m/s)}$$

$$100 \text{ (m)} = (9,57 \text{ (s)} - 0,346 \text{ (s)}) * V_{WR} \text{ (m/s)}$$

Resultado: 3,66 % más rápido que los 38,83 km/h

Esta velocidad es una velocidad media a lo largo de los 100 m. Hay que tener en cuenta, además, que la velocidad de un corredor es progresiva, y que tarda unos segundos, desde la salida, hasta alcanzar la máxima. Es por ello que podemos decir que los hombres más rápidos del planeta son capaces de alcanzar en llano velocidades por encima de los 40 km/h. Este dato interesa a los alumnos, que se preguntarán a qué velocidad pueden correr ellos.





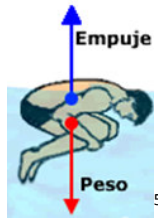
Se puede proponer hacer una tabla como la de la figura, donde la tangente a la curva en cada punto representa la velocidad puntual del atleta.

## DINÁMICA:

### Natación sincronizada

*Hallar la fuerza que tienen que hacer las compañeras de equipo, durante 1 s, a la nadadora que sale despedida del agua verticalmente en un salto de 1,8 m de altura, suponiendo que le sueltan a ras de superficie. Datos: la nadadora tiene una masa de 50 kg, repartidos en sus 0,04 m<sup>3</sup> de cuerpo.*

La resolución de este problema implica el conocimiento y dominio del principio de Arquímedes. Sobre la nadadora actúan tres fuerzas: su peso, la flotación en el agua y el empuje al que le someten sus compañeras, que es precisamente la incógnita. En este sistema de fuerzas, la resultante debe ser tal que la nadadora adquiera una aceleración que le permita, en el tiempo que dura la misma, adquirir una velocidad a ras de superficie suficiente para llegar a la altura especificada.



Ecuaciones a tener en cuenta:

$$\text{Cinemática: } 1,8 \text{ (m)} = V \text{ (m/s)} * t \text{ (s)} - \frac{1}{2} * 10 \text{ (m/s}^2\text{)} * t^2 \text{ (s}^2\text{)}$$

$$0 \text{ (m/s)} = V \text{ (m/s)} - 10 \text{ (m/s}^2\text{)} * t$$

$$V \text{ (m/s)} = a \text{ (m/s}^2\text{)} * t \text{ (s)}$$

$$\text{Equilibrio de fuerzas: } F \text{ (N)} + 0,04 \text{ (m}^3\text{)} * 10.000 \text{ (N/m}^3\text{)} - 500 \text{ (N)} = 50 \text{ (kg)} * a \text{ (m/s}^2\text{)}$$

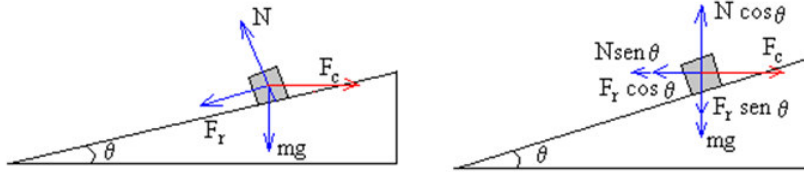
Resultado:  $F = 400 \text{ N}$ .

### Ciclismo en pista

*Suponiendo un coeficiente de rozamiento de 0,2 entre la pista y las ruedas de la bicicleta, calcular la velocidad máxima a la que puede pasar un ciclista por la curva (radio 50 m), si el peralte forma un ángulo de 35° con el plano horizontal.*

---

<sup>5</sup> [www.i-natacion.com](http://www.i-natacion.com)



Las ecuaciones<sup>6</sup> son las siguientes:

$$N \cos \theta = F_r \sin \theta + mg$$

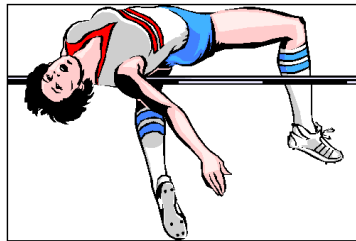
$$N \sin \theta + F_c \cos \theta = mv^2 / R$$

Resultado:  $V = 78,22 \text{ Km/h}$

## ENERGÍA

### Salto de altura

Un saltador se dispone a realizar un salto de altura. Consigue adquirir una velocidad previa al salto de  $20 \text{ km/h}$ . Asumiendo una técnica perfecta de salto, y habiendo conseguido superar una altura de  $2,20 \text{ m}$ , calcular la energía de salto por unidad de masa que tiene que desarrollar el saltador.



En este problema debe asumirse lo siguiente: el atleta hace una aproximación al obstáculo adquiriendo una cierta velocidad, y por tanto una energía cinética. Cuando el atleta está superando el listón, se asumirá que su velocidad es cero. Por tanto, la energía cinética en el momento del salto se transforma en energía potencial íntegramente. Pero no es suficiente para superar el listón. Es necesario por parte del atleta el aporte de una energía extra, además de la técnica, por supuesto, que será la diferencia entre las dos energías anteriores.

Resultado: Energía por unidad de masa =  $6,57 \text{ J / Kg}$

Por supuesto un atleta más pesado (con más masa) necesitará desplegar mayor energía para superar el listón, que uno más liviano. Este tipo de conclusiones ayudan al alumno a interiorizar las ecuaciones.

<sup>6</sup> Física y Química. 1º Bachillerato. McGrawHill 2008. ISBN: 978-84-481-6650-2.

## Ciclismo

*Calcular la potencia que desarrolla un ciclista de 70 kg al subir un puerto de 1000 m de desnivel en 1h30min.*

Este problema trata de ver las diferencias entre las fisonomías de los diferentes ciclistas. Hay algunos capaces de desarrollar una gran potencia, es decir, una energía en un período corto de tiempo, como los ciclistas, y otros más escaladores, capaces de subir puertos a ritmo. Incluso entre estos últimos se distinguen aquellos que pueden hacer ataques explosivos, en un corto tiempo de ascensión, para descolgar a sus rivales. Los primeros tienen una fisonomía muy musculosa para desarrollar esa gran potencia, y los segundos tienen unos músculos más finos, orientados a la alta resistencia ante un esfuerzo continuado.

Resultado: 129,63 W