



EDICIÓN EN  
ESPAÑOL



# CONSTRUYENDO LA FÍSICA A TRAVÉS DEL FÚTBOL

BASADO EN: ISTAGE 3. FÚTBOL EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS



## AUTORES

Miguel Ángel Queiruga Dios , Noelia Velasco Pérez y María Díez Ojeda



**EDITA:**

Editorial Q - [www.editorialq.com](http://www.editorialq.com)

**ISBN-13:**

978-84-15575-08-5 (versión impresa)

978-84-15575-09-2 (versión digital)

**DISEÑO PORTADA:**

Santi Lustres, [sanlustres@gmail.com](mailto:sanlustres@gmail.com)

**MAQUETACIÓN E IMPRESIÓN:**

Nacho Ramos - Soluciones Gráficas

**AUTORES:**

Miguel Ángel Queiruga Dios, Noelia Velasco Pérez y María Diez Ojeda

Colegio Jesús-María (Burgos, España)

Universidad de Burgos (Burgos, España)

**COLABORADORES:**

Miguel de Miguel Rábanos, Trinidad Ruiz López y Berta Maestro Santamaría

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional.



[maqueiruga@gmail.com](mailto:maqueiruga@gmail.com)



# Prólogo

**Construyendo la física a través del fútbol**, muestra una aplicación de éxito, llevada a cabo en un aula de 4° de ESO, de una secuencia de actividades a través de la gamificación, utilizando el fútbol como elemento motivador. En este libro se facilitan las dinámicas a seguir y se especifican los recursos necesarios para que se pueda replicar en el aula.

Habitualmente, la asignatura de Física es considerada por los alumnos una de las más difíciles, tanto en secundaria como en bachillerato. No obstante, esta materia es de gran importancia, pudiendo afirmar que muchos de los conceptos de otras disciplinas nacen a partir de la física, al igual que nos ayuda a entender multitud de situaciones de nuestra vida cotidiana.

Energía, fuerzas y movimiento son algunos de los conceptos que se trabajan desde educación primaria y que se desarrollan a un nivel más avanzado en educación secundaria en la asignatura de física. Sin embargo, siguen siendo en estos últimos cursos unos de los conceptos hacia los que el alumno se muestra más desmotivado y manifiesta dificultades para su comprensión. Esto puede ser debido a la forma en la que se enseñan estos contenidos en el aula.

Si la física es una ciencia experimental, ¿por qué no se implementa de la misma manera en el aula?, ¿por qué no se adoptan visiones de enseñanza constructivistas centradas en el estudiante? ¿No sería más sencillo trabajar estos conceptos desde una visión que ayude a los alumnos a relacionarlo con situaciones desde su propia vivencia?

En muchos casos no se llevan al aula estas buenas prácticas, aludiendo a la falta de disponibilidad de un laboratorio bien dotado o al desinterés del alumnado. Esto les dificulta a realizar por un lado actividades experimentales y por otro a plantearlas desde un punto constructivista, lo que dotaría a los alumnos de herramientas necesarias para la resolución de problemas a través de procedimientos establecidos por ellos mismos, ya que esto supone un proceso activo, participativo e interactivo por parte de los estudiantes.

Para compensar estas debilidades se plantea encontrar un punto de motivación en el alumnado a través de actividades de gamificación educativas: conseguir desarrollar a través de los elementos de un juego, y como tal, con unas reglas establecidas (límites de tiempo, puntuaciones, superación de retos, etc.), que los estudiantes se involucren con la finalidad de mejorar el aprendizaje desde la transformación de su actitud en el aula y ante la asignatura.

Dicho esto, se debe diferenciar juego de gamificación. Esta última es una herramienta para el aprendizaje que da forma a una secuencia de actividades que se ve sustentada

por las concepciones del juego. Algunas de las características que hay que tener en cuenta en la gamificación son: marcar unas bases para el juego, estipular la mecánica a seguir, tener claro el objetivo a lograr (resolución de problemas), conseguir encontrar una conexión entre el jugador y el juego, promover el aprendizaje y encontrar un elemento motivador.

La gamificación favorece las experiencias cooperativas dentro del aula potenciando la participación de todos los individuos del grupo, motivados por un mismo objetivo: la resolución del problema y, de manera indirecta, su aprendizaje.

De un diseño de experiencias que nos permitan una experimentación con materiales asequibles (tizas, metro, balón...), aprovechando las tecnologías disponibles (como es el uso del dispositivo móvil) y de herramientas y aplicaciones que nos ayuden en el proceso, nace el presente libro **Construyendo la física a través del fútbol**.

*María Díez Ojeda*

# Introducción

En este libro presentamos una serie de actividades de gamificación en torno al fútbol. Queremos integrar en los contenidos del currículo de Física y Química de 4º de la ESO de Castilla y León (en el Anexo se encuentran detallados algunos aspectos del currículo que se han abordado con esta unidad didáctica) la propuesta: **iSTAGE 3. Fútbol en la enseñanza de las Ciencias**, desarrollada por Science on Stage, <https://www.science-on-stage.eu/>.

Tomando como base esta propuesta, se han completado y adaptado contenidos manteniendo una metodología constructivista de resolución de problemas. No se trata de que el alumno tenga que aplicar los contenidos y fórmulas que ha aprendido previamente. En esta unidad vamos a descubrir cuáles son las ecuaciones del movimiento rectilíneo uniforme y las ecuaciones del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado, del mismo modo que trabajaba Galileo Galilei: experimentando, observando y deduciendo la relación que existe entre las variables del movimiento.

El desarrollo de estos contenidos se ha hecho en 8 sesiones. Se ha intentado ajustar el contenido de cada sesión a los aproximadamente 50 minutos que es la duración habitual de una clase.

Este proyecto, desarrollado en el colegio Jesús-María de Burgos y en el que participaron alumnos del Máster del Profesorado, fue seleccionado para participar en la final European STEM League el 20-21 de octubre de 2017 en el German Football Museum de Dortmund.

En esta final se dieron cita los 11 proyectos seleccionados, entre profesores de toda Europa, que habían implementado en el aula actividades de Fútbol en la Enseñanza de las Ciencias.



UNIVERSIDAD  
DE BURGOS



JESÚS-MARÍA  
BURGOS



THE EUROPEAN NETWORK FOR SCIENCE TEACHERS



Cofinanciado por el  
programa Erasmus+  
de la Unión Europea



De izquierda a derecha: Miguel Ángel Queiruga, Pablo Olmedillo, Daniel Rebolleda, Íñigo Santesteban y Noelia Velasco, en la final de la European STEM League celebrada en Dortmund



Nuestros videos de presentación:

<https://youtu.be/-CtupQh0B3U> // <https://youtu.be/qvkeKA3nwow>



# Presentación

¡Bienvenidos a **Construyendo la física a través del fútbol!**

Los contenidos de esta publicación se han dividido en 8 sesiones, en las que se dan sugerencias sobre cómo aplicar gamificación y constructivismo al estudio de algunos contenidos de física.

Son propuestas abiertas que cada cual puede modificar a su gusto en función de su grupo de alumnos.

En la Sesión 1, se detectan los conocimientos previos del alumno, lo que servirá al profesor para determinar en qué aspectos hacer hincapié, definir nuevas actividades o establecer un ritmo de implementación adecuado. Entre la Sesión 2 y la Sesión 7, se trabajan los contenidos de física. Cada sesión tiene una explicación de cómo llevarla a cabo en el aula y, en general, hace referencia a una Ficha, que puede directamente fotocopiar y entregarse a los alumnos para el desarrollo de la actividad, permitiendo en muchos casos que sean los alumnos los que resuelvan la situación problemática probando distintos planteamientos.

Es importante intercalar alguna sesión de recapitulación, en este caso la Sesión 4, que permita, mediante revisión y diálogo, establecer si el alumno está asumiendo adecuadamente los contenidos, si las actividades se están realizando adecuadamente y los alumnos cumplen adecuadamente con el rol asignado. Al mismo tiempo, esta sesión puede ser aprovechada por algún equipo rezagado para ponerse al día.

En la última sesión, se sugiere que los alumnos respondan un test que permita recoger opiniones y sugerencias (se incorpora un modelo, Ficha 8).

Esperamos que estos contenidos os resulten interesantes y esperamos vuestras opiniones e incluso propuestas de cambio o ampliación de los contenidos.



# Sesión 1

En la primera sesión, los estudiantes resuelven el cuestionario inicial (Ficha 1.1: prueba inicial, a fin de determinar los conocimientos previos del alumno). Tras esto, el profesor presenta la temática sobre la que se va a trabajar y cómo se va a hacer, entregando al alumno el documento "Instrucciones generales" (Ficha 1.2): metodología, formación de equipos, materiales generales necesarios para la realización de las actividades, criterios de evaluación, características generales de los informes (ver documento "modelo de informe diario", Ficha 1.3), etc.

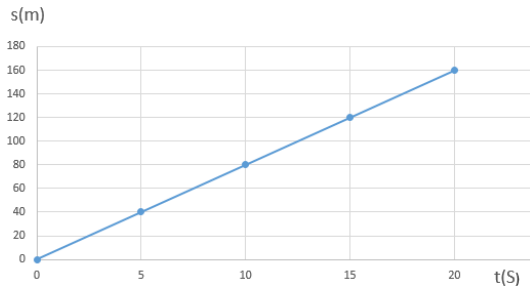
Se hace énfasis en la necesidad de utilizar el móvil no solo como cronómetro y calculadora, sino como elemento para obtener fotografías y vídeo, que servirán posteriormente para ilustrar los informes y para obtener datos necesarios para completar las actividades. En el trabajo cooperativo, se obliga a que los equipos indiquen antes de comenzar la actividad, cómo se ha realizado el reparto de roles; y se obliga también a que estos roles se vayan cambiando en cada sesión.

En esta primera sesión, los estudiantes trabajan también la Ficha 2, en la que se tratan conceptos de cinemática estudiados en cursos anteriores: trayectoria, desplazamiento y velocidad..

# FICHA 1.1

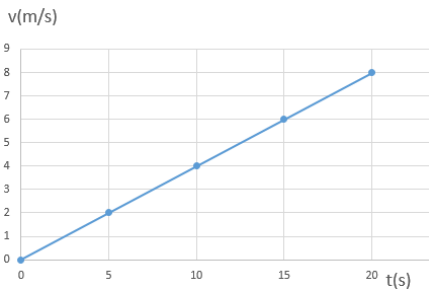
## PRUEBA INICIAL. NOMBRE:

1. Defina en breve y claramente: posición, trayectoria, desplazamiento, espacio recorrido.
2. Defina aceleración.
3. Dibuja un futbolista que va corriendo cada vez más despacio hacia la derecha. Representa los vectores velocidad y aceleración.
4. La gráfica de la figura se corresponde con un:



- a) RUM
- b) CAM
- c) UARM

5. La gráfica siguiente se corresponde con un:



- a) RUM
- b) CAM
- c) UARM

6. Defina brevemente qué es la energía cinética y qué es la energía potencial.
7. ¿Qué dice la teoría cinética de los gases?
8. Si suelto a la vez un balón de fútbol hinchado y otro deshinchado desde el balcón:
  - a) Llegará antes al suelo el que está hinchado.
  - b) Llegará antes al suelo el que está deshinchado.
  - c) Ninguna de las anteriores.

## FICHA 1.2

### INSTRUCCIONES GENERALES

Vas a realizar una serie de actividades a partir de la información que te suministra el profesor. Algunas las harás en el colegio, otras en casa, pero es importante que hagas el trabajo el mismo día para que no se te acumule. La mayoría de actividades serán de trabajo cooperativo, pero algunas serán para resolver de forma individual.

Para el desarrollo de las actividades, formaremos equipos de 4 alumnos.

Además del material específico que pueda ser necesario para cada actividad concreta, necesitaremos un material general:

- Cuaderno de notas, bolígrafos, lapiceros, regla, etc.
- Smartphone (para utilizar la calculadora, toma de fotografías, videos, etc.), conveniente: dos por equipo.
- Metro
- Tiza
- Fichas de la actividad.

Los papeles que asignaremos son los siguientes (cada día se intercambian los roles):

**Coordinador**

*Se encarga de que cada compañero cumpla con su papel.  
Organiza el equipo de forma que se realicen las actividades a tiempo.*

**Secretario**

*Toma nota de las actividades.  
Se encargará de compartirlas con cada estudiante del grupo.  
Elabora el informe de la actividad y lo envía al profesor.*

**Reportero**

*Toma de fotografías y grabaciones de video.*

**Encargado de material**

*Solicita el material al profesor o se encarga de obtenerlo de forma que esté listo al comenzar la actividad.*

Finalizada la actividad, el coordinador cumplimentará el apartado de la ficha correspondiente a observaciones y dificultades surgidas.

Cada miembro del equipo debe tener en su cuaderno reflejadas y resueltas las actividades.

Al finalizar el paquete de actividades:

- Cada alumno entregará su cuaderno, para su evaluación, a petición del profesor.
- Se entregará (diariamente), por cada equipo, un informe en formato digital conteniendo las actividades desarrolladas debidamente resueltas a modo de memoria.

Evaluación de la actividad:

20 %

#### Trabajo diario:

*Cumple su papel, trabaja adecuadamente, colabora con el grupo, etc.*

40 %

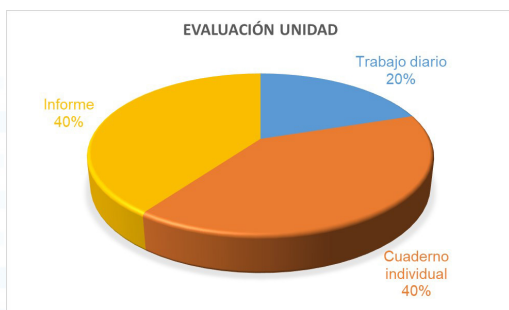
#### Cuaderno individual:

*Orden, presentación, explicación de la actividad realizada, conclusiones, etc.*

40 %

#### Informe:

*Calidad técnica y científica.*



*Ejemplo de ponderación a utilizar en la evaluación de las actividades.*

## FICHA 1.3

### MODELO DE INFORME DIARIO

**Coordinador**

Nombre alumno: .....

**Secretario**

Nombre alumno: .....

**Reportero**

Nombre alumno: .....

**Encargado  
de material**

Nombre alumno: .....

Debes realizar un informe que contenga los siguientes apartados:

- *Actividades*

- *Enunciado*

- *Explicación*

- *Resolución*

- *Conclusiones*

- *Imágenes y fotografías explicativas*

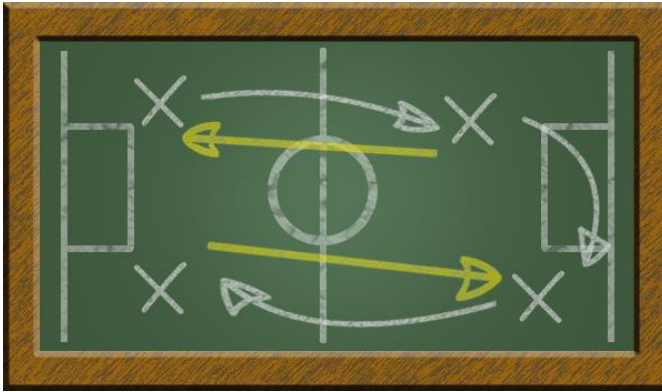
- *Dificultades encontradas y cómo se han resuelto*

## FICHA 2

Repaso de algunos conceptos trabajados en cursos anteriores.

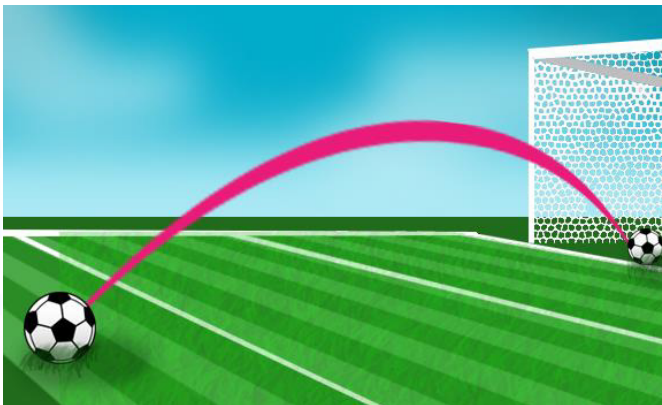
Necesitarás: materiales generales.

1. Trayectoria y desplazamiento. En el siguiente diagrama de estrategia, imagina que las flechas blancas representan el movimiento de los futbolistas, ¿sabrías decir qué es la trayectoria y qué es el desplazamiento?



*Estrategia de fútbol*

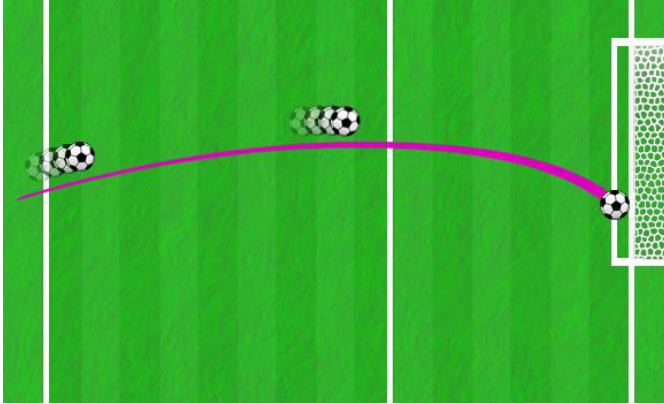
2. En la siguiente imagen, un jugador golpea la pelota y marca gol. ¿Qué trayectoria ha seguido el balón? ¿Cuál ha sido el desplazamiento?



*Disparando a puerta*



3. Las mismas cuestiones para la siguiente imagen:



*Tirando a puerta otra vez*

4. En el campo de fútbol del patio del colegio, toma como origen de coordenadas el punto que quieras. Representalo con tiza (después deberás representarlo en tu cuaderno). Dile a un compañero que se sitúe en algún punto del campo. Toma las coordenadas de tu compañero. Representa el vector posición. Dile que se desplace a otro punto y vuelve a representar el vector posición de tu compañero. ¿Cuál sería el vector desplazamiento?

## VELOCIDAD

5. Adaptado de: BBC. ¿Cómo se explica la magia de los tiros libres? <https://goo.gl/tbSg7Q>

Cuanto más rápido golpeas el balón, menos tiempo tiene el portero para reaccionar, como lo demostró el metrallazo de Stuart Pearce, del Nottingham Forest, en la final de 1991 en la que su equipo perdió 2-1 ante el Tottenham Hotspur. El balón se desplazó los 21 metros que lo separaban del arco en apenas siete décimas de segundo.

- ¿Cuál ha sido la velocidad media del balón? Exprésala en metros por segundo y en kilómetros por hora.

- Realiza divisiones sobre el campo de fútbol de 5 m de distancia. Un compañero debe ir corriendo (siempre al mismo ritmo) desde un extremo del campo de fútbol al otro. Varios compañeros toman el tiempo que tarda en pasar por los puntos marcados. Representa la gráfica posición/tiempo. Determina la ecuación correspondiente a la gráfica. ¿Cuál ha sido la velocidad?

- En las imágenes anteriores, representa en distintos puntos de la trayectoria, el vector velocidad del balón.

## Sesión 2

Se comienza la segunda sesión discutiendo brevemente los resultados de la sesión anterior. Se entrega a los alumnos la Ficha 3. Es necesario indicar a los estudiantes la importancia de hacer una lectura comprensiva del texto antes de comenzar la actividad. También se resalta la importancia de una toma rigurosa de datos.

En esta actividad entran en juego numerosos contenidos de física. Tras la lectura del texto de la Ficha 3, el profesor puede revisar algunos aspectos en los que los estudiantes tengan dudas, dejando otros para resolver en una posterior sesión.

Algunas cuestiones pueden parecer innecesarias, pero tienen la intención de que el alumno trabaje los conceptos desde distintas perspectivas y entienda la conexión que existe entre distintas magnitudes físicas (por ejemplo, movimiento y energía).

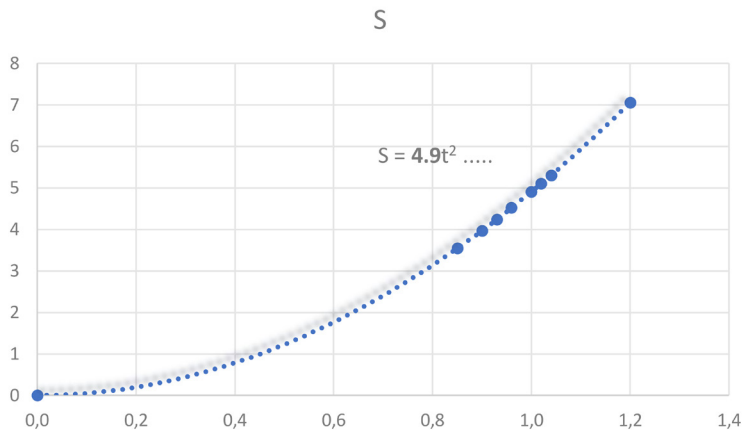
Para encontrar la ecuación del movimiento de una caída libre, el estudiante debe tomar unos datos buenos. A partir de la representación y análisis, debe intuir la forma parabólica de la gráfica obtenida. Resolviendo matemáticamente el sistema de ecuaciones obtenido a partir de la sustitución de los puntos, puede obtener los parámetros de la parábola, y de ahí, teniendo en cuenta que previamente se ha hablado de la aceleración con la que caen los cuerpos, el estudiante puede generalizar los resultados.

Otra forma de abordar el problema es representando los datos en Excel, obteniendo la gráfica y a partir de ella, la correspondiente parábola.

Idealmente, los datos que podría tomar un estudiante podrían ser los de la siguiente tabla:

t (s)	S (m)
0.000	0.000
0.850	3.540
0.900	3.969
0.930	4.238
0.960	4.516
1.000	4.900
1.020	5.098
1.040	5.300
1.200	7.056

La representación de los datos daría lugar a una gráfica como la siguiente:



Con unos datos tan buenos, se podría orientar al alumno a que aprecie que el coeficiente principal de la parábola es la mitad de la aceleración de la gravedad.

Se puede combinar con un análisis de los videos del movimiento utilizando el software Tracker (<https://physlets.org/tracker/>).

## FICHA 3

### 1. *Soltar el balón desde la ventana.*

Aunque sabemos que todos los cuerpos caen con la aceleración de la gravedad, vamos a comprobarlo. Debes medir con una cuerda la altura desde la ventana al patio. Suelta el balón. Cronometra el tiempo que ha tardado en llegar al suelo.

a) *Suponiendo que la energía se conserva puedes calcular la velocidad con la que llega al suelo.*

b) *Determina la aceleración a partir de la definición de esta magnitud.*

c) *¿Cómo crees que sería la gráfica velocidad tiempo, suponiendo que esta ha aumentado de forma uniforme? Representala. Calcula el área que forma esta gráfica con el eje de tiempos.*

d) *Representa la gráfica espacio recorrido/tiempo transcurrido (para ello necesitarás grabar la acción en vídeo). ¿Qué tipo de gráfica has obtenido?*

e) *Halla la ecuación del movimiento a partir de la gráfica anterior (nota: para obtener la ecuación del movimiento tendrás que pensar qué tipo de curva es la que se obtiene y cuántos parámetros necesitas para determinarla). ¿Hay alguna relación entre los parámetros de la ecuación obtenida y alguna magnitud que hayas calculado previamente?*

f) *Puesta en común y conclusiones.*

### 2. *Relatividad del movimiento.*

Un alumno se mueve uniformemente en línea recta mientras lanza verticalmente hacia arriba un balón. Un compañero se mueve paralelamente a él grabando un vídeo. Otros compañeros graban la escena en vídeo mientras permanecen quietos en un punto alejado. Compara lo que observas en los vídeos y obtén conclusiones respecto a las trayectorias.

# Sesión 3

En esta sesión 3 se va a realizar la actividad propuesta en la Ficha 5, donde se trabaja el tiempo de reacción y el movimiento circular. El día anterior, se le ha dado al alumno una copia de la Ficha 4 para que realice individualmente en su casa. Se trata de intentar fomentar no solo el trabajo cooperativo sino el estudio y reflexión individuales.

Esta actividad individual es un ejemplo de problema que no tiene una solución única (en el recuadro se muestra una posible solución). El estudiante debe buscar datos en internet y a partir de ellos obtener una conclusión, no solo numérica. Es importante que resuelva esta actividad antes de trabajar en la Ficha 5 a fin de que conecte entre los resultados encontrados.

## **Ejemplo de actividad resuelta:**

*El arco de la portería es de 7,32 metros. El punto de penalti se encuentra situado a 11 metros de la portería. La velocidad media de un chut es de entre 87,4 km/h y los 95,76 km/h (24,3 m/s y 26,6 m/s), por lo que tardaría en llegar el balón a la portería entre 0,44 segundos... Si el portero se encuentra en el centro de la portería, tendría que recorrer para llegar a un extremo 3,66 metros. Si la velocidad de una persona puede ser de 30 km/h (8,33 m/s), en el tiempo que tardaría en llegar en llegar el balón a la portería recorrería 3,66 metros, ilo mismo que el ancho de la portería! ¿Por qué es entonces tan difícil parar el balón?*

## **Referencias:**

As. Misiles a 103 km/hora. [http://futbolas.com/futbol/2009/09/18/mas\\_futbol/1253255223\\_850215.html](http://futbolas.com/futbol/2009/09/18/mas_futbol/1253255223_850215.html)  
Wikipedia. Kilómetro por hora. [https://es.wikipedia.org/wiki/Kilómetro\\_por\\_hora](https://es.wikipedia.org/wiki/Kilómetro_por_hora)

En la Ficha 5 nos encontramos dos pequeñas actividades independientes. La primera de ellas, la obtención del tiempo de reacción de cada uno de los estudiantes. Siguen trabajando en equipos cooperativos, pero se organizan (por parejas, por ejemplo) para realizar esta actividad.

En la segunda actividad de esta ficha se introduce el movimiento circular y la relación con el movimiento lineal.

## FICHA 4

### ACTIVIDAD PARA RESOLVER CADA ESTUDIANTE EN SU CASA

#### *Parando el penalti*

Utiliza internet para buscar los datos que necesites.

El arco de la portería mide: .....

Distancia de la portería al punto de penalti: .....

Calcula la máxima distancia a la portería (ver imagen): .....

Velocidad de una persona deportista corriendo: .....

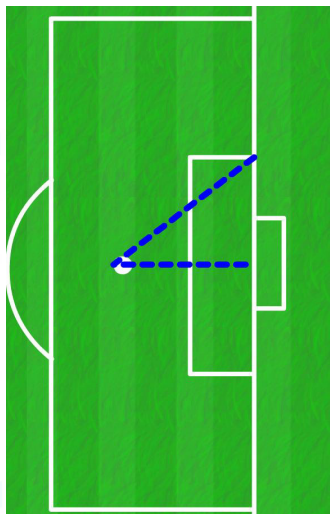
El portero suele situarse en medio, ¿cuál es la máxima distancia que recorrerá intentando parar el balón? .....

Velocidad media del balón tras un chut: .....

Cuando el jugador golpea el balón, ¿cuánto tiempo tarda el balón en llegar a la portería? .....

Durante ese tiempo, ¿qué distancia recorrerá el portero? .....

Analiza los resultados y responde: ¿por qué es entonces tan difícil parar el balón?



# FICHA 5

## TIEMPO DE REACCIÓN (POR PAREJAS)

Para evitar tocar el balón, un jugador con las manos en una posición natural tiene que reaccionar a las acciones de los otros jugadores sobre el balón y a la trayectoria de este. Esta reacción dependerá de muchos parámetros, como la distancia entre el jugador y el balón, la velocidad del balón y el tiempo de reacción del jugador. El tiempo de reacción del jugador se puede calcular con un experimento muy sencillo. Los alumnos solo tienen que medir la distancia que recorre una regla que cae.

$$s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$
$$t = \sqrt{\left(\frac{2 \cdot h}{g}\right)}$$

t: tiempo de reacción [s]

h: distancia recorrida [m]

g: aceleración gravitacional,  $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

*Captura de iStage3-Football en la Enseñanza de las Ciencias.  
Science on Stage Deutschland e. V, Berlin, 2016 (Spanish version).*

### ¿Qué se necesita?

- Regla (30 cm) y cronómetro.

*La clase debe dividirse por parejas. Uno de los alumnos de la pareja sujeta la regla, el otro pone los dedos de la mano junto a la marca de 0 cm. El primer alumno deja caer la regla, el otro intenta cogerla lo más deprisa posible. Lee la distancia que ha caído la regla.*

## MOVIMIENTO CIRCULAR

### Rodando con el balón.

- Coge el balón de fútbol. Calcula su radio, calcula la longitud de su circunferencia. Explica cómo lo has hecho.



*- Hazlo rodar sobre el suelo. Cuando ha girado  $2\pi$  radianes ( $360^\circ$ ), ¿qué longitud ha recorrido sobre el suelo? ¿Y cuando ha girado la mitad ( $\pi$  radianes)? ¿Y cuando ha girado la cuarta parte ( $\pi/2$  radianes)? Haz la gráfica ángulo girado (radianes)/espacio recorrido. Encuentra una relación entre el ángulo girado y lo que recorre el balón horizontalmente.*

*- Golpea el balón fuertemente hasta que llegue al otro extremo del campo. Toma una distancia como referencia y mide el tiempo que tarda en recorrerla. Cuando haya llegado al otro extremo, ¿qué ángulo habrá girado la pelota? ¿Cuántos metros ha recorrido en un segundo? ¿Qué ángulo ha recorrido cada segundo? ¿Encuentras alguna relación entre estas dos magnitudes?*

# Sesión 4

Conviene intercalar alguna sesión para poner en común resultados. Por ejemplo, los alumnos están trabajando por equipos con el PC:

- *Revisando informes.*
- *Aclarando conceptos entre ellos.*
- *Preguntando dudas a otros equipos y el profesor.*

El profesor puede aprovechar este momento para interactuar con cada equipo, induciendo la reflexión y dialogando acerca de cómo han desarrollado las actividades en función del análisis que ha realizado de los informes entregados por los estudiantes hasta el momento.

## **Ejemplo de dinámica:**

*El profesor repasa todo lo que se ha hecho hasta este momento. Pensemos que, aunque de una forma casi lúdica, se han trabajado muchos conceptos de física. El profesor puede hacer un resumen de los contenidos que se han trabajado en las sesiones anteriores, conectando una sesión con la siguiente y dando una visión global. Además, se pueden comentar y poner en común, los errores que se han cometido: lo que el profesor ha observado durante el desarrollo de las sesiones y lo que ha visto en los informes.*

*Posteriormente, los equipos de trabajo se reúnen y, con las observaciones del profesor, mejoran sus informes mientras preguntan cualquier duda que puedan tener.*



# Sesión 5

En esta sesión, se introducen los contenidos de:

- *Teoría cinética de los gases.*
- *Presión de un gas.*
- *Coefficiente de restitución.*

Una parte de la actividad debe realizarla el alumno en su casa previamente: repaso de conceptos sobre la teoría cinética de los gases.

Además de los materiales generales, el alumno necesita disponer de una bomba de aire con manómetro (o un compresor). Los estudiantes trabajarán con la Ficha 6.

¡Atención, hay una tarea previa para hacer en casa!

## FICHA 6

### BAJO PRESIÓN

*Primera parte (para preparar el día antes en casa).*

Introducción: ¿recuerdas la teoría cinética de la materia aplicada a los gases?

Utiliza la aplicación:

[http://www.lamanzanadewton.com/materiales/aplicaciones/Itc/La\\_Teoría\\_Cinetica.html](http://www.lamanzanadewton.com/materiales/aplicaciones/Itc/La_Teoría_Cinetica.html)

Visualiza los puntos:

- *Teoría cinética/Postulados de la teoría cinética*
- *Aplicaciones de la teoría cinética/ ¿Qué es la presión de un gas?*

*Elabora una síntesis de las ideas en tu cuaderno.*

Contesta las siguientes cuestiones:

- *¿A qué se denomina presión de un gas?*
- *¿Qué factores influyen en la presión de un gas?*
- *¿Si inflas un balón de fútbol, ¿hay algún punto en concreto donde las partículas choquen más y por tanto haya más presión?*
- *Un gas es un fluido. El agua también lo es. Busca diferencias y similitudes, en cuanto a presión, entres gases y líquidos.*

#### **Parte 1: Masa de aire respecto a presión**

- *¿Cómo se puede averiguar la masa de aire dentro del balón?*
- *¿Cómo calcularías el volumen del balón?*
- *Mide las masas del balón a diferentes presiones y realiza la gráfica Masa/Presión suponiendo el volumen del balón constante.*
- *Si sumerges el balón en un cubo de agua hasta el fondo, ¿serías capaz de calcular la masa de agua que "soporta"? Hazlo.*

## Parte 2: Altura de rebote respecto a presión

- Suelta el balón desde una altura, siempre la misma. Observa, en función de la presión del balón, cómo afecta a la altura.

- Para cada presión determinada (P), calcula, teniendo en cuenta las alturas y con las ecuaciones de la caída libre, la velocidad antes de llegar al suelo y después de llegar al suelo. Obtén el coeficiente de restitución ( $e = \text{velocidad después} / \text{velocidad antes}$ ). Representa la gráfica  $e/P$



El coeficiente de restitución balón-suelo depende de la presión del balón.



# Sesión 6

Para finalizar este conjunto de actividades en torno al fútbol, se plantea una actividad muy divertida y sencilla que permite al alumno analizar los movimientos que realiza al andar, al correr y al saltar.

Se introduce el concepto de potencia como energía puesta en juego por unidad de tiempo.

Como actividad de ampliación se propone utilizar una aplicación para Smartphone que permite calcular la aceleración (*Accelerometer Analyzer* o bien el *acelerómetro de Physics Toolbox Suite*).

## FICHA 7

### MANEJO DEL BALÓN

Para moverse más deprisa y saltar más hay que usar las manos. Esto se debe a que el movimiento de péndulo de los brazos reduce el movimiento de las caderas y la amplitud de movimiento de los hombros y reduce la aceleración angular del cuerpo resultante del movimiento de las piernas. A la inversa, cuando una persona corre con los brazos pegados al cuerpo o por detrás, la velocidad lineal es menor.

#### Actividad:

Representa en el patio la distancia de 20 m. Vas a correr esa distancia tres veces y calcular la velocidad media. Complimenta la siguiente tabla:

	Movimiento normal Tiempo (segundos)	Brazos rectos Tiempo (segundos)	Brazos hacia atrás Tiempo (segundos)
Alumno 1			
Alumno 2			

Si es importante el movimiento de los brazos al correr, también lo es al saltar. En la siguiente experiencia necesitarás hacer capturas de vídeo para representar la trayectoria de algunos compañeros cuando efectúan un salto normal y cuando hacen un salto similar, pero con los brazos pegados al cuerpo.

- Representa la trayectoria.
- Calcula el aumento de la energía potencial ( $mgh$ ) en cada caso.
- Calcula la potencia desarrollada en cada caso:  $\text{Potencia} = \text{energía puesta en juego} / \text{tiempo}$ .
- Ampliación: Puedes calcular en cada caso la aceleración con la aplicación para Smartphone **Accelerometer Analyzer**.

# Sesión 7

Sesión de revisión de informes. El profesor analiza los errores más frecuentes que se han cometido, buscando, junto con los estudiantes, las causas que los pueden haber originado.

# Sesión 8

Los alumnos responden al test final (*las mismas preguntas que en el test inicial*) para ver el grado de aprendizaje de los estudiantes.

Tras esto, los estudiantes responden al cuestionario, Ficha 8, para recoger información acerca de su opinión sobre la actividad, así como de las dificultades que han surgido y sugerencias

# FICHA 8

## CUESTIONARIO

1: absolutamente en desacuerdo, 2: en desacuerdo, 3: de acuerdo, 4 totalmente de acuerdo

ITEM	1	2	3	4
Considero que he aprendido mucho				
Las clases me han resultado interesantes				
La forma de trabajo me ha parecido la adecuada para la asignatura				
Me gustaría trabajar con esta metodología más contenidos				
Me gustaría trabajar con esta asignatura todos los contenidos				
Las explicaciones de las fichas eran adecuadas				
El trabajo cooperativo ha resultado eficaz				
He tenido dificultades en organizarme				
He realizado las actividades sin distraerme				

*¿Qué dificultades he tenido en el desarrollo de las actividades? ¿cómo las he resuelto?*

*Lo que he aprendido, ¿podré aplicarlo a mi vida en un futuro? En caso afirmativo, ¿cómo?*

*Reflexión final y sugerencias.*





## CONTENIDOS DEL CURRÍCULO TRABAJADOS EN ESTA UNIDAD DIDÁCTICA

ORDEN EDU/362/2015, de 4 de mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la educación secundaria obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

### Bloque 3. El movimiento y las fuerzas

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>La relatividad del movimiento: sistemas de referencia.</p> <p>Desplazamiento y espacio recorrido.</p> <p>Velocidad y aceleración. Unidades.</p> <p>Naturaleza vectorial de la posición, velocidad y aceleración.</p> <p>Movimientos rectilíneo uniforme, rectilíneo uniformemente acelerado y circular uniforme.</p> <p>Representación e interpretación de gráficas asociadas al movimiento.</p> <p>Presión. Aplicaciones. Principio fundamental de la hidrostática.</p>	<p>1. Justificar el carácter relativo del movimiento y la necesidad de un sistema de referencia y de vectores para describirlo adecuadamente, aplicando lo anterior a la representación de distintos tipos de desplazamiento.</p> <p>2. Distinguir los conceptos de velocidad media y velocidad instantánea justificando su necesidad según el tipo de movimiento.</p> <p>3. Expresar correctamente las relaciones matemáticas que existen entre las magnitudes que definen los movimientos rectilíneos y circulares.</p> <p>4. Resolver problemas de movimientos rectilíneos y circulares, utilizando una representación esquemática con las magnitudes vectoriales implicadas, expresando el resultado en las unidades del Sistema Internacional.</p> <p>5. Elaborar e interpretar gráficas que relacionen las variables del movimiento partiendo de experiencias de laboratorio o de aplicaciones virtuales interactivas y relacionar los resultados obtenidos con las ecuaciones matemáticas que vinculan estas variables.</p>	<p>1.1. Representa la trayectoria y los vectores de posición, desplazamiento y velocidad en distintos tipos de movimiento, utilizando un sistema de referencia.</p> <p>2.1. Clasifica distintos tipos de movimientos en función de su trayectoria y su velocidad.</p> <p>2.2. Justifica la insuficiencia del valor medio de la velocidad en un estudio cualitativo del movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA), razonando el concepto de velocidad instantánea.</p> <p>3.1. Deduce las expresiones matemáticas que relacionan las distintas variables en los movimientos rectilíneo uniforme (MRU), rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA), y circular uniforme (M.C.U), así como las relaciones entre las magnitudes lineales y angulares.</p> <p>4.1. Resuelve problemas de movimiento rectilíneo uniforme (MRU), rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA), y circular uniforme (M.C.U), incluyendo movimiento de graves, teniendo en cuenta valores positivos y negativos de las magnitudes, y expresando el resultado en unidades del Sistema Internacional.</p> <p>4.2. Determina tiempos y distancias de frenado de vehículos y justifica, a partir de los resultados, la importancia de mantener la distancia de seguridad en carretera.</p> <p>4.3. Argumenta la existencia de vector aceleración en todo movimiento curvilíneo y calcula su valor en el caso del movimiento circular uniforme.</p> <p>5.1. Determina el valor de la velocidad y la aceleración a partir de gráficas posición-tiempo y velocidad-tiempo en movimientos rectilíneos</p> <p>5.2. Diseña y describe experiencias realizables bien en el laboratorio o empleando aplicaciones virtuales interactivas, para determinar la variación de la posición y la velocidad de un cuerpo en función del tiempo y representa e interpreta los resultados obtenidos.</p>

## Bloque 4. Energía

<b>Contenidos</b>	<b>Criterios de evaluación</b>	<b>Estándares de aprendizaje evaluables</b>
<p>Energías cinética y potencial.</p> <p>Energía mecánica.</p> <p>Principio de conservación.</p> <p>Trabajo y potencia: unidades.</p>	<p>1. Analizar las transformaciones entre energía cinética y energía potencial, aplicando el principio de conservación de la energía mecánica cuando se desprecia la fuerza de rozamiento, y el principio general de conservación de la energía cuando existe disipación de la misma debida al rozamiento.</p> <p>3. Relacionar los conceptos de trabajo y potencia en la resolución de problemas, expresando los resultados en unidades del Sistema Internacional así como otras de uso común.</p>	<p>1.1. Resuelve problemas de transformaciones entre energía cinética y potencial gravitatoria, aplicando el principio de conservación de la energía mecánica.</p> <p>3.1. Halla el trabajo y la potencia asociados a una fuerza.</p>





# NOTAS

# NOTAS

# NOTAS



# NOTAS

A series of horizontal dashed lines for writing notes, spanning the width of the page.



# NOTAS



# FIN

## CONSTRUYENDO LA FÍSICA A TRAVÉS DEL FÚTBOL

**BASADO EN: ISTAGE 3. FÚTBOL EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**



EDICIÓN EN  
ESPAÑOL

### AUTORES

Miguel Ángel Queiruga Dios , Noelia Velasco Pérez y María Diez Ojeda

