

**Utilización de las TIC en la construcción de la física: análisis
de una propuesta didáctica**

Queiruga Dios, Miguel Ángel
Facultad de Educación, Universidad de Burgos
maqueiruga@ubu.es

Diez Ojeda, María
Facultad de Educación, Universidad de Burgos
mdojeda@ubu.es

Velasco Pérez, Noelia
Facultad de Ciencias, Universidad de Burgos
nvperez@ubu.es

1. Resumen

La utilización de herramientas digitales para trabajar contenidos de física permite que el estudiante pueda ver la representación de algunos fenómenos y realizar análisis reproduciendo la experiencia todas las veces que desee. En este artículo se describe una de una propuesta constructivista para trabajar algunos contenidos de física (movimientos, fuerzas y energía), elaborada por los autores, que es posible llevar a cabo gracias a la utilización de dispositivos móviles y aplicaciones. Esta propuesta se llevó a cabo en la asignatura de Física y Química en Secundaria Obligatoria (14-15 años). Posteriormente se analizan los resultados de la implementación, así como la apreciación de los estudiantes.



Pie de imagen o gráfico (Helvética 10)

2. Introducción

La sociedad de la tecnología en la que vivimos nos ofrece posibilidades que hace unos pocos años eran inviables. Los profesores y estudiantes tienen acceso en la actualidad a herramientas sofisticadas que pueden ser utilizadas como laboratorios en las disciplinas científicas. En particular en la física, que es una de las que menor tasa de rendimiento académico presentan, tanto en la Enseñanza Secundaria como en los primeros cursos de universidad de las carreras científico-tecnológicas (Sáiz-Manzanares y Bol, 2015). Una de las principales dificultades que entraña esta disciplina es la capacidad de abstracción que requiere en los estudiantes, y del hecho de que unos conceptos están contruidos sobre los anteriores (Queiruga-Dios, 2018). Se podría decir que, en general, la enseñanza-aprendizaje de la ciencia es una labor compleja (García-Carmona, Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2012; Oliva y Acevedo, 2005; Solbes, 2011; Vázquez-Alonso, Acevedo-Díaz y Manassero-Mas, 2005), que en último caso no debe estar centrada en los conocimientos, sino en un modelo constructivista que recoja las aportaciones de la filosofía e historia de las ciencias y que muestren una visión de la ciencia como una construcción humana (Solbes y Vilches, 1992). Los procesos de enseñanza-aprendizaje de la física deben producirse en ambientes de enseñanza-aprendizaje constructivistas (Alvarado, 2015), estando, además, vinculado el diseño de estos ambientes con el fomento de las habilidades de los estudiantes (Queiruga-Dios, Sáiz-Manzanares y Montero, 2018). Por otro lado, frente al contenido enseñado tradicionalmente en las aulas, que cambiará en unos años o que será olvidado por los estudiantes, las habilidades del pensamiento permanecen para siempre una vez adquiridas (Churches, 2009). La utilización del smartphone,

como laboratorio portátil, junto con algunas aplicaciones, resulta ser una herramienta que puede favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje (Queiruga-Dios, Juez, Sáiz-Manzanares y Collado, 2018).

Algunas orientaciones para el uso de simulaciones en un contexto educativo (García-Barneto y Gil-Martín, 2006, pp. 309, 310, 311) son: las simulaciones deben ser usadas para promover un aprendizaje basado en la investigación de los alumnos; los estudiantes tienen que jugar un papel activo (Laws, 1997; Dunlap y Grabinger, 1998); actividad investigadora de los alumnos se potencia en un ambiente colaborativo (Queiruga-Dios, 2018); el proceso investigador de los alumnos ha de estar orientado mediante la adecuada retroalimentación; el uso de las simulaciones debe ser coherente con un planteamiento constructivista.

3. Objetivos

Los objetivos de este artículo son:

- Dar a conocer unos materiales para la enseñanza de la física elaborados para ser guía en un proceso de enseñanza-aprendizaje constructivista, facilitado por el uso de las nuevas tecnologías.
- Mostrar y analizar la apreciación de los estudiantes con respecto a la implementación de estas actividades..

4. Desarrollo

Los materiales diseñados para la enseñanza de la física, Unidad Didáctica Física y Fútbol (Queiruga-Dios, Velasco-Pérez, Diez-Ojeda; 2018), están formadas por fichas para trabajar a lo largo de 8 sesiones (Tabla 1). La experiencia se implementó en la asignatura de Física y Química de 4º de la ESO, cursada por 19 estudiantes (7 chicos y 12 chicas).

Sesiones de trabajo	Contenido de la sesión
1	Detección de conocimientos previos. Instrucciones generales. Formación de equipos de trabajo. Entrega de documentación "modelo de informe diario". Repaso de algunos conceptos trabajados en cursos anteriores. Trayectoria y desplazamiento. Velocidad.
2	Movimiento bajo la acción de la gravedad. Relatividad del movimiento.
3	Actividad individual de cálculo (problema con solución múltiple) para realizar en casa. Determinación del tiempo de reacción. Movimiento circular.
4	Puesta en común, actualización, revisión de informes.
5	Teoría cinética de gases, presión de un gas, coeficiente de restitución.
6	Energía, potencia.
7	Revisión de informes (retroalimentación).
8	Evaluación, cuestionario final de apreciación.

Tabla 1. Sesiones de trabajo de la Unidad Didáctica y contenido de cada sesión.

La elección de los contenidos de física se realizó teniendo en cuenta que el diseño de la Unidad Didáctica está contextualizado en el fútbol y la mayor parte de las actividades se realizaron en el patio del colegio.

A modo de ejemplo, aunque los materiales son libres para su descarga, se incorpora en la una de las fichas en el Anexo I. Se trata de la Ficha 3 (Queiruga-Dios, Velasco-Pérez, Diez-Ojeda; 2018; p. 20) en la que se trabajan las actividades 1. Soltar *el balón desde la ventana*; 2. *Relatividad del movimiento*.

En la primera actividad, los estudiantes toman datos de posición y tiempo de una pelota de fútbol que han dejado caer desde la ventana del colegio (2ª planta). Sobre una cuerda que va desde la ventana al suelo, han colocado marcas cada metro. Tomando vídeo con el móvil (deben buscar una posición de grabación adecuada) y posteriormente, reproduciéndolo a cámara lenta, pueden obtener datos de posición y tiempo, que, transportados a la hoja de cálculo, les permite determinar la relación entre el espacio recorrido por el balón y el tiempo transcurrido. También pueden obtener estos resultados utilizando Tracker¹.

Para la segunda actividad, sobre la relatividad del movimiento, un estudiante se movía pausadamente, lanzando el balón hacia arriba y recogiendo, mientras, otro estudiante, moviéndose paralelamente, tomaba vídeos con el smartphone para posteriormente analizar y así poder determinar la trayectoria que seguía la pelota.

Con respecto al segundo objetivo del presente artículo, *mostrar y analizar la apreciación de los estudiantes con respecto a la implementación de estas actividades*, se diseñó un sencillo cuestionario para recoger la opinión de los estudiantes con respecto a la actividad (Queiruga-Dios, Velasco-Pérez, Diez-Ojeda; 2018; p. 31), que se muestra en el Anexo II. Este cuestionario está formado por preguntas de respuesta cerrada y contestadas mediante una escala Likert de cuatro puntos desde *muy en desacuerdo* (1 punto) hasta *muy de acuerdo* (4 puntos). Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 2.

Ítem	M	DT
Considero que he aprendido mucho	3.74	0.55
Las clases me han resultado interesantes	3.79	0.41
La forma de trabajo me ha parecido la adecuada para la asignatura	3.53	0.60
Me gustaría trabajar con esta metodología más contenidos	3.68	0.46
Me gustaría trabajar con esta metodología todos los contenidos	2.84	0.49
Las explicaciones de las fichas eran adecuadas	3.21	0.41
El trabajo cooperativo ha resultado eficaz	3.47	0.50
He tenido dificultades en organizarme	1.74	0.44
He realizado las actividades sin distraerme	3.32	0.46

Tabla 2. Respuestas de los alumnos al cuestionario de apreciación.

La apreciación de los estudiantes es que han aprendido mucho (3.74) y las clases les han resultado interesantes (3.79). Además, la forma de trabajo les ha parecido adecuada para la asignatura (3.53) y les gustaría trabajar más contenidos con esta metodología (3.68), aunque, la apreciación general, es que no todos los contenidos deben ser trabajados así (2.84).

¹Tracker es una herramienta libre que permite analizar vídeos y obtener modelos computacionales. <https://physlets.org/tracker/>

Por otro lado, no han tenido graves dificultades para llevar a cabo las actividades: consideran que el trabajo cooperativo ha resultado eficaz (3.47), no han tenido dificultades en organizarse (1.74), y, en general, han realizado las actividades sin distraerse (3.32).

Además, en el cuestionario se realizaban cuestiones de respuesta abierta, de las que destacamos: *Lo que he aprendido, ¿podré aplicarlo a mi vida en un futuro?* Todos los estudiantes respondieron afirmativamente a esta cuestión.

5. Discusión y conclusiones

Como se ha mostrado en este estudio, las nuevas herramientas tecnológicas facilitan al profesorado la introducción de metodologías constructivistas en el aula. En particular, el abordaje de la física, a partir de la construcción de experiencias que permitan obtener las relaciones entre variables, de la misma forma con la que Galileo Galilei trabajaba (Andrade, 2014). Además, estas herramientas son de fácil acceso para los estudiantes y el profesorado (Queiruga-Dios, Velasco-Pérez, Diez-Ojeda; 2018; Queiruga-Dios, Juez, Sáiz-Manzanares y Collado, 2018).

Por otro lado, a partir del análisis de los datos obtenidos en la encuesta de apreciación, los estudiantes consideran que esta forma de trabajo es adecuada para la asignatura de física, aunque, indican preferir variedad de metodologías.

6. Agradecimientos

Con la financiación del proyecto KA219 del programa europeo Erasmus+ *ATELIER for STEAM* (2017-1-ES01-KA219-038352).

This project has been funded with support from the European Commission. This communication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.

Referencias bibliográficas

Alvarado, C. (2015). Ambientes de aprendizaje en Física: Evolución hacia ambientes constructivistas. *Latin-American Journal of Physics Education*, 9(1), 3.

Andrade, L. A. (2014). Si Galileo Galilei hubiera tenido una cámara digital: enseñando ciencias a una generación digital. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(1), 243-261.

Dunlap, J. C. & Grabinger, R. S. (1998). In: *Constructivist Learning Environment*, Wilson, B. G. (Ed.), 2a Ed. Englewood Cliffs: Educational Technology Publications.

García-Barneto, A., & Gil-Martín, M. R. (2006). Entornos constructivistas de aprendizaje basados en simulaciones informáticas.

García-Carmona, A., Manassero-Mas, M. A., y Vázquez-Alonso, Á. (2012). Comprensión de los estudiantes sobre naturaleza de la ciencia: análisis del estado actual de la cuestión y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(1), 0023-34.

Laws, P. W. (1997). *Promoting active learning based on Physics Education research in introductory Physics courses*, Am. J. Phys. 65, 14.

Oliva, J.M., y Acevedo, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2(2), 241-250. Recuperado de: <https://goo.gl/XeiQSc>

Queiruga-Dios, M. A., Sáiz-Manzanares, M. C., & Montero, E. (2018). Transformar el aula en un escenario de aprendizaje significativo. *Hekademos: revista educativa digital*, (24), 7-18.

Queiruga-Dios, M.A. (2018). Indagación en entornos virtuales. En Meneses, J. y Fontana, M.J. (Coords.). *Estrategias didácticas para la enseñanza de la física*, (pp. 143-156). Burgos: Servicio de Publicaciones e Imagen Institucional de la Universidad de Burgos.

Queiruga-Dios, M.A., Juez, S., Sáiz-Manzanares, M.C., y Collado, S. (2018). Mobile Learning: análisis y reflexión. Una propuesta de implementación en el aula. En Pedro-Membiela, I. (Presidencia). *IV Simposio Internacional de Enseñanza de las Ciencias*. Congreso llevado a cabo en REEC-Universidade de Vigo, Vigo.

Queiruga-Dios, M.A., Velasco-Pérez, N., y Diez-Ojeda, M. (2018). *Construyendo la física a través del fútbol*. A Coruña, España: Editorial Q. Recuperado de: <http://www.dedfisica.com/2018/11/21/construyendo-la-fisica-a-traves-del-futbol/>

Sáiz-Manzanares, M.C., y Bol, A. (2015). Cómo enseñar y cómo evaluar la resolución de problemas en física: una reflexión sobre la propia práctica. En M.A. Queiruga Dios (Ed.), *Innovación en la enseñanza de las Ciencias: reflexiones, experiencias y buenas prácticas* (pp. 129-146). A Coruña: Editorial Q

Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 17(67), 53-61.

Solbes, J., & Vilches, A. (1992). El modelo constructivista y las relaciones ciencia/técnica/sociedad. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 10(2), 181-186.

Vázquez-Alonso, A., Acevedo-Díaz, J.A., y Manassero-Mas, M.A. (2005). Más allá de la enseñanza de las ciencias para científicos: hacia una educación científica humanística. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2), 1-30.

Anexo I

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.

Anexo II

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.