

# Dispositivos Móviles como instrumentos para la Adquisición De Competencias en Materias de Ciencias.

C. Prieto Calvo<sup>1\*</sup>, M.J. Santos Sánchez<sup>2</sup>, A. Hernández Encinas<sup>3</sup>, M.D. Merchán Moreno<sup>4</sup>,  
C. RodríguezPuebla<sup>1</sup>, A. Queiruga-Dios<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Dpto. Física fundamental - Facultad de Ciencias – Universidad de Salamanca

<sup>2</sup>Dpto. Física Aplicada - Facultad de Ciencias – Universidad de Salamanca

<sup>3</sup>Dpto. Matemática Aplicada - Facultad de Ciencias – Universidad de Salamanca

<sup>4</sup>Dpto. Química Física - Facultad de Ciencias – Universidad de Salamanca

<sup>5</sup>Dpto. Matemática Aplicada - E.T.S. Ingeniería Industrial – Universidad de Salamanca

\*[cprieto@usal.es](mailto:cprieto@usal.es)

## RESUMEN

En esta comunicación se muestran diversas experiencias del uso de dispositivos móviles para la enseñanza de asignaturas de Ciencias. El trabajo se enmarca dentro de los objetivos del Proyecto de Innovación Docente “Dispositivos móviles como instrumentos para la adquisición de competencias en materias de Ciencias”, llevado a cabo en la Universidad de Salamanca dentro del Programa de Innovación y Mejora Docente. En este proyecto se han utilizado los móviles como recursos para mejora del sistema de enseñanza/aprendizaje en diversas situaciones, como la adquisición de datos en un laboratorio, la evaluación del grado de comprensión de conceptos específicos, la gestión de búsquedas de información o la realización de encuestas.

PALABRAS CLAVE: Dispositivos móviles, competencias, *Mobile learning*, Innovación docente

## INTRODUCCIÓN

Nuestros estudiantes actuales han nacido en la época de Internet y los sistemas de enseñanza/aprendizaje que experimenten deben adaptarse a esta realidad. El desarrollo de los dispositivos móviles ( en adelante DDMM) y las correspondientes aplicaciones, cada vez más potentes y versátiles, ha promovido su uso en parcelas anteriormente reservadas al ordenador. Esto incluye también al ámbito educativo, donde estos dispositivos deben considerarse como herramientas de aprendizaje.

En este proyecto se propone el uso de DDMM para la adquisición de muy diversas competencias en materias de ciencias. Independientemente de las particularidades de cada asignatura, pensamos que en todas ellas el uso de DDMM es una motivación añadida para el estudiante.

En este proyecto se ha promovido el uso de DDMM en distintos tipos de actividades y con diferentes objetivos:

- Para la dinamización de la clase, permitiendo una rápida comunicación profesor/estudiante o entre compañeros. Esta inmediatez, unida al uso de aplicaciones gratuitas como Socrative [1], permite que el profesor tenga una respuesta instantánea sobre el grado de comprensión de los conceptos tratados y proceda en consecuencia. Socrative “permite una mayor implicación y compromiso de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, además de favorecer la colaboración y fomentar la participación” [2].
- Para actividades colaborativas en el aula o en el laboratorio. En la misma clase se puede hacer un seguimiento presencial de actividades grupales a las que acceden los estudiantes mediante sus dispositivos móviles, como wikis, foros, encuestas o las ligadas a redes sociales como Twitter. En el campo de la experimentación la aplicación Edpuzzle [3] permite

seguir el aprendizaje del estudiante guiado por videos tutoriales.

- En el ámbito de la física los móviles pueden ser utilizados como instrumentos de laboratorio, aprovechando el potencial de sus múltiples sensores [4]. En este sentido, se abre un amplio campo a las demostraciones y experiencias espontáneas por parte del estudiante, tanto en clase como en el laboratorio o donde el alumno se encuentre. Con una buena base del método científico, el estudiante puede realizar experimentos y desarrollar su espíritu de indagación en cualquier ambiente, lo que supone un gran refuerzo en su formación.
- Como instrumentos para acceso inmediato a la información, necesaria para un trabajo colaborativo en aula o como elemento previo a las prácticas de laboratorio (videos sobre la realización de las prácticas, guiones o cuestionarios sobre las mismas,...).
- Con matices motivadores añadidos, se han utilizado redes sociales y blogs para la difusión y preparación de pruebas no académicas, como la fase local de la Olimpiada de Física, proponiendo actividades de desafío y formación.

Algunas de las herramientas a las que se ha recurrido son:

- ✚ *Socrative*, *Google Apps* o *Edpuzzle* para favorecer el aprendizaje activo de las ciencias, potenciar el autoaprendizaje y reforzar las competencias relacionadas con el razonamiento científico [5].
- ✚ Herramientas de medida de magnitudes (*Sensor Mobile*, *AudiA*, *Sonómetro*, etc.) [6] que fomentan el interés por la indagación autónoma, fundamental en el campo de las Ciencias. Así, los estudiantes han realizado, por iniciativa propia, pequeñas experiencias como medir la aceleración de la gravedad en distintos puntos o el campo magnético en la proximidad de determinados dispositivos eléctricos.
- ✚ Mediante *foros* de discusión se han planteado debates sobre noticias de actualidad que muestran la aplicación directa en el mundo real de las materias que se estudian en el aula.
- ✚ Twitter para tener un seguimiento de todas las tareas realizadas en el aula.

## ACTIVIDADES REALIZADAS

El proyecto se está desarrollando en asignaturas de áreas de Ciencias incluidas en distintos niveles:

- Estudios Universitarios de Grado (Biología, Biotecnología, Física, Geología, Ingeniería Agroalimentaria, Ingeniería Geológica, Ingeniería Química o Matemáticas).
- Estudios Universitarios de Máster: MUPES (para la formación de profesores de secundaria).
- Estudios de Secundaria: para la preparación de competiciones informales como la Olimpiada de Física.

Aunque todas las asignaturas incluidas son de Ciencias cubren aspectos tan diversos como Cálculo, Climatología, Física General, Matemáticas, Mecánica y Termodinámica (en Grado) o Didáctica, Innovación o Evaluación (en MUPES).

Asignatura	Titulación	Curso	Cuatrimestre
Climatología	Grado en Biología	4	2
Física	Grado en Biotecnología	1	1
Física IV	Grado en Física	1	2
Física del Clima	Grado en Física	4	2
Mecánica y Termodinámica	Grado en Geología	1	1
Mecánica y Termodinámica	Grado en Ingeniería Geológica	1	1
Química Física	Gr. Ingeniería Química	1	1
Geología y Climatología	Gr. Ingeniería Agroalimentaria	1	2
Ampliación de Cálculo y Cálculo Numérico	Grado en Ingeniería Geológica	2	1
Ec. Diferenciales y Mét. Num.	Grado en Ingeniería Geológica	2	2
Matemáticas Apl. Gestión	Grado en Ingeniería Química	3	2
Análisis II	Grado en Matemáticas	2	2
Didáctica de la Física y Química	MUPES		1
Innovación en Física y Química	MUPES		2
Evaluación en Física y Química	MUPES		2

En varias de estas asignaturas el número de estudiantes matriculados está entre 10 y 30, muy apropiado para el desarrollo de este tipo de experiencias.

### 1.- Uso de Socrative:

Socrative es un programa de libre distribución que permite al profesor obtener respuesta inmediata de todos los estudiantes, que previamente han descargado en sus móviles la aplicación gratuita. Formulada una pregunta por el profesor, el sistema capta las respuestas de los estudiantes y genera instantáneamente gráficos o estadísticas con las mismas, lo que facilita al docente la decisión sobre el grado de comprensión del concepto explicado. Socrative se puede usar como instrumento en

una metodología de aprendizaje entre compañeros. Su uso es posible en todas las asignaturas y permite formular preguntas de opción múltiple, verdadero/falso o respuesta corta.

2.- Uso de los dispositivos móviles para la experimentación en Física.

Los dispositivos móviles están equipados con numerosos sensores (de presión, de temperatura, de fuerza, giróscopos, de campo magnético, temporizador...) que junto con las aplicaciones adecuadas (muchas de ellas gratuitas) los convierte en instrumentos de medida a disposición del estudiante en cualquier momento y situación.

Se han utilizado para la realización de distintos experimentos (según titulación). Por ejemplo:

- Medida de la aceleración de la gravedad.



- Medida del campo magnético terrestre o de la intensidad de campo magnético creado por distintos electrodomésticos.
- Experimentos de acústica: Generador de frecuencias, Análisis de frecuencias de distintos instrumentos, Variación de la intensidad del sonido con la distancia.



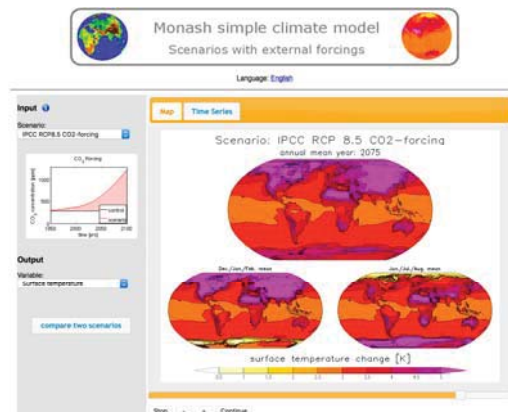
- Determinación de la velocidad del sonido .
- Grabadora de vídeo de un movimiento para análisis de trayectorias.

En cada caso es necesario descargar en los dispositivos móviles las aplicaciones correspondientes.

En la figuras previas adjuntas a los ejemplos se muestran dos experiencias llevadas a cabo por estudiantes de Física.

3.- Búsqueda inmediata de información.

Muy apropiada para actividades colaborativas tipo webquest o wikis. Muchos de nuestros estudiantes son nativos digitales, acostumbrados a la inmediatez. La búsqueda inmediata de información en los DDMM incrementa su motivación y facilita el aprendizaje autónomo. Por ejemplo, se ha realizado la búsqueda de datos climáticos, que permite establecer relaciones entre las variables, simulaciones y proyecciones bajo la acción del cambio climático. Así, mediante los datos en tiempo real de la NOAA (National Oceanic Atmospheric Administration) se ha generado la distribución de temperatura del mar, para comprender las teleconexiones entre el fenómeno el Niño y las fluctuaciones y anomalías climáticas [8-10], como se muestra en las imágenes.



4.- Actividades con Edpuzzle

Mediante el programa Edpuzzle, el profesor puede editar una serie de videos propios o recopilados de plataformas elearning relacionados con la materia que se esté estudiando. Esta herramienta resulta muy interesante para preparar a los estudiantes antes de realizar las prácticas de laboratorio, pues permite incluir instrucciones sobre operaciones y manejo de equipos. Así el estudiante

asiste al laboratorio con mayor conocimiento de lo que tiene que hacer y cómo.

El programa permite grabar voz sobre un vídeo determinado, seleccionar, editar o eliminar fragmentos, insertar cuestionarios, etc. La aplicación proporciona al profesor información individualizada sobre el porcentaje de visionado de los vídeos, de las respuestas de los cuestionarios, etc. La herramienta es muy útil para que el profesor determine cuándo el estudiante está preparado para entrar al laboratorio a realizar la práctica.

5.- Uso de redes sociales (Facebook [11], Twitter [12]) y blogs [13] para motivación y preparación de las Olimpiadas de Física.

**Retos de Física**

Si eres aficionado al *running*, que ahora está muy de moda, y has participado en alguna competición en un día lluvioso quizá te hayas preguntado si te has mojado más o menos que el corredor que ha ganado la carrera. Vamos a hacer un estudio de este dilema: "Si corro despacio, tardo mucho tiempo y me moja mucho, pero si corro rápido recibo agua en el pecho y las piernas".  
¿Qué debo hacer para mojarme lo menos posible?

Si quieres hacer unos cálculos sencillos imagina que puedes aproximar la forma de tu cuerpo por un paralelepípedo como el de la figura. Sea  $v_0$  la velocidad con la que cae el agua de lluvia verticalmente, pues suponemos que no hace viento alguno. Sea  $v$  la velocidad con la que corres la longitud  $L$  de la carrera, y sean  $A_s$  y  $A_f$  las áreas superior y frontal respectivamente de tu paralelepípedo cuerpo.

Olimpiadas de Física  
UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Semanalmente se han ido incorporando en las redes un reto de Física o un Problema de desafío. En los retos se plantean cuestiones relacionadas con la vida cotidiana, con apariencia sencilla y que no requieren demasiado tiempo ni recursos para su solución. Incluyen también actividades que pueden ser experimentadas en la práctica por los estudiantes. Para solucionar los problemas de desafío se requieren procedimientos más complejos, pero manteniendo siempre un nivel de dificultad asequible para el estudiante. La semana siguiente a la publicación de un reto o problema se publica la solución del anterior y uno nuevo.

#### 6.- Uso de foros

El foro permite ampliar el contenido de la materia haciendo que los alumnos profundicen sobre distintos aspectos de lo tratado en el aula y comenten las noticias diarias relacionadas con ello. También es una buena herramienta para la interacción entre los alumnos, ya que en él pueden plantear dudas y establecer un diálogo entre los compañeros.

**Re: Fórmula baricéntrica**  
de JESÚS MARÍA FRAILE HERNÁNDEZ - martes, 23 de febrero de 2016, 19:39

La interpolación baricéntrica sirve como su nombre indica para hallar el polinomio interpolador asociado a una tabla. Este método se apoya en la interpolación de Lagrange por lo que también se le conoce como FORMA MEJORADA DE LAGRANGE.

Las ventajas que presenta este método frente a la interpolación Lagrange es que permite obtener el polinomio interpolador en un menor número de operaciones.

La ventaja que presenta frente a la interpolación de Newton es que si cambiamos la función a estudiar y dejamos los mismos nodos, los  $w_i$  no varían (depende de los nodos, no de la función escogida) mientras que usando la interpolación de Newton habría que recalcular todo desde 0.

Mostrar mensaje anterior | Editar | Dividir | Borrar | Responder

---

**Re: Fórmula baricéntrica**  
de LAURA VICENTE AMADOR - martes, 23 de febrero de 2016, 20:23

La fórmula para la interpolación baricéntrica es también llamada **forma mejorada de Lagrange**.

La fórmula baricéntrica se utiliza para calcular el polinomio de interpolación  $P_n(x)$  ya que una vez conocidos los pesos baricéntricos ( $w_i$ ) es posible interpolar una función en  $O(n)$  operaciones, lo cual hace mucho más rápido el procedimiento, es decir, podemos actualizar el polinomio  $P_{n-1}(x)$  con sólo  $O(n)$  operaciones y tiene una ventaja adicional respecto al método de Newton: los pesos baricéntricos no dependen de los datos  $f(x)$ . Esto permite que podamos interpolar varias funciones con el mismo polinomio. Y mantiene, además, la ventaja de no necesitar ordenar los datos, como sí requiere el método de Newton

Mostrar mensaje anterior | Editar | Dividir | Borrar | Responder

---

**Re: Fórmula baricéntrica**  
de ALEJANDRO GONZALO FERNÁNDEZ - martes, 23 de febrero de 2016, 20:42

Buenas Laura, ¿cuáles son los llamados pesos baricéntricos? Muchas gracias :D

Mostrar mensaje anterior | Editar | Dividir | Borrar | Responder

---

**Re: Fórmula baricéntrica**  
de LAURA VICENTE AMADOR - martes, 23 de febrero de 2016, 20:53

Por ejemplo, el peso baricéntrico  $j$ -ésimo de una interpolación lo definimos como:

$$w_j = \prod_{i \neq j} \frac{1}{x_j - x_i} = \frac{1}{(x_j - x_1) \cdots (x_j - x_{j-1})(x_j - x_{j+1}) \cdots (x_j - x_n)}$$

Mostrar mensaje anterior | Editar | Dividir | Borrar | Responder

## RESULTADOS DEL PROYECTO

Los resultados previos del proyecto indican mejoras en diversos aspectos del aprendizaje. Por una parte, se ha observado un refuerzo del aprendizaje autónomo, incrementando la iniciativa y el espíritu crítico. Al mismo tiempo, y sin ser contradictorio con la potenciación del autoaprendizaje, los DDMM han facilitado la realización de trabajos colaborativos, permitiendo la resolución de problemas de la materia de manera cooperativa.

Globalmente consideramos que la experiencia es positiva, incrementa la motivación del estudiante por la materia y fortalece competencias fundamentales para un científico.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación a la Universidad de Salamanca a través de los Proyectos de

Innovación y Mejora docente del curso 2015/16  
(ID2015/0248)

[12] Twitter

<https://twitter.com/OlimpyFisUsal>

[13] Página de la Olimpiada "Diarium"

<http://diarium.usal.es/olimpiadafisica/retos-de-fisica/primer-reto/>

## REFERENCIAS

- [1] <http://www.socrative.com/>
- [2] Prieto, J. P. A. (2015). The impact of using smartphones as student response systems on prospective teacher education training: a case study. El impacto de los dispositivos móviles como sistemas de respuesta personal en la enseñanza de futuros maestros: un estudio de caso. El Guiniguada. Revista de investigaciones y experiencias en Ciencias de la Educación, 23(1), 125-133.
- [3] <https://edpuzzle.com/>
- [4] González, M. Á., da Silva, J. B., Cañedo, J. C., Huete, F., Martínez, Ó., Esteban, D., ... & González, M. Á. (2015, October). Doing physics experiments and learning with smartphones. In Proceedings of the 3rd International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (pp. 303-310). ACM.
- [5] Mendez, D., & Slisko, J. (2013). Software Socrative and smartphones as tools for implementation of basic processes of active physics learning in classroom: An initial feasibility study with prospective teachers. European Journal of Physics Education, 4(2).
- [6] González, M. Á., da Silva, J. B., Cañedo, J. C., Huete, F., Martínez, Ó., Esteban, D., ... & González, M. Á. (2015, October). Doing physics experiments and learning with smartphones. In Proceedings of the 3rd International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (pp. 303-310). ACM.
- [7] González, M. Á., González, M. Á., Martín, M. E., Llamas, C., Martínez, Ó., Vegas, J., ... & Hernández, C. (2015). Teaching and Learning Physics with smartphones. Journal of Cases on Information Technology, 17(1), 31-50
- [8] [https://monash.edu/research/simple-climate-model/mscm/overview\\_i18n.html](https://monash.edu/research/simple-climate-model/mscm/overview_i18n.html)
- [9] [http://dataintheclassroom.noaa.gov/SitePages/el-nino/index#.VvvKaj\\_hiPQ](http://dataintheclassroom.noaa.gov/SitePages/el-nino/index#.VvvKaj_hiPQ)
- [10] <http://sphere.ssec.wisc.edu/>
- [11] Facebook:  
<https://www.facebook.com/Olimpiada.Fisica.Usal/?ref=profile>