

## SIMULACIONES INTERACTIVAS EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS Y PRÁCTICAS DE LABORATORIO DE FÍSICA

Castellanos-Rubio, M.I.<sup>1\*</sup>, Ramírez de la Piscina-Millán, S.<sup>2</sup> y Jiménez-Sáez, J.C.<sup>2</sup>

1: Innovación docente en estudios aeronáuticos (IDEA)

Colegio Internacional Aravaca

Madrid

e-mail: [m.castellanos@ia.edu.es](mailto:m.castellanos@ia.edu.es)

2: Innovación docente en estudios aeronáuticos (IDEA).

ETSI Aeronáutica y del Espacio

Universidad Politécnica de Madrid

e-mail: [s.ramirez@upm.es](mailto:s.ramirez@upm.es) y [jc.jimenez@upm.es](mailto:jc.jimenez@upm.es)

### Resumen.

*El gran reto de la educación actual es cómo preparar a los estudiantes para que una vez finalizada su formación ocupen un lugar en una sociedad cambiante en un mundo global conectado en continua evolución. En este trabajo exponemos una serie de experiencias formativas que abarcan varios niveles educativos: el preuniversitario y el universitario. En el caso de la educación preuniversitaria estos alumnos deben ser guiados (en vez de instruidos) hacia la construcción de su propio aprendizaje. Habilidades como el pensamiento analítico la capacidad para resolver problemas, la creatividad, el trabajo colaborativo y la maestría comunicativa son las que deben cimentar un aprendizaje basado en metodologías interactivas en espacios Maker o a través de la educación en STEAM. En el nivel universitario, la formación en conocimientos pasa a ocupar la parte central de la formación del alumno. Es más difícil integrar la formación basada en proyectos salvo en asignaturas de últimos cursos, de forma que otras experiencias como la gamificación o el aprendizaje basado en problemas (ABP), apoyado en las tecnologías de la información y comunicación (TIC), pasan a ser metodologías que mejoran la formación del alumno.*

**Palabras clave:** Aprendizaje activo, Aprendizaje experiencial, Aprendizaje informal, Autoaprendizaje-Aprendizaje autónomo, Educación pre-universitaria, Elaboración material docente, Entornos personales de aprendizaje (PLS), Gamificación, Aprendizaje basado en problemas (ABP).

### 1. Introducción

A lo largo del año pasado dentro de las investigaciones llevadas a cabo por el Grupo de Innovación Docente en Estudios Aeronáuticos se estableció una colaboración con el colegio Internacional Aravaca con el fin de crear un espacio de reflexión de la práctica docente y la consiguiente puesta en marcha de dinámicas que nos ayudasen a implementar metodologías activas y mobile learning en las aulas preuniversitarias, así como el fomento de vocaciones tecnológicas entre los niños de sexto de primaria

Un ejemplo es la experiencia presentada, basada en el desarrollo mediante applets de java de simulaciones interactivas para ser usadas tanto en el espacio Maker del colegio como en las aulas de la E.T.S.I. Aeronáutica y del Espacio para la

resolución de problemas de Física I. En el caso de la enseñanza universitaria esta técnica pedagógica se enmarca dentro del método conocido como aprendizaje experiencial (Figura 2) mediante el cual se desarrolla la capacidad del alumno cuando aprende de los problemas que resuelve o de las prácticas que realiza.

Por tanto, este proyecto conlleva la realización de un conjunto de fislets interactivos para que el alumno pueda aprender con ellos, bien cotejando sus resultados analíticos con los que se muestran en la simulación o bien comparando sus medidas con las que devuelve la simulación en un entorno web, es decir, incluso desde su casa. Como fin principal tenemos el incorporar esta técnica pedagógica en la enseñanza de la asignatura Física I de primer curso de Grado de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio (ETSIAE), y que de cierta forma se haga obligatoria en el curriculum del alumno.

Para los alumnos de primaria, acostumbrados a trabajar mediante metodologías activas (Figura 3) y bajo el modelo one to one esta colaboración supuso, por un lado, una oportunidad para ir más allá del currículum, ahondando de manera vivencial en conceptos que apenas se perfilan en este estadio educativo y haciendo posible la comprensión de conceptos que les son difíciles; por otro lado, el uso de estas herramientas y la realización de talleres auspiciados por los profesores de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeronáutica y del Espacio (ETSIAE) son un elemento muy motivador para los niños, acrecentado el fomento de vocaciones tecnológicas.



Figura 2. Diagrama método ABP

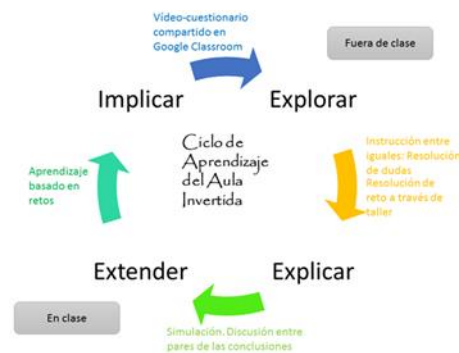


Figura 3. Ciclo de aprendizaje aula invertida

## 2. Objetivos

Se trata de crear una biblioteca de simulaciones que se enmarque dentro de los contenidos de la asignatura de Física I de primer curso de ingeniería, en concreto, adaptado a la enseñanza impartida en la ETSIAE. Las simulaciones tendrán dos niveles de complejidad. Uno universitario y otro preuniversitario. Se intenta estimular en el alumno la voluntad de experimentar con la simulación y se pretende generar un proceso de reflexión posterior a la experiencia que le permita madurar competencialmente.

El incorporar el aprendizaje experiencial a través de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) es una práctica pedagógica que enriquece el currículum de un alumno de primero de ingeniería. Debido al gran número de alumnos, dicho currículum gira actualmente en torno a métodos pedagógicos nada interactivos como son la asistencia a clases de teoría y problemas y la realización de prácticas de laboratorio totalmente dirigidas. Mediante esta metodología el alumno resolverá problemas y podrá contrastar sus soluciones con las que ofrece esta herramienta, a la par que podrá visualizar el movimiento del sistema.

En el caso de los estadios más básicos el uso de simulaciones permite al alumno extraer conocimientos, de manera que es capaz de identificar y poner nombre a las variables que manejan en la experiencia, yendo de lo concreto a lo abstracto

Así, el alumno integrará una serie de experiencias desafiantes y significativas en su formación, a la vez que desarrolla el pensamiento crítico, la resolución creativa de problemas, el trabajo colaborativo, las competencias tecnológica, comunicativa, aprender a aprender madurando en su formación científico-técnica.

### 3. Desarrollo

En el nivel universitario presentamos una experiencia consistente en utilizar la estrategia de *gamificación* en las clases con objeto de reforzar el aprendizaje del alumno. El método que aplicamos en las clases consiste en permitir que el alumno, utilizando un dispositivo apropiado (smartphone, tablet) “juegue” con un determinado sistema físico implementado en un fislet que reproduce la situación que queremos resolver. Después el profesor expone el modelo asociado al sistema y el procedimiento de resolución del mismo en la pizarra.

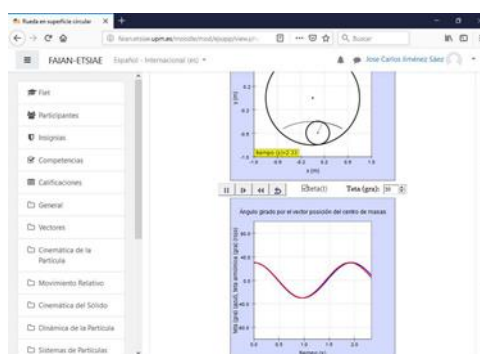


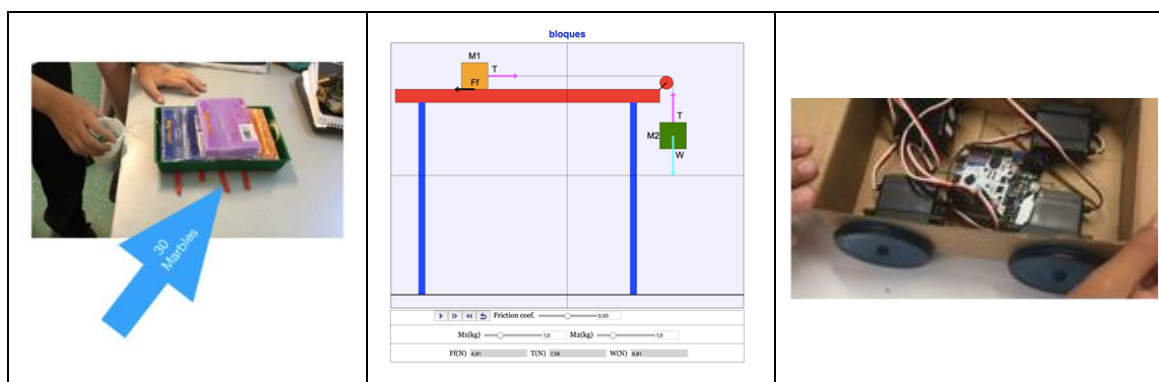
Figura 1. Rodadura

En la Figura 1 se muestra una de estas simulaciones en la que aparece un disco rodando sobre una superficie circular. El alumno puede fijar la posición inicial del disco moviéndolo directamente arrastrando el ratón, o puede hacerlo también cambiando el valor del ángulo que forma el centro del disco (respecto del centro de la superficie circular) con la vertical introduciendo el valor numérico apropiado en el recuadro correspondiente.

También en este nivel, para que el estudiante pueda resolver problemas por sí mismo, aplicamos la técnica del *aprendizaje basado en problemas* (ABP). En una asignatura tan compleja como la Física es fundamental haber asimilado previamente una serie de conocimientos y estrategias de resolución de problemas si no se quiere fracasar con seguridad. El profesor facilita con antelación una serie de ejemplos modelo que le sirvan al alumno para afrontar otros muy parecidos. De hecho, esta metodología es complementaria de la tradicional. El elemento clave es el planteamiento de problemas en clase y su resolución por parte de los alumnos. Dada la limitación temporal de las clases y los diferentes ritmos de aprendizaje es necesario que se pueda continuar el trabajo fuera del aula. Aquí interviene la versatilidad de los fislets que los alumnos pueden utilizar entrando en un Moodle que hemos montado al efecto.

En este Moodle al que tienen acceso todos los alumnos se alojan los fislets agrupados por temas. Cada tema se va abriendo secuencialmente siguiendo el ritmo de la asignatura. Los fislets van acompañados de unos cuestionarios donde los alumnos pueden contrastar sus progresos.

En el nivel pre-universitario quisimos trabajar con las simulaciones el tema de fuerzas y en concreto la fricción. En el colegio trabajamos siguiendo el modelo one to one, cada uno tiene su propio iPad. La experiencia fue planteada desde el proyecto educativo STEAM siguiendo la metodología *Flipped Classroom* y bajo las dinámicas del *Peer Instruction*: se les compartió via *Google classroom* un vídeo editado con preguntas (Edpuzzle) para que explorasen los conceptos en casa, en el aula a través de la rutina de pensamiento *what makes you say that* compartimos lo que habíamos aprendido así como la resolución en equipos cooperativos de las dudas que hubiesen podido surgir. Pasamos a la fase de experimentación lanzándoles el reto de mover una bandeja con barras de plastilina sin tocarla y disponían de unas barras de silicona, vasos de plástico y una cuerda. Tenían que dejar constancia del desarrollo del experimento y del uso del método científico en un diario digital. Cada equipo aportó una solución distinta al reto. De la discusión posterior y comparación de resultados se obtuvo la mejor estrategia para la consecución del reto. Posteriormente se realizó un cuestionario-juego para afianzar conceptos utilizando la herramienta digital *Kahoot*. En la tercera fase se les ofreció a los niños la simulación interactiva realizada por los profesores de IDEA. En ella se recreaba el mismo escenario del reto anterior pudiendo ponerle nombre a las fuerzas que actúan, entender la relación entre las diferentes variables y aprender la nomenclatura de las unidades de medida. En la cuarta y última fase los alumnos tuvieron que demostrar lo que habían aprendido sometiendo a artefactos creados y programados (Bitbloq) por ellos a situaciones en las que la fricción actuase de diferentes maneras (Figura 4).



**Figura 4.** Fases de la experiencia

#### 4. Conclusiones

En definitiva la colaboración y el intercambio, siempre enriquecen. Crear un espacio común de reflexión y actuación entre enseñanzas superiores y básicas no es algo nuevo. Tenemos ejemplos tan importantes como el Proyecto 0 en Harvard o el origen de la experiencia STEAM. En nuestro caso, hemos conseguido alcanzar objetivos que de manera independiente no se habrían logrado. Para la universidad seguir las metodologías activas es algo muy difícil dado el número de alumnos, pero también porque el paradigma de la enseñanza universitaria se ha centrado siempre en la asimilación de conceptos, cuando lo que nos debemos plantear es que el alumno de ahora no necesita para su futuro acumular conceptos. En un mundo en continuo cambio lo que la sociedad demanda son ciudadanos competentes que se sepan adaptar a lo incierto. Por otro lado, el poco interés de los niños y sobre todo las niñas, a partir de la adolescencia por las ciencias ha hecho que en los colegios centremos nuestros esfuerzos en conseguir fomentar estas vocaciones tecno-científicas. Experiencias como la presentada aquí posibilitan que esta situación se revierta poco a poco.