



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Desafíos de Mecánica Clásica con Smartphones (PINN-19-B-005)

Convocatoria de los Proyectos de Innovación Docente 2019

María Vélez – mvelez@uniovi.es Dpto. Física
Amador García Fuente - garciaamador@uniovi.es - Dpto. Física
Jaime Ferrer – ferrer@uniovi.es - Dpto. Física
María Rita Sierra – sierramaria@uniovi.es – Dpto. Informática
César Luis Alonso González- calonso@uniovi.es – Dpto. Informática
María del Rosario Díaz Crespo – charo@uniovi.es - Dpto. Física
Julio Manuel Fernández Díaz – julio@uniovi.es - Dpto. Física
Isidro González Caballero – gonzalezisidro@uniovi.es - Dpto. Física
Jorge Pisonero – pisonero@uniovi.es - Dpto. Física
Maria Luisa Amieva Rodriguez - marisamieva@gmail.com - IES Valle de Aller
Maria Luisa del Valle Suarez - maluisadel.vallesuarez@asturias.org - Consejería de Educación
M^a Fernanda Fernandez Varela - mfernandfv@gmail.com – IES Dr. Fleming

Palabras clave: Teléfonos móviles, análisis de video, coordinación entre asignaturas, coordinación Universidad-Secundaria

Tipo de proyecto

Tipo A (PINN-18-A)	
--------------------	--

Tipo B (PINN-18-B)	X
--------------------	---

En este proyecto se ha continuado con la utilización del móvil en experiencias de Mecánica, coordinando las asignaturas de teoría (FMec) e informática (HI, IFC) haciendo énfasis en la difusión de las metodologías docentes desarrolladas (prácticas con acelerómetros, Physics Quiz y videoanálisis). Para ello se han llevado a cabo dos acciones:

- 1) Planteamiento de “desafíos” con formato de video para alumnos de primero de Grado.*
- 2) Desarrollo de la página web del proyecto y publicación de videos divulgativos en un canal YouTube del proyecto de innovación.*

Resumen / Abstract

Este proyecto se desarrolla por cuarto curso consecutivo de forma coordinada entre las asignaturas de Fundamentos de Mecánica (FMec), Introducción a la Física Computacional (IFC) y Herramientas Informáticas (HI) de los Grados de Física y Matemáticas para el desarrollo de



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

metodología docente basada en el uso de los Smartphones para la docencia de la Mecánica Newtoniana. En este curso, se ha mantenido el uso de los dispositivos móviles en la docencia de primero de grado con el uso de acelerómetros internos y cámara de video. Se ha mejorado la difusión de la metodología del proyecto a través del desarrollo de una página web de "Física con Smartphones" y, sobre todo, mediante la realización de "Desafíos de Mecánica" en formato video para alumnos de primero de grado que se han publicado en el canal YouTube de la asignatura.

1 Contribución del proyecto a la consecución de los objetivos específicos y de los objetivos de la convocatoria

1.1 Objetivos específicos del proyecto conseguidos. Indicar y valorar el grado de consecución de cada uno.

Objetivo Específico 1: Desarrollo de metodologías docentes basadas en la tecnología Smartphone: desafíos web en formato video para alumnos de primero de grado Se planteó un "Desafío Diábolo" para los alumnos de primero de grado de Física y Matemáticas en el que participaron 18 grupos de 3-4 alumnos analizando la trayectoria de un diábolo en rotación. Se seleccionaron tres trabajos ganadores que se publicaron en el canal YouTube del proyecto de innovación y en la página web. Este objetivo se considera conseguido al 100%

Objetivo Específico 2: Mantener la coordinación entre las asignaturas involucradas en el proyecto Se han desarrollado Tareas de forma coordinada entre Fundamentos de Mecánica, Física Computacional y Herramientas Informáticas que contribuían de modo simultáneo a las calificaciones de evaluación continua de dos asignaturas diferentes (FMec e IFC) o (FMec y HI). Se trataba de tareas voluntarias, excepto en HI, en las que participaron un total de 109 alumnos. Este objetivo se considera conseguido al 100%

Objetivo Específico 3: Desarrollo de desafíos web de Cinemática para alumnos de Secundaria Este objetivo solo se ha conseguido al 25% debido a la situación de confinamiento por el COVID 19. Se convocó el desafío web en el contexto de la MiniOlimpiada de Física en colaboración con la sección local de la Real Sociedad Española de Física. La fecha de entrega de los trabajos estaba prevista para abril de 2020, por lo que hubo que cancelarla ante la situación excepcional del estado de alarma. Tras consultar con los profesores de secundaria interesados se ha pospuesto su culminación para el siguiente curso.

Objetivo Específico 4: Desarrollo de la página web del proyecto de innovación Se ha desarrollado la página web del proyecto incluyendo los resultados más relevantes del proyecto, videos, guiones de prácticas, etc. Se prestó especial atención a las secciones que pudieran servir de apoyo a los Desafíos web de la MiniOlimpiada de Física para el contacto con los profesores de Secundaria. Este objetivo se considera conseguido al 100%



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

1.2 Objetivos de la convocatoria a los que se dirigía el proyecto conseguidos. Indicar valoración del grado de consecución.

1. f) Desarrollar acciones de innovación docente con tecnologías avanzadas como el aprendizaje con dispositivos móviles, realidad aumentada, learning analytics, etc. *Se ha impulsado el empleo de Smartphone en docencia de Mecánica clásica con énfasis en el videoanálisis y el uso del acelerómetro interno.* Este objetivo se considera conseguido al 100%

4. b) Potenciar la coordinación entre profesores, así como el desarrollo de proyectos interdisciplinares e intercurriculares. Potenciar también aquellos proyectos que impliquen colaboración entre diferentes Centros y Departamentos. *Se han realizado actividades coordinadas entre profesores de las asignaturas Fundamentos de Mecánica, Introducción a la Física Computacional y Herramientas Informáticas de 1º de grado de Física y Matemáticas que incluyen la realización de tareas comunes a dos asignaturas. Se trata de tareas de carácter interdisciplinar que abordan de manera coordinada conceptos teóricos y de tratamiento de datos mediante herramientas informáticas. Se ha iniciado una colaboración con profesores de Técnicas Experimentales I de 1º de grado de Física para aplicar la metodología de este proyecto a la realización de prácticas de laboratorio.* Este objetivo se considera conseguido al 100%

6. e) Desarrollar actividades de coordinación con centros de Primaria, Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional creando sinergias y favoreciendo la posterior incorporación del alumnado a la universidad y amortiguar el salto académico existente entre estos dos niveles. *Se ha mantenido la colaboración entre profesores de Secundaria y Universidad en la realización de las Olimpiadas de Física empleando metodologías desarrolladas en cursos previos (Physics Quiz con la App Kahoot) para la realización de la Olimpiada de Física de forma telemática con la participación de 34 alumnos en junio de 2020. No se ha podido culminar el desarrollo del concurso de la MiniOlimpiada previsto en abril del 2020 debido a la situación del estado de alarma y se ha pospuesto para el próximo curso.* Este objetivo se considera conseguido al 25%

7. b) Desarrollar actividades o acciones encaminadas a divulgar y diseminar proyectos de innovación docente ya implantados en las facultades y escuelas de nuestra Universidad en cursos anteriores *Se ha desarrollado la página web del proyecto de innovación como espacio para compartir los materiales docentes desarrollados y se ha puesto en marcha el canal YouTube de la asignatura para publicar videos divulgativos realizados por los alumnos.* Este objetivo se considera conseguido al 100%



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

2 Contribución del proyecto al plan estratégico de la Universidad y repercusiones en la docencia. *Para la elaboración de este apartado describir el grado de cumplimiento de los compromisos adquiridos del punto 5 de la solicitud del proyecto.*

2.1 Alineamiento del Proyecto de Innovación Docente con el Plan Estratégico 2018-2022 de la Universidad de Oviedo en materia docente.

La contribución de este proyecto se refiere, fundamentalmente, a los siguientes puntos del Plan Estratégico de la Universidad de Oviedo, como se detalla a continuación.

FAE 5: *Extender nuevas técnicas docentes en los estudios de grado y máster de la Universidad.* Contribución del proyecto: Desarrollo de metodologías docentes basadas en el análisis de trayectorias mediante videoanálisis: guiones de prácticas y videos divulgativos.

FAE 7: *Incrementar la motivación del profesorado. Aumentar el número de experiencias innovadoras formativas.* Contribución del proyecto: Colaboración estable entre docentes de distintas asignaturas del mismo curso y toma de contacto para la extensión de la metodología del proyecto a otra asignatura de docencia simultánea.

FAE 15: *Incrementar la colaboración entre todos los agentes del sistema educativo.* Contribución del proyecto: Colaboración entre profesores de Universidad y Secundaria en el marco de las Olimpiadas de Física (desarrolladas de forma on-line este curso) y puesta en marcha de la miniOlimpiada de Física (a culminar el próximo curso).

FAE 31: *Intensificar las acciones formativas llevadas a cabo en Internet. Conseguir una utilización amplia de contenidos de calidad creados en la Universidad de Oviedo.* Contribución del proyecto: Desarrollo de la página web del proyecto y puesta en marcha del canal YouTube.

IT 17: *Incremento del número de entidades con las que se colabora.* Contribución del proyecto: Este objetivo estaba previsto alcanzarlo mediante la colaboración con centros de Secundaria en el marco de la MiniOlimpiada de Física y ha tenido que ser pospuesto hasta el próximo curso. Se han iniciado contactos e intercambio de información sobre la metodología docente de videoanálisis de trayectorias con profesores de la Universidad Politécnica de Valencia.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

2.2 Grado de consecución de las repercusiones esperadas del proyecto (en la docencia específica y en el entorno docente)

1. Posibilidad de poner el proyecto en práctica en otras asignaturas, cursos, carreras o con otros profesores.

Se ha iniciado una colaboración con profesores de la asignatura de Técnicas Experimentales I de primero de grado de Física para aplicar la metodología de uso del Smartphone en docencia de Mecánica Clásica desarrollada en este proyecto en el marco de un Trabajo de Fin de Grado titulado “Aplicación de un teléfono móvil inteligente en un laboratorio de física experimental” dirigido de forma conjunta por María Vélez y Adrián Fernández-Gavela. Asimismo, este contacto fue clave en la aplicación de los materiales desarrollados en este proyecto (página web y guiones de prácticas) para la realización de prácticas de laboratorio a distancia durante el estado de alarma en esta misma asignatura.

2. Aumentar la colaboración entre varios centros, departamentos, áreas, profesores, másteres, etc.

Este proyecto se realiza en colaboración entre profesores de dos departamentos (Física e Informática) y varias áreas de conocimiento, sirviendo de marco de comunicación entre los profesores involucrados sobre temas docentes.

3. Fomentar la colaboración con profesores de otras instituciones autonómicas, nacionales o extranjeras (Universidades, Centros de Enseñanza Primaria o Secundaria, redes de colaboración internacional, etc.)

Este proyecto se realiza en colaboración con profesores de Secundaria contribuyendo a la colaboración para la organización de las Olimpiadas de Física en Asturias que, en este curso, se llevaron a cabo de forma telemática aprovechando la metodología de Physics Quiz desarrollada en el proyecto. La publicación de materiales en la página web también ha servido para iniciar el contacto con profesores de la Universidad Politécnica de Valencia e intercambiar información sobre el uso de Tracker en docencia de Física.

5. Utilización de herramientas y aplicaciones tecnológicas avanzadas al servicio de la propuesta metodológica

Este proyecto emplea herramientas docentes basadas en el Smartphone, tanto mediante el uso del acelerómetro interno como de la cámara de video. Este curso se ha comenzado con la realización de videos divulgativos para YouTube por parte de los alumnos.

6. Posibilidades de dar continuidad al proyecto en cursos posteriores ampliándolo o mejorándolo

Este es un proyecto de tipo B, en el que se ponen en práctica los resultados de tres proyectos anteriores. Este año, nos hemos centrado en ampliar el rango de diseminación de las metodologías docentes basadas en Smartphone a través de la



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

página web del proyecto y la realización de Desafíos que han dado lugar a videos divulgativos en YouTube. Se ha iniciado una colaboración con profesores de la asignatura de Técnicas Experimentales I que ha dado lugar a una nueva propuesta de Proyecto de Innovación para la convocatoria 2020 titulada “Utilización de un Smartphone en un laboratorio de física experimental”.

3 Memoria del Proyecto

3.1 Marco Teórico del Proyecto

El proyecto de Física con Smartphones se ha llevado a cabo durante cuatro cursos consecutivos en el primer curso de grado las titulaciones de Física y Matemáticas de la Universidad de Oviedo, siguiendo una tendencia general en distintos departamentos de Física a nivel nacional e internacional de incorporar los dispositivos móviles en la docencia de Mecánica Clásica Smartphone (Countryman, 2014), (Chevrier, Madani, Ledenmat & Bsiesy, 2013) y (Brown & Cox, 2009). En su primera edición, los alumnos de primero de grado emplearon el acelerómetro del teléfono móvil para estudiar movimientos rectilíneos (Crespo, Díaz, Fernández, Sierra & Vélez (2017)); a continuación, se exploraron las posibilidades docentes basadas en videoanálisis de trayectorias con el software Tracker (Tracker, 2018) y de la App Kahoot para la realización de Physics Quiz. En el curso 2018-2019, se incorporaron al proyecto profesores de Secundaria de distintos centros de Asturias, lo que posibilitó la aplicación de la metodología de este proyecto en las Olimpiadas de Física de Asturias con el uso de Kahoot para las cuestiones del examen y con un Taller sobre Cinemática en Acción para profesores de Física de Secundaria.

En este proyecto se planteó, como objetivo más novedoso para el curso 2019-20, ampliar la difusión de los resultados del proyecto más allá de la docencia concreta de las asignaturas involucradas en el mismo, siguiendo, por una parte, la línea iniciada con la publicación de los trabajos de los alumnos como (Vélez, 2018), (Vélez, Díez, del Valle, Vázquez, Pajares & Chamorro, 2019) o (Vélez, Jalón, Maroto, Alvarez & Hevia, 2019) a través de la web del proyecto Open Source Physics y, por otra, ampliando la colaboración Universidad-Secundaria habida cuenta de la buena acogida de la metodología de Física con Smartphones en la Olimpiada de Física. Para ello, se diseñó la actividad de “Desafíos Web de Mecánica” para experiencias de Cinemática con Videoanálisis adaptadas a distintos niveles desde 4 de ESO hasta primero de grado, y en las que el empleo de la página web del proyecto (Física con Smartphones, 2020) era esencial para intercambiar información con profesores y alumnos en otros centros de enseñanza de la región. El estado de alarma ha obligado a posponer alguna de las actividades previstas (MiniOlimpiada) hasta el próximo curso.



3.2 Metodología utilizada

3.2.1 Plan de Trabajo desarrollado

El plan de trabajo se ha estructurado en las siguientes tareas.

Tarea A. Prácticas de acelerómetros para alumnos de primero de grado. En esta tarea se realizaron prácticas de movimiento rectilíneo con acelerómetros de forma coordinada entre las asignaturas de FMec, IFC y HI. Se publicó el guión de la práctica a través del Campus Virtual de FMEc durante el mes de septiembre de 2019, estableciéndose un periodo de toma de datos y subida de ficheros (final de septiembre para alumnos de Física y PCEOB y finales de noviembre para alumnos de Matemáticas y PCEOA). El análisis de los mismos se realizó en IFC mediante una tarea Excel (primer cuatrimestre) y en HI mediante un Taller Plot. El distinto marco temporal para cada grado permitió una mejor coordinación con la planificación temporal de las asignaturas de contenidos informáticos. Se trataba de tareas voluntarias, excepto en HI, en las que participaron el 75% de los alumnos matriculados en el curso.

Como extensión de esta tarea se ha tutorizado un Trabajo de Fin de Grado titulado “Aplicación de un teléfono móvil inteligente en un laboratorio de física experimental” en colaboración con Adrián Fernandez Gavela, profesor de Técnicas Experimentales I (TEI) que es una asignatura anual de 1º del grado de Física. En este trabajo se ha analizado la posibilidad de aplicar la metodología de toma de datos mediante el acelerómetro del móvil a algunas prácticas de TEI (muelle, máquina de Atwood) y la comparación directa en el mismo experimento con la toma de datos mediante videoanálisis.

En la asignatura de Introducción a la Física Computacional (IFC) también estaba programada la realización de la práctica “Movimiento rectilíneo de un ascensor: Integración numérica con Python de los datos de aceleración medidos con el teléfono móvil” para la semana del 16 al 20 de marzo. Como consecuencia de la alarma sanitaria debida al COVID 19, se hizo una reprogramación de la asignatura, por lo que la práctica del acelerómetro utilizando Python no se ha podido realizar este curso.

Responsables: María Vélez, Amador García, Jaime Ferrer, Rosario Díaz Crespo, Isidro González Caballero, María Rita Sierra Sánchez, César Luis Alonso González

Tarea B. Desarrollo de la página web del proyecto. Se ha desarrollado la página web de Física con Smartphones, centrándola en la metodología de videoanálisis de cara a la diseminación de los resultados del proyecto a través de la MiniOlimpiada de Física. Se ha incluido información general, guiones de prácticas de videoanálisis y acelerómetros y, también, videos de resultados.

Responsables: María Vélez, Rosario Díaz Crespo, Amador García, Maria Rita Sierra

Tarea C. Desafíos web en Fundamentos de Mecánica. Se planteó a los alumnos de FMec un “Desafío Diábolo” para el estudio experimental y teórico de un problema avanzado (la Física de



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

la fuerza de Magnus y el rozamiento con el aire) en grupos de cuatro alumnos. Los alumnos realizaron video de la trayectoria del lanzamiento de un diábolo en rotación lo analizaron con el programa Tracker. La entrega constaba de dos elementos: 1) un informe de dos o tres páginas con un resumen de la experiencia, las ecuaciones empleadas en el análisis y sus conclusiones; 2) el video de la trayectoria analizado con Tracker. Posteriormente se realizaron exposiciones orales en clase, en la que cada grupo mostró sus resultados ante el resto de alumnos del curso. Los alumnos ganadores del Desafía Diábolo prepararon videos divulgativos sobre este experimento que se subieron a un canal Youtube específico de la asignatura recibieron una puntuación extra en la evaluación continua. Participaron 18 grupos de 3-4 alumnos, lo que supone aproximadamente el 50% de los trabajos de videoanálisis realizados este curso.

Responsables: María Vélez, Amador García, Jaime Ferrer

Tarea D. Desafíos web en las Mini Olimpiadas de Física. En el mes de febrero de 2020 se planteó de manera conjunta con las Olimpiadas de Física para 2 de Bac, una MiniOlimpiada dirigida a alumnos de Secundaria y primero de Bachillerato. El formato elegido fue:

- Estudiantes de 4º ESO: Desafío Aceleración: Movimiento Rectilíneo (p.ej. caída de un objeto en línea recta en el aire o en un líquido, bajada de un cuerpo rodando por una rampa, globo de helio que sube, etc.)
- Estudiantes de 1º BAC: Desafío Parábola (p.ej. tiros parabólicos de pelotas, etc.)

Cada equipo (encargado de la elaboración de un único video) debía estar formado por 4 personas para fomentar el trabajo colaborativo, permitiéndose distintos equipos de un mismo Centro. El formato era semejante al Desafío Diábolo realizado en 1º de grado: videoanálisis de trayectorias con Tracker y preparación de un video divulgativo para el canal YouTube. La fecha prevista para la entrega de los videos era el 6 de abril de 2020, y se abrió un periodo de comunicación con los profesores de Secundaria interesados en participar hasta esa fecha, empleando como canales de comunicación la página web RSEFAS (RSEFAS, 2020) y la página web del proyecto de innovación (Física con Smartphones, 2020). Sin embargo, debido al estado de alarma, se decidió posponer este concurso hasta el próximo curso.

Estaba previsto presentar los resultados de las tareas C y D (Desafíos web en Grado y Secundaria) en una ponencia que había sido aceptada en el VI Congreso Internacional de Docentes de Ciencia y Tecnología (Congreso de Docentes, 2020) organizado en la Facultad de Educación de la Universidad Complutense de Madrid inicialmente en el periodo 21-24 de abril de 2020. Este congreso ha sido aplazado hasta abril de 2021 y confiamos en poder presentar en ese momento los resultados de la primera MiniOlimpiada de Física de Asturias.

Responsables: María Vélez, Marisa Amieva, Fernanda F. Varela, Maria Luisa del Valle Suarez, Jorge Pisonero



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

3.2.2 Descripción de la Metodología

El material didáctico utilizado en este proyecto está centrado en el **teléfono móvil** de cada alumno.

- Para las tareas con acelerómetros se ha empleado una App gratuita para la adquisición de datos de aceleración en función del tiempo “G-Sensor Logger” disponible en PlayStore para smartphones tipo Android. Esta App, permite obtener un fichero texto que contiene las tres componentes espaciales del vector aceleración y el intervalo de tiempo entre medidas. Se ha evaluado también la App PhyPhox (Phyphox, 2020) desarrollada por el Instituto de Física de Aachen University, que permite una conexión más directa entre el acelerómetro del móvil y el ordenador.
- Para las tareas de análisis de trayectorias se ha empleado la cámara de video en combinación con el software Tracker (Tracker, 2018) para la digitalización y análisis de trayectorias bidimensionales.

Otros elementos empleados fueron: Guion de prácticas para las tareas de acelerómetros y Tracker, encuestas en el Campus Virtual, material para el estudio autónomo del tema de representación de curvas y superficies, guion del taller para la representación de curvas y superficies (taller “plot”), rúbricas de evaluación y el guion de la práctica 2 de la asignatura de Introducción a la Física Computacional.

Los principales tipos de Metodología didáctica que se emplearon en este proyecto han sido Aprendizaje basado en proyectos y Gamificación a través de concursos. Los alumnos realizan proyectos de forma autónoma para el estudio práctico de casos concretos de movimiento sencillo. Para ello han de realizar una planificación de tareas que involucren a varias asignaturas de docencia simultánea, ejecutarlo de forma autónoma coordinándose adecuadamente entre los miembros del grupo, y hacer un informe en video o escrito de los resultados obtenidos.

La evaluación de la satisfacción de los estudiantes se realizó mediante encuestas en el Campus Virtual para los alumnos de Grado.

3.3 Resultados alcanzados

- 3.3.1 **Valoración de indicadores** detallando los instrumentos utilizados para recoger la información, se valora la inclusión de tablas o figuras que faciliten la comprensión de lo expuesto. Al menos un indicador se vinculará con el grado de satisfacción del alumnado que participe en el proyecto.



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

Los resultados del proyecto se han evaluado con varios tipos de indicadores: a) la comparación entre las calificaciones obtenidas en las actividades del proyecto de innovación y las calificaciones medias de cada asignatura (indicadores 1, 3, 5); b) encuestas de satisfacción realizadas en el Campus Virtual en cada asignatura (indicadores 2, 4, 6); c) el análisis cualitativo de la coordinación entre asignaturas (indicador 7); d) las actividades de difusión y la publicación online del material docente desarrollado en el proyecto (indicador 8). El indicador 9 referido a las actividades con alumnos de Secundaria y Bachillerato no ha podido ser evaluado ya que su desarrollo estaba previsto a finales de marzo y abril y tuvieron que ser canceladas por el estado de alarma.

En Fundamentos de Mecánica los indicadores 1 y 2 alcanzan el resultado de Bueno, por encima del 70%. Los alumnos expresan una opinión favorable a las tareas de innovación en la encuesta de satisfacción de la asignatura, con una cierta preferencia por el trabajo de análisis de videos (la calificación de la tarea de videoanálisis fue de 3.9 sobre 5 frente al 3.5 sobre 5 que alcanzó la tarea de acelerómetros) y esto se refleja de forma adecuada en la mejora de las calificaciones de Evaluación Continua relacionadas con estas tareas.

En Física Computacional los indicadores 3 y 4 alcanzan un resultado Bueno, por encima del 60%. En la encuesta de satisfacción, los alumnos mostraron una opinión favorable (4 sobre 5) en el uso del teléfono móvil, para experimentar y poner en práctica conceptos estudiados en la teoría de varias asignaturas y expresaron una opinión muy favorable (4.3 sobre 5) a que realizar este tipo de trabajos permite asimilar y comprender mejor la utilidad práctica de algunos conceptos teóricos.

En Herramientas Informáticas, como se observa de los indicadores 5 y 6, los resultados son muy buenos. De los 55 alumnos presentados en la convocatoria ordinaria (en la que tiene sentido realizar los cálculos pues es dónde se tienen en cuenta las calificaciones de evaluación continua), el 76% (42 alumnos) obtuvieron en la actividad taller “plot” una calificación por encima de la media de la asignatura (8 sobre 10), siendo la nota media de esta actividad 8.5. Los resultados de la evaluación específica de los conocimientos adquiridos en el taller ponen de manifiesto su éxito, el 78% de los alumnos obtuvieron una calificación por encima de la media de la asignatura, siendo la nota media 8.6. Hemos de destacar que sólo 1 alumno suspendió esta tarea de evaluación, y que todos los que aprobaron, excepto 3, obtuvieron calificaciones superiores a 6.

Con respecto al segundo de los indicadores, la encuesta de satisfacción, se les plantearon a los alumnos una serie de cuestiones relacionadas con las actividades realizadas en el taller, que debían valorar, en una escala del 1 al 5 (1 totalmente en desacuerdo, 5 totalmente de acuerdo). Todos los alumnos que participaron en la encuesta (44 de los 55 presentados) valoran muy positivamente la actividad taller, encontrándose todas las medias de las preguntas planteadas por encima de 3. Los alumnos consideran que la actividad les ha resultado útil en el aprendizaje de la materia (media de 3.4) y que después de esta actividad



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

son capaces de representar curvas y superficies (media de 3.5). Con respecto a la tarea relacionada con este proyecto de innovación docente, los alumnos valoran positivamente la realización de trabajos que pongan en práctica conceptos y materias de distintas asignaturas, poniendo de manifiesto que la experiencia ha sido buena (media 3.3), que les ha facilitado el aprendizaje ayudándoles a asimilar y comprender mejor la utilidad práctica de algunos conceptos teóricos (media de 3.8), y que valoran el esfuerzo de coordinación entre asignaturas y profesores para abordar desde diferentes perspectivas problemas reales con elementos cotidianos como puede ser el teléfono móvil (media de 3.4). Los alumnos consideran que la tarea tiene cierta dificultad (media de 3) y creen que si deberían realizarse más trabajos como este (media de 3.1).

En la asignatura Herramientas Informáticas estamos muy satisfechos con los resultados obtenidos, a lo largo de los cursos en los que se ha mantenido la experiencia, pues ponen de manifiesto que estas actividades no sólo logran la adquisición y refuerzo de contenidos, sino que permiten desarrollar competencias como el estudio autónomo, el trabajo en equipo y el sentido de pertenencia al grupo.

La coordinación de la docencia ha sido valorada positivamente por los alumnos tal y como se refleja en las buenas puntuaciones de las encuestas de satisfacción de las distintas asignaturas y la participación de más de un 75% de los alumnos de 1º de grado involucrados en las tareas comunes a las distintas asignaturas del proyecto.

Finalmente, podemos considerar buena la difusión en abierto de material docente del proyecto (videos y guiones de prácticas) con la publicación en la página web del proyecto de innovación de 12 guiones de prácticas distintas y 4 videos (tres videos de divulgación y un tutorial sobre Tracker que acumulan un total de 180 visualizaciones). La difusión de este material en abierto fue de gran utilidad para la colaboración con otras asignaturas durante el estado de alarma.



Tabla resumen (a incluir obligatoriamente)

Nº	Indicador	Modo de evaluación	Rangos fijados y obtenidos
1	Fundamentos de Mecánica: Porcentaje de alumnos que obtengan unas calificaciones en las actividades relacionadas con el proyecto (Trabajos y Physics Quiz) superiores a la media en la asignatura.	Se tomará como indicador las calificaciones de los alumnos en los apartados de evaluación continua de participación activa en las tutorías grupales y trabajo de grupo.	Entre 0% y 10% -> <i>Baja</i> . Entre 10% y 30% -> <i>Aceptable</i> . Por encima de 30% -> <i>Bueno</i> . Bueno: 73%
2	Fundamentos de Mecánica: Encuesta de satisfacción sobre su participación en la experiencia y las ventajas obtenidas respecto a la asignatura.	Se tomará como indicador los resultados de la encuesta de satisfacción realizada a los alumnos al finalizar los temas relacionados con la experiencia, en una escala de 1-5	Entre 0% y 20% -> <i>Baja</i> . Entre 20% y 50% -> <i>Aceptable</i> . Por encima de 50% -> <i>Bueno</i> . Bueno: 3.7 (73%)
3	Introducción a la Física Computacional: Porcentaje de alumnos que obtengan unas calificaciones en las actividades relacionadas con el trabajo (Tratamiento de datos con la hoja de cálculo y con Python) superiores a la media en la asignatura.	Se tomará como indicador las calificaciones de los alumnos en la experiencia, en las tareas de evaluación continua correspondientes al tema 2 (Hoja de Cálculo) y al tema 6 (Aplicaciones en Física) de la asignatura.	Entre 0% y 10% -> <i>Baja</i> . Entre 10% y 30% -> <i>Aceptable</i> . Por encima de 30% -> <i>Bueno</i> . Bueno: 65%
4	Introducción a la Física Computacional: Encuesta de satisfacción sobre su participación en la experiencia y las ventajas obtenidas respecto a la asignatura.	Se tomará como indicador los resultados de la encuesta de satisfacción realizada a los alumnos al finalizar los temas relacionados con la experiencia.	Entre 0% y 20% -> <i>Baja</i> . Entre 20% y 50% -> <i>Aceptable</i> . Por encima de 50% -> <i>Bueno</i> . Bueno: 3.9 (78%)
5	Herramientas Informáticas: Porcentaje de alumnos que obtengan unas calificaciones en las actividades relacionadas con el trabajo (Representación de gráficas y superficies, Tratamiento de Ficheros) superiores a la media en la asignatura.	Se tomará como indicador las calificaciones de los alumnos en la experiencia, en las tareas de evaluación continua a los que son sometidos en los temas: Representación de Curvas y Superficies, y Tratamiento de Ficheros.	Entre 0% y 10% -> <i>Baja</i> . Entre 10% y 30% -> <i>Aceptable</i> . Por encima de 30% -> <i>Bueno</i> . Taller plot: Bueno, 76% Contenidos taller: Bueno, 78%
6	Herramientas Informáticas: Encuesta de satisfacción sobre su participación en la experiencia y las ventajas obtenidas respecto a la asignatura.	Se tomará como indicador los resultados de la encuesta de satisfacción realizada a los alumnos al finalizar los temas relacionados con la experiencia.	Entre 0% y 20% -> <i>Baja</i> . Entre 20% y 50% -> <i>Aceptable</i> . Por encima de 50% -> <i>Bueno</i> . Taller plot: Bueno, 3.4 (68%) Facilita el aprendizaje: Bueno, 3.5 (70%) Proyecto de Innovación: Bueno, 3.3 (66%)
7	Resultados de la docencia coordinada	Comparación entre los resultados de las encuestas de satisfacción realizadas en las distintas asignaturas	La coordinación de la docencia ha sido adecuada tal y como se refleja en las buenas puntuaciones de las encuestas de satisfacción y el alto grado de participación en las tareas comunes voluntarias.
8	Publicación de material docente en la web orientado hacia el profesorado de Física de Secundaria y Bachillerato	Se tomará como indicador el número de elementos (videos y guiones de prácticas) publicados en la web del proyecto	A partir de 10 -> <i>Bueno</i> Bueno: 12 guiones de prácticas y 4 videos
9	Encuesta de satisfacción sobre el uso de nuevas tecnologías entre el profesorado y los alumnos de Física de Bachillerato y Secundaria	Se tomará como indicador los resultados de una encuesta de satisfacción realizada a los alumnos y al profesorado de Física de Bachillerato que participe en las actividades del proyecto.	No se ha evaluado ya que la MiniOlimpiada de Física fue cancelada a causa del estado de alarma



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

3.3.2 **Observaciones más importantes sobre la experiencia.**

Podemos destacar como uno de los puntos importantes de la experiencia los beneficios de la coordinación entre varias asignaturas para llevar a cabo tareas interdisciplinares, como se puede ver en la buena acogida que tienen por parte de los alumnos (objetivo 2 del proyecto). Además, la difusión de los resultados del proyecto a través de la página web (objetivo 4 del proyecto) ha facilitado ampliar esta red de colaboración docente hacia otra asignatura que se imparte en el mismo curso. Finalmente, se puede mencionar el interés que despierta en los alumnos el uso de medios tecnológicos como el Smartphone para la realización de proyectos y el aumento de su motivación al introducir un componente competitivo en los “Desafíos web” (objetivos 1 y 3).

3.3.3 **Información online, publicaciones o materiales en abierto derivados de los resultados del proyecto (se valorará especialmente que se proporcionen los enlaces a los mismos)**

Videos de divulgación sobre la Fuerza de Magnus

<https://youtu.be/nN3xGoqziVg>

<https://youtu.be/9h3VnBEjyxl>

https://youtu.be/_dBaDxiVxcM

Tutorial sobre el uso de Tracker

<https://youtu.be/2vEKRqVFKaA>

Contribución al proyecto internacional Open Source Physics

Diabolo Challenge at University of Oviedo. Open Source Physics Project. (2020)

<https://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=15426&DocID=5275>

Página web del proyecto

Física con Smartphones <https://www.unioviedo.es/smartfis/>



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

3.4 Conclusiones, discusión y valoración global del proyecto.

En resumen, este proyecto tiene como primer punto fuerte el uso del Smartphone como elemento tecnológico en la docencia lo cual amplía el rango de actividades docentes más allá de la metodología tradicional en el aula (gamificación, proyectos, ...) y sirve como vínculo para la colaboración entre asignaturas con carácter teórico (Fundamentos de Mecánica) y práctico (Herramientas Informáticas). Además, el uso del Smartphone y la difusión web de los resultados del trabajo de los alumnos mejoran la motivación y satisfacción de los alumnos. De hecho, el segundo punto fuerte a destacar es el desarrollo de la página web del proyecto como medio para ampliar la difusión de la metodología del proyecto más allá de las asignaturas involucradas y la realización de un video tutorial por los propios alumnos sobre el videoanálisis de trayectorias.

Sin embargo, este curso podemos señalar como punto débil las dificultades en la colaboración entre profesores de Secundaria y Universidad derivada del estado de alarma por el COVID que ha obligado a posponer la puesta en marcha de la MiniOlimpiada de Física hasta el próximo curso. Como contrapartida, durante este periodo se colaboró con la asignatura de Técnicas Experimentales I apoyando con los materiales desarrollados en el proyecto la realización de prácticas a distancia.

4 Bibliografía

Brown, D. & Cox, A. J. (2009) "Innovative uses of video analysis" Phys. Teach., 47, 145-150

Chevrier, J., Madani, L., Ledenmat, S. & Bsiesy, A., (2013) "Teaching classical mechanics using smartphones" Phys. Teach., 51, 376-377

Countryman, C. L. (2014) "Familiarizing Students with the Basics of a Smartphone's Internal Sensors" Phys. Teach., 52, 557-559

Congreso de Docentes (2020) URL <http://www.epinut.org.es/CDC/6/>

Crespo, R.D., Díaz, S. I., Fernández, J., Sierra, M. R. & Vélez, M. (2017) "Móviles en clase de Mecánica: estudio del movimiento de un ascensor" Revista Española de Física, 31, p. 36

Física con Smartphones (2020) URL <https://www.unioviedo.es/smartfis/>

PhyPhox (2020) URL <https://phyphox.org/>



Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

RSEFAS (2020) URL <http://www.rsefas.org/seccion/mini-olimpiadas-para-estudiantes-de-4o-de-eso-y-de-1o-de-bachillerato/>

Tracker *Video Analysis and Modelling Tool* (2018) URL <https://physlets.org/tracker/>

Vélez, M. (2018) "Badminton shuttlecock with air resistance" Open Source Physics Project
URL <http://www.per-central.org/items/detail.cfm?ID=14553>

Vélez, M., Díez, J., del Valle, J., Vázquez, A., Pajares, S., & Chamorro, H. (2019). *Toast Falling from Table Tracker Experiment*. Retrieved April 25, 2019, from
<https://www.compadre.org/osp/items/detail.cfm?ID=15021>

Vélez, M., Jalón, D., Maroto, D., Alvarez, M., & Hevia, N. (2019). *Car in a loop with friction*. Retrieved April 26, 2019, from
<https://www.compadre.org/osp/items/detail.cfm?ID=15022>