

# Aprendizaje Experimental de Física en un año de Pandemia

**José Daniel Sierra Murillo**

*Área de Física Aplicada, Departamento de Química, Universidad de La Rioja*

## Resumen

El aprendizaje de conocimientos fundamentales de Física puede realizarse de una manera más significativa mediante la experimentación, sea en un laboratorio u otro lugar. El objetivo primordial de este Proyecto de Innovación Docente (PID), es aplicar la mencionada convicción del autor a ese alumnado universitario, con un insuficiente bagaje previo en conocimientos necesarios para un adecuado proceso de aprendizaje de la Física, ya sea en el primer curso de ciertos grados, como en cursos superiores en otros. A este adecuado proceso de aprendizaje significativo, puede ayudar también una apropiada combinación complementaria entre el trabajo individual y colaborativo de dicho alumnado (competencia transversal), entre grupos reducidos (GR) de alumn@s (individuo vs. individuo y GR vs. GR) y de estos con el profesor. La mejora en la eficiencia de los diversos procesos de aprendizaje competenciales, puede favorecerse mediante la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). El profesor que suscribe este PID, considera de gran importancia la aplicación de la Metodología “*Flipped Learning*” (MFL), en un Entorno Virtual 3.0 (EV-3.0) u otros superiores. Incluida también, la utilización de un *hardware/software* específico para un Laboratorio de Física (LF). Todo ello, es de gran interés para la adquisición de habilidades informáticas del alumnado, imprescindibles en los laboratorios científico-tecnológicos del siglo XXI. Competencias específicas, transversales y habilidades, en armonía con la Filosofía del Proceso de Bolonia 2020, relativa a la mejora de los modelos de docencia-aprendizaje.

*Palabras clave: Aprendizaje Experimental de Física; Laboratorio de Física; competencias específicas y transversales; Metodología “Flipped Learning”; Entorno Virtual 3.0.*

## Introducción

A lo largo de la Historia de la Humanidad, la Experimentación Científico-Tecnológica ha demostrado su beneficio para la mejora del Progreso Científico-Tecnológico de la Sociedad Humana. Ya desde el siglo XVII, se venían efectuando en diversos ámbitos como academias, sociedades científicas e, incluso, espacios de acceso a todo tipo de personas. Por supuesto, ha sido de gran utilidad por su carácter instructivo y de aproximación a la senda de la experimentación básica y aplicada. Instituciones como la universidad, institutos de investigación, etc. pueden encontrar en ella una herramienta de gran interés docente, investigador y, por qué no, a la de su aplicación científico-tecnológica. Sin embargo, aunque existen países de nuestro entorno que han visto en ella su gran interés, en nuestro país el Proyecto Tuning (Wagenaar, 2018) de Física necesita un mayor acercamiento a la práctica docente generalizada, incluso con una perspectiva de iniciación a la experimentación científica y su aplicación tecnológica.

Hay un hecho irrefutable en la universidad española, y es que una parte importante del alumnado de ciertos grados universitarios, dispone de un insuficiente bagaje previo en conocimientos necesarios para un adecuado proceso de aprendizaje significativo de la Física. Este aprendizaje significativo de las bases fundamentales de la Física, puede realizarse/mejorarse mediante la experimentación, sea en un laboratorio o en otro lugar.

Sigue sucediendo, que algun@s alumn@s de diferentes grados universitarios (unos, relacionados con la Ciencia Fundamental y su Aplicación Tecnológica, otros, con la Formación Infantil, Primaria y Secundaria, etc.), llegan por vías curriculares en las que su formación en Física (y Matemática) es mejorable. Aunque se suele responsabilizar de ello, a una inadecuada etapa formativa durante la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato (o Ciclos Formativos), podría ampliarse hasta los inicios de la Formación Infantil y Primaria en los Colegios. Habitualmente, una inadecuada Formación Previa, condiciona indefectiblemente la capacitación del mencionado alumnado para abordar los estudios universitarios arriba mencionados. Conviene también remarcar, lo conveniente que sería aconsejar al alumnado de los Institutos de Enseñanza Secundaria (IES), sobre la matriculación en ciertas asignaturas, indispensables para un adecuado aprendizaje sobre Ciencias Fundamentales y sus Aplicaciones Tecnológicas. En muchos casos, a esto se une la imposibilidad de comprobar, de manera experimental, lo aprendido desde una perspectiva teórica. El que el mencionado alumnado pueda diseñar un experimento, más o menos sencillo, en el laboratorio de su IES, relacionado con la materia tratada de manera teórica, le abre puertas, no solo a un mejor entendimiento significativo de los fundamentos de la citada materia, sino de posibles mejoras y nuevos retos. No solo tiene que ver con la mejora del aprendizaje, sino con una nueva *“mirada hacia adelante (I+D+i)”*, también con una mejora de *“La Perspectiva Científica”* (Russell, 1981). Desde una perspectiva constructiva, la utilización de la Experimentación en Física, permite edificar todo un proceso cognitivo de construcción metódica del aprendizaje significativo. Más aún, es de gran interés que el alumnado pueda obtener conclusiones teórico-experimentales, asociadas a los diferentes sistemas físicos estudiados y sus posibles aplicaciones posteriores en la vida real. Todo ello es muy importante también para la comprensión de la gran utilidad histórica del Método Científico. Sobra decir, que este importante e histórico método, utilizado en la investigación y el desarrollo de nuestra sociedad, facilita al alumnado una gran mejora cualitativa en su formación. Sobre todo, por su participación, de manera activa, en su propio proceso de aprendizaje significativo. Estas mejoras cualitativas, se traducirán en sustanciales progresos en sus ámbitos profesionales, sea en la Investigación Básica y/o Aplicada, en el Emprendimiento Tecnológico y/o Empresarial o el ámbito Formativo (Colegios, IES, Universidad, etc.). Todos ellos, fundamentales en nuestra Sociedad del Siglo XXI.

Dado que el principal objetivo de este PID, es aplicar “la convicción del autor” a un alumnado universitario con un insuficiente bagaje previo, es muy importante generar guiones/guías de acompañamiento apropiadas para dicho alumnado. Para un adecuado aprendizaje significativo de los principios básicos de funcionamiento de los diferentes Sistemas Físicos objeto de estudio, sistemas de interés en la vida real, y dentro de los diferentes Grados Universitarios mencionados.

A este adecuado proceso de aprendizaje significativo, puede ayudar también una apropiada y proporcional complementación de trabajos, individual y colaborativo, del alumnado y del alumnado con el profesor. El trabajo colaborativo es una competencia trasversal, que es sumamente importante en una Sociedad Global como la que vivimos en la actualidad.

Se sabe con certeza, que la calidad docente en la universidad, sean enseñanzas científicas, técnicas, etc., así como la mejora del proceso de aprendizaje por parte del alumnado, se puede obtener mediante métodos activos. (Alba, J., Torregrosa, C. y Del Rey, R., 2015) Queda claro en lo expuesto anteriormente, que la propia naturaleza de la experimentación en Física, posibilita y facilita la participación activa del alumnado, así como su participación individual y/o como miembro de un grupo de trabajo, con el que colaborar en todo el proceso de aprendizaje. En este punto, conviene recordar que se está trasladando una parte de la responsabilidad de su aprendizaje desde el profesor al alumnado: Metodología *“Flipped Learning”*, (Prieto, 2017 y 2019). Por experiencia del autor que suscribe, puede afirmarse que es una metodología muy interesante, sobre todo, cuando se complementa con el manejo de las TIC, y en el seno de un Espacio Virtual 3.0. Las Webs 3.0 también se han venido a denominar *Webs semánticas (W3C, 2013)* (Figura 1).



Figura 1. Visión esquemática de la Web 3.0. (Fuente: Google Web 3.0)

Los estudiantes, no solo deben ser buenos conocedores de cada una de las materias, sino también deben desplegar otras cualidades como la creatividad, el espíritu crítico y la capacidad para el aprendizaje continuo que esta sociedad en pleno Siglo XXI les solicita”: Declaración Mundial para la Educación Superior en el Siglo XXI (Granados, 2011) y Declaración de Bolonia 2020 (Bolonia, 2009).

## Objetivos del proyecto

El objetivo fundamental de este Proyecto de Innovación Docente, es la utilización de una apropiada experimentación para obtener un aprendizaje más significativo de Fundamentos de Física, en un alumnado universitario, con un insuficiente bagaje previo en conocimientos necesarios para un adecuado proceso de aprendizaje de dichos Fundamentos de Física.

Dependiendo de las titulaciones universitarias de dicho alumnado, así como de los cursos de dichas titulaciones en los que se impartan las correspondientes asignaturas vinculadas con la adquisición de los conocimientos en Física, se necesita crear unas guías, o guiones, acordes al nivel del mencionado alumnado. Por ejemplo, el autor de la presente comunicación gestó un tipo de guiones orientados a un alumnado de tercer curso del Grado de Magisterio en Educación Primaria, con una importante aceptación por la mayoría del alumnado, incluso con frases como: “*Daniel, es la primera vez que disfruto con la Física*”, etc.. (Figura 2).

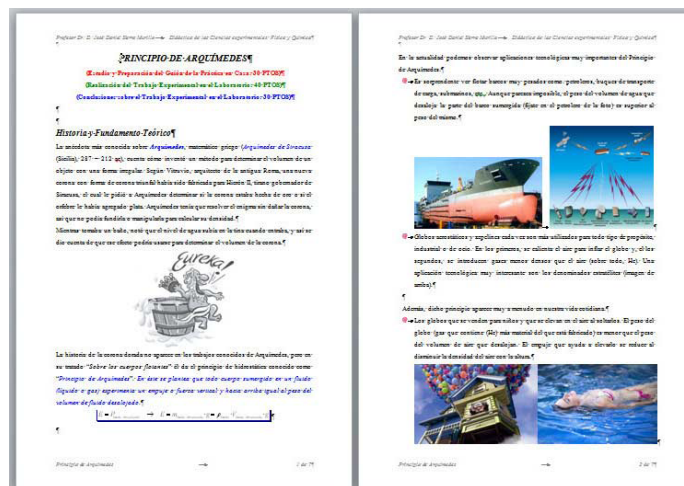


Figura 2. Imagen de las dos primeras páginas del guión correspondiente al estudio experimental de la Estática de Fluidos a través del Principio de Arquímedes

Por otra parte, gracias a los diferentes medios audiovisuales, se puede transmitir, de una manera atractiva/divulgativa, a ese tipo de alumnado, alejado conceptualmente de la ciencia básica y su conexión con el desarrollo socio-tecnológico.

Para poner de manifiesto, de una manera más clara y sencilla, el objetivo principal de este PID, deben remarcarse dos observaciones: 1) Este PID pretende formar al alumno universitario sobre temas científicos fundamentales en Física y su implicación en el desarrollo científico/tecnológico de nuestra sociedad desde la Antigüedad hasta la actualidad, siglo XXI. 2) Además, pretende transmitir al alumnado arriba indicado, el impacto de la evolución del conocimiento científico-tecnológico en la evolución histórica de nuestra sociedad a dicho nivel científico-tecnológico, todo ello, de una manera divulgativa y amena.

Asimismo, se persigue la mejora de las competencias del trabajo individual y colaborativo del alumnado, así como de estos con el profesor. Todo ello con la inestimable ayuda de la Metodología “*Flipped Learning*”, dentro de un Espacio Virtual 3.0. En este proyecto se pone de manifiesto la importancia del uso de las TIC, no sólo en ámbitos de ocio, sino en otros de formación/aprendizaje significativo mediante técnicas formativas y de aprendizaje experimentales apropiadas. Por ello, debe ponerse de manifiesto el reconocimiento de alguna de las filosofías del proyecto Bolonia 2020, como la actualización continuada de los procesos de docencia-aprendizaje.

## Metodología y planificación temporal

La formación en la Universidad del Siglo XXI necesita manejar de forma ágil y eficiente la tecnología disponible en la actualidad, así como la que de manera continuada irá apareciendo y será accesible a una sociedad inmersa en entornos complementarios, virtuales y presenciales. Las últimas generaciones, *Millennials* y *Generación Z*, están compuestas por personas acostumbradas a relacionarse cada vez más de esta manera: virtual y presencial. (Cabero, Barroso y Llorente, 2019; Lorenzo Lledó, 2019) No obstante, las herramientas tradicionales pueden y deben ser útiles y eficientes, pero adaptadas a los nuevos tiempos.

Esto permite generalizar y extender el uso de diversas-TIC, con el objetivo de interconectar los trabajos autónomos y colaborativos del alumnado universitario durante el proceso de preparación de las diferentes temáticas. Todo ello, mediante la arriba mencionada MFL, sobre un EV-3.0. Metodología y espacio virtual, muy utilizados por el autor del proyecto con excelentes resultados. Este entorno virtual podría estar formado por la Plataforma Virtual de la Universidad de La Rioja (Figura 3). Aunque también podría formar parte de él cualquier sistema de intercambio de información virtual actual o que pueda surgir en cualquier momento presente/futuro: *WhatsApp* (foros, grupos, etc.), diversas redes sociales, etc.

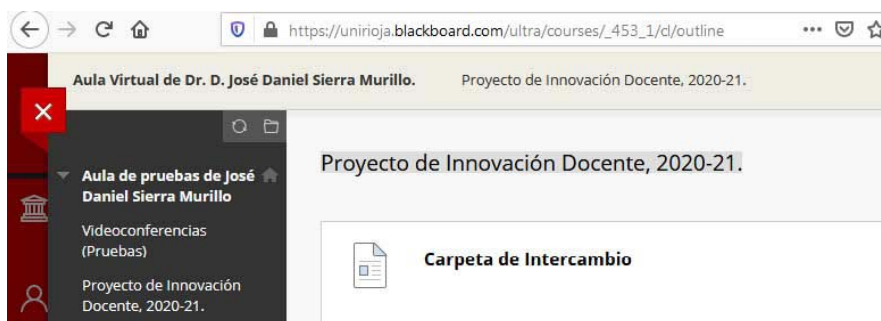


Figura 3. Captura de pantalla de la zona de intercambio del Aula Virtual

La planificación temporal del PID se realizará en tres fases:

*Fase 1: Introducción metodológica.* En esta fase introductoria, se trasmite al alumnado universitario la metodología de trabajo que se utilizará en el desarrollo del proyecto. En los primeros días de impartición de la asignatura sobre fundamentos en Física, el profesor propondrá a cada grupo de trabajo una experiencia para su estudio y preparación mediante la MFL. Cada grupo, a través del EV-3.0 y con el asesoramiento continuo del profesor, podrá acceder a diversa información sobre la materia a tratar: material audiovisual y otras referencias. Es sumamente interesante que cada grupo de trabajo complemente la citada información con otra obtenida por ellos. Esto les puede ser de gran utilidad en el aprendizaje de búsquedas bibliográficas, contrastadas de forma autónoma (competencias trasversales), y/o con el profesor.

*Fase 2: Aprendizaje específico de la Física a través de la experimentación significativa.* Durante la segunda fase, cada grupo de trabajo experimental utilizará una guía/guion especialmente preparado para el tipo de alumnado arriba indicado. Podrá seguir consultando cualquier duda (específica de la materia, metodológica, etc.) con el profesor, sean consultas presenciales y/o virtuales. El objetivo fundamental de esta fase es transmitir de una manera sencilla un conocimiento significativo de diversos Fundamentos sobre Física. Además, detectar posibles mejoras y fortalezas teórico/experimentales de dicho alumnado, como individuos y/o como miembros de un grupo de trabajo experimental. De esta manera, también aumenta la eficiencia y la calidad del trabajo individual y colaborativo, así como el aprendizaje significativo de la Física de los Sistemas Físicos que les rodean: Sistemas Naturales y Científico-Tecnológicos.

*Fase 3: Memoria del desarrollo de cada Experiencia sobre Física.* Como documento final asociado al trabajo experimental, basado en la preparación y desarrollo de la guía/guion experimental aportada/o por el profesor al alumnado universitario objeto de este PID, caracterizado por unas necesidades especiales sobre los conocimientos previos necesarios para un aprendizaje significativo de los Fundamentos en Física, el profesor realizará un especial seguimiento en la creación de las correspondientes memorias de cada una de las Experiencias sobre Ciencia Fundamental en Física, con complementos audiovisuales, muy útiles para ese alumnado perteneciente a últimas generaciones, *Millennials* y *Generación Z*, compuestas por personas acostumbradas a relacionarse cada vez más de manera telemática. Se almacenarían en la “nube” o zona de intercambio virtual.

La distribución temporal del PID, o cronograma del proyecto, se distribuirá de tal forma que cada una de las temáticas expuestas pueda desarrollarse en periodos temporales aproximados de dos semanas, justo a la finalización de cada temática tratada en las correspondientes asignaturas de diferentes titulaciones universitarias. Se atenderá y tratará de valorar su diversidad, su carácter didáctico, divulgativo, científico y/o tecnológico, pero siempre dando sentido/significado a los Fundamentos en Física tratados en dichas asignaturas.

## Resultados y Conclusiones

En la obtención de resultados, se ha analizado la eficiencia cuantitativa (Figura 4), pero también la calidad de su aprendizaje significativo de los Fundamentos en Física, que supone el método aquí presentado. Sobre un alumnado, que viene caracterizado por unas necesidades especiales sobre sus conocimientos previos, necesarios para un aprendizaje significativo de dichos Fundamentos en Física. Además de la satisfacción expresada por este alumnado al profesor a la finalización del trabajo experimental, así como su actitud proactiva en el desarrollo del mismo.

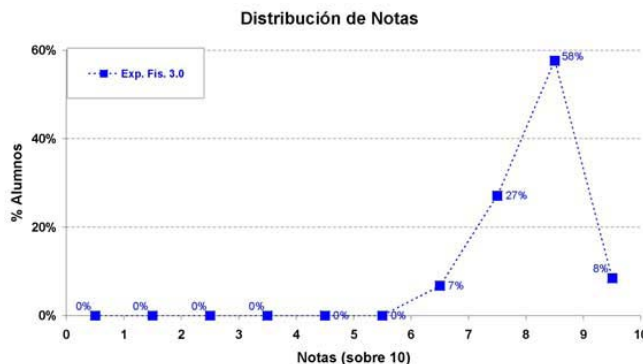


Figura 4. Distribución estadística de las notas obtenidas

Este alumnado tampoco olvida su satisfacción cuantitativa (Figura 4), con base en las notas obtenidas por ell@s a lo largo del semestre que dura el desarrollo del trabajo experimental.

Dentro de las conclusiones extraídas a lo largo del desarrollo de este PID, se exponen a continuación las más significativas:

- Se produce una clara mejoría del trabajo autónomo y colaborativo del alumnado, así como entre alumnado-profesor, principalmente a través del EV-3.0.
- También es significativo el progreso del alumnado implicado en la utilización de:
  - » La conexión entre plataformas informáticas (*hardware* y *software*, dentro y fuera del Laboratorio de Física, LF), con sistemas experimentales donde la adquisición de datos se realiza de forma automática.
  - » Las plataformas informáticas (*hardware* y *software* del LF) para el análisis de las medidas experimentales por parte del alumnado.
- Además, existe una mejora cualitativa y cuantitativa en el proceso de aprendizaje, así como de sus resultados académicos. (Figura 4)

## Referencias

- Alba, J., Torregrosa, C., Del Rey, R. (2015). Aprendizaje basado en proyectos: Primera experiencia en la asignatura de Física del Grado en Ingeniería de Telecomunicación, Sonido e Imagen. *Universitat Politècnica de València Congreso IN-RED*.
- BOLONIA. (2009). The Bologna Process 2020 - The European Higher Education Area in the new decade. *Communiqué of the Conference of European Ministers Responsible for Higher Education*.
- Cabero, J., Barroso, J., Llorente, C. (2019). Augmented reality in university education. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 17(1), 105-118. doi: <https://doi.org/10.4995/redu.2019.11256>
- Granados, J. (2011). The Challenges of Higher Education in the 21st Century, *GUNi Newsletter*, 5/11. Recuperado de: <http://www.guninetwork.org/articles/challenges-higher-education-21st-century>
- Lorenzo Lledó, A., Lorenzo Lledó, G. Evolución de la aplicación de la realidad aumentada en educación. En Roig-Vila, Rosabel (Ed.), *Investigación e innovación en la Enseñanza Superior. Nuevos contextos, nuevas ideas*. (pp. 1196-1207). Barcelona: Octaedro.
- Prieto Martín, A. (2017-03-12). *Decálogo de innovación metodológica para que los alumnos aprendan más y mejor en las asignaturas universitarias*. *Blog Profesor 3.0*. Último acceso: 29/01/2020. Recuperado de: <http://profesor3punto0.blogspot.com.es/2015/12/decalogo-de-innovacion-metodologica.html> - (2019-11-30) ¡La clase invertida funciona! <https://profesor3punto0.blogspot.com/2019/11/la-clase-invertida-funciona.html>
- Russell, B. (1981, 6ª Ed.). *La Perspectiva Científica*. Barcelona: Editorial Ariel.
- W3C. (2013). W3C Data Activity Building the Web of Data. URL. Último acceso: 26/10/2020: <https://www.w3.org/2013/data/>
- Wagenaar, R. (2018). Quality efforts at the discipline level: Bologna's Tuning process. En E. Hazelkorn, H. Coates and A.C. McCormick (Ed.), *Research Handbook on Quality, Performance and Accountability in Higher Education*. (pp. 275-289). Cheltenham, UK y Northampton, USA: Edward Elgar Publishing.