

Código de la propuesta: FSED_3_2016_1_134232

Convocatoria: Fondo Sectorial de Educación - CFE Investiga - 2016

Título del Proyecto (español)

Análisis del impacto de metodologías de aprendizaje activas utilizando TIC con énfasis en smartphones en la formación de profesores de Física

Resumen publicable (español)

En los últimos años, las nuevas tecnologías de la información y la comunicación han impactado fuertemente en nuestra sociedad. En especial, el uso de teléfonos inteligentes o smartphones se ha popularizado ampliamente en todos los estratos sociales. No es tan conocido el hecho que los smartphones incluyen una serie de sensores que pueden convertirlos en cierta forma en laboratorio de Ciencias portátiles. Recientemente, se ha propuesto la transformación y potenciación de una serie de experimentos de Física para incluir en los mismos el uso de smartphones. En este contexto, se busca utilizar una herramienta de uso cotidiano y en general involucrar a los estudiantes en forma activa en su propia formación. Esta transformación trae aparejado la necesidad de estudiar y analizar su impacto utilizando metodologías rigurosas. En particular, en este proyecto nos enfocaremos en el impacto de las nuevas tecnologías con énfasis en los smartphones en la formación experimental de los profesores de Física.

Palabras clave: smartphones, aprendizaje activo, profesores de física

Línea de investigación: Educación y TIC

Tema de investigación: Uso didáctico de las TIC en la enseñanza de campos del saber (Lengua, Matemáticas, Ciencias, Educación Artística, etc.)

Área/Subárea de conocimiento: Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias Físicas

Disciplina: Física de los Materiales Condensados

Especialidad: Enseñanza de la Física

Sector/Núcleo de problemas y oportunidades: Educación y Desarrollo Social

Áreas tecnológicas a priorizar: Tecnología de la Información y las Comunicaciones

Departamento: Montevideo

Duración: 12 meses

Costo ANII (\$U): 1000000

Costo Otros (\$U): 0

Costo Total (\$U): 1000000

Título del Proyecto (inglés): Impact study of active learning methodologies using TIC with emphasis on smartphones on undergraduate physics teachers training

Resumen publicable (inglés): In recent years, new information and communication technologies have had a strong impact on our society. In particular, the use of smartphones has become widely popular in all social strata. It is not so well-known that smartphones include a series of sensors that transform them into portable science labs. Recently, it has been proposed the transformation and enhancement of a series of physics experiments to include the use of smartphones. In this context, it is sought to use an ubiquitous tool and in general to involve students actively in their own training. This transformation brings with it the need to study and analyze its impact using rigorous methodologies. In particular, in this project we will focus on the impact of new technologies with emphasis on smartphones on the experimental training of physics teachers.

Palabras clave (inglés): smartphones, active learning, physics teachers

Propone evaluadores:

Nombre	Institución
José Miguel García	Codicen - ANEP
Gustavo Klein	CFE - ANEP
Julio Benegas	Universidad Nacional de San Luis (Argentina)

Institución: Universidad de la República/Facultad de Ciencias - UDeLaR/Instituto de Física

Rol: Otras Instituciones Participantes **País:** Uruguay

Sector: Sector Educación Superior/Público

Institución: Administración Nacional de Educación Pública/Consejo de Formación en Educación/Instituto de Profesores Artigas

Rol: Institución Proponente **País:** Uruguay

Sector: Sector Enseñanza Técnico-Profesional/Secundaria/Público

Investigador: Daniel BACCINO BATISTA

País de residencia: Uruguay

Documento: Cédula de Identidad: 36409292

Sexo: Masculino

Organización: Administración Nacional de Educación Pública/Consejo de Formación en Educación/Instituto de Profesores Artigas

Sector: Sector Enseñanza Técnico-Profesional/Secundaria/Público

País: Uruguay

Carga horaria: 22 hs. **Cargo actual:** Profesor

Dirección laboral: Av. Libertador J. A. Lavalleja 2025

Departamento: Montevideo **Ciudad:** Montevideo

Código postal: 11800

Teléfono: 29244344 **Correo electrónico:** dbaccisi@gmail.com

Dedicación al Proyecto: 5 hs. semanales **Meses de participación en el Proyecto:** 12

Descripción de las tareas a desarrollar en el Proyecto: Estará a cargo del grupo de Física Experimental donde se realizará la intervención. Razón por la cual, dicho docente implementará las estrategias de enseñanza en el curso donde se desarrollará la investigación. También participará con el resto del equipo en el análisis y discusión de los

resultados.

Profesor visitante: Genaro Zavala

País de residencia: México

Documento: Pasaporte: G18907235

Sexo: Masculino

Organización: IPN

País: México

Carga horaria: 40 hs. **Cargo actual:** Profesor

Dirección laboral: Eugenio Garza Sada 2501 • Monterrey, N. L.

Departamento: No Corresponde **Ciudad:** Monterrey

Código postal: 64849

Teléfono: 528183582000 **Correo electrónico:** genaro.zavala@itesm.mx

Cantidad de viajes: 1 **Días por viaje:** 10

Descripción de las tareas a desarrollar en el Proyecto: Realizará un conjunto de seminarios sobre Investigación en Enseñanza de la Física y estrategias de aprendizaje activo en el laboratorio, impulsando de esta manera el desarrollo de líneas de investigación en el área.

Co-Responsable Técnico-Científico: Arturo MARTI PEREZ

País de residencia: Uruguay

Documento: Cédula de Identidad: 19351579

Sexo: Masculino

Organización: Universidad de la República/Facultad de Ciencias - UDeLaR/Instituto de Física

Sector: Sector Educación Superior/Público

País: Uruguay

Carga horaria: 40 hs. **Cargo actual:** Prof. Titular (gr. 5)

Dirección laboral: Iguá 4225

Departamento: Montevideo **Ciudad:** Montevideo

Código postal: 11400

Teléfono: 97223639 **Correo electrónico:** marti@fisica.edu.uy

Máximo nivel educativo alcanzado:

Doctorado: Completo

Dedicación al Proyecto: 10 hs. semanales **Meses de participación en el Proyecto:** 12

Descripción de las tareas a desarrollar en el Proyecto: Será co-esponsable científico del proyecto. Colaborará en la selección de los tests a ser propuestos y diseñará parte de las experiencias. Participará con el resto del equipo en el análisis y discusión de los resultados.

Responsable Científico: Álvaro SUÁREZ DE PALLEJA

País de residencia: Uruguay

Documento: Cédula de Identidad: 30692255

Sexo: Masculino

Organización: Administración Nacional de Educación Pública/Consejo de Formación en Educación/Instituto de Profesores Artigas

Sector: Sector Enseñanza Técnico-Profesional/Secundaria/Público

País: Uruguay

Carga horaria: 22 hs. **Cargo actual:** Profesor

Dirección laboral: Av. Libertador J. A. Lavalleja 2025

Departamento: Montevideo **Ciudad:** Montevideo

Código postal: 11800

Teléfono: 29244344 **Correo electrónico:** alsua@outlook.com

Máximo nivel educativo alcanzado:

Maestría: Incompleto

Dedicación al Proyecto: 15 hs. semanales **Meses de participación en el Proyecto:** 12

Descripción de las tareas a desarrollar en el Proyecto: Será responsable científico del proyecto. Seleccionará los tests a ser propuestos y diseñará parte de las experiencias. Se ocupará del procesamiento de los datos. Participará con el resto del equipo en el análisis y discusión de los resultados.

Contenido técnico

Antecedentes del Proyecto: En la Física, como en otras ciencias experimentales, los trabajos prácticos son unas de las actividades centrales en la enseñanza. Se implica a los estudiantes en ellos, porque se asume que tienen la potencialidad de abordar muchos de los objetivos vinculados al aprendizaje de conocimientos propios de la investigación científica. En las investigaciones en didáctica y en los ámbitos de enseñanza, se ha reflexionado sobre el valor del trabajo experimental en la formación de los estudiantes. Se le ha atribuido un importante rol en la motivación para el aprendizaje de las ciencias, como para poder profundizar en su naturaleza, así como para desarrollar destrezas de pensamiento de alto nivel (Flores, Caballero y Moreira, 2009; Hofstein y Lunetta, 2004; Holmes, Wieman y Bonn, 2015).

En la línea última podemos destacar la presencia de dos documentos guía sobre la importancia del trabajo experimental en la enseñanza de la Física, las competencias que se pretende que adquieran los estudiantes y el desarrollo de los currículos. A saber, a nivel local el documento “El rol del laboratorio en la enseñanza de la Física”, elaborado por la A.P.F.U. (Asociación de Profesores de Física del Uruguay, 2002), y a nivel internacional, el documento “Recommendations for the Undergraduate Physics Laboratory Curriculum” producido por la A.P.P.T. (American Association of Physics Teachers, 2010).

En los últimos 30 años la enseñanza y aprendizaje de la Física Experimental a nivel mundial ha tenido grandes cambios por efecto de la introducción de las TIC. (Arias-Rueda y Vega, 2016; Beichner, 1996; Redish, 2003; Rosado y Herreros, 2005; Thornton y Sokoloff, 1990). El Uruguay no ha sido la excepción, iniciando este camino en 1994 con la introducción en los laboratorios de enseñanza de las interfaces Cassy, a la que luego siguieron las Vernier y Multilog. Estas interfaces poseen un conjunto de sensores los cuales son una puerta para realizar mediciones del mundo físico. Los sensores permiten que la

recolección de datos y el procesamiento de los mismos se realicen de forma muy rápida, permitiendo por ende que la actividad experimental pueda ser repetida todas las veces que sea necesario. También hacen posible estudiar situaciones más complejas, como por ejemplo las que involucran un número grande de variables o las que ocurren muy rápidamente para ser observadas por medios convencionales.

En la última década, en el marco del Plan Ceibal, el estado uruguayo ha hecho un gran esfuerzo económico, dotando a los alumnos de Primaria, Secundaria, UTU y Formación Docente con una computadora personal con acceso a internet, inicialmente llamadas XO o "ceibalitas". Diversos centros se equiparon también con otros elementos como aulas de videoconferencias o impresoras 3D. Asimismo se proveyó de kits de sensores a muchas instituciones, permitiendo la utilización de las ceibalitas en el laboratorio, como herramientas de medición para potenciar el aprendizaje. Cabe citar aquí el exhaustivo trabajo (Trinidad, 2013) donde se proponen y se analizan exhaustivamente una serie de experimentos utilizando ceibalitas y sensores de bajo coste.

La investigación en Enseñanza de la Física, cuyo origen se remonta a finales de la década de los 70 (Physics Education Research, P.E.R.), tiene como uno de sus objetivos desarrollar y utilizar teorías y técnicas que influyan y midan el aprendizaje de la Física por parte de los estudiantes. En la actualidad la disciplina ha alcanzado un grado considerable de madurez (Docktor y Mestre, 2014), reflejado, en la cantidad de publicaciones, conferencias internacionales y la amplia variedad de programas de maestría y doctorado que existen en las universidades más prestigiosas de Europa y Estados Unidos.

Las investigaciones emanadas del P.E.R., muestran como la introducción de tecnología en sí misma, no alcanza para mejorar los logros de aprendizaje de los alumnos, si ésta no es utilizada junto a estrategias de enseñanza adecuadas. En este sentido se han desarrollado un conjunto de herramientas que permiten medir los aprendizajes de distintas estrategias didácticas. Son conocidos los resultados de las ganancias de los cursos al realizar metodologías tradicionales y

metodologías activas (Hake, 1998), encontrándose que la ganancia de estas últimas duplica las primeras.

Se ha encontrado que, las intervenciones que combinan, el uso de sensores junto a metodologías activas de aprendizaje, son las que producen mayores ganancias de aprendizaje (Knight, 2009; Mazur, 2013; Fraser, Timan, Miller, Dowd y Tucker, 2014; Thornton y Sokoloff, 1998)). Las estrategias activas se basan en cambiar el rol de la enseñanza, dándole un papel fundamental al estudiante, dejando de ser un receptor pasivo del conocimiento e involucrándose en las actividades en el aula. Se definen como “el conjunto de estrategias y metodologías de enseñanza aprendizaje, donde los alumnos son guiados a construir su conocimiento de los conceptos físicos mediante las observaciones directas” (Mora, 2008).

En Uruguay, en contraste, la investigación en enseñanza de la Física se encuentra en una etapa incipiente, habiendo casos aislados de docentes realizando investigaciones en esta área, sin haber grupos de trabajo, ni conexiones con grupos de investigación en el extranjero. Varios de estos valiosos aportes fueron presentados en los Encuentros de Profesores de Física y publicados en la Revista de Educación en Física y otras revistas regionales (Parrella y Berrutti, 2001; Tomás y Azar, 2011; Kahan, Blanco, Curione y Miguez, 2008). Existe entonces una puerta abierta para el desarrollo profesional en el área y para la generación de investigaciones de los efectos de las nuevas tecnologías en la enseñanza de la Física.

En los últimos años, la masificación de internet, las redes sociales y los smartphones (junto a su amplia gama de aplicaciones), han modificado la forma de interactuar de las personas en la sociedad, así como las características de los alumnos en las aulas. En este sentido, resulta urgente una adecuación y actualización de los docentes a la nueva realidad. Los docentes de Física no escapamos a esto y creemos que estos cambios son una vía de entrada para diseñar nuevas metodologías de enseñanza, en especial en el ámbito del laboratorio.

El uso de los smartphones se ha popularizado de forma tal que, en un aula de clase, muchos estudiantes poseen este tipo de teléfonos. Los mismos son otra puerta para realizar mediciones del mundo físico, ya que existen múltiples aplicaciones que permiten controlar una serie de sensores que traen dichos teléfonos, tales como de aceleración lineal y angular, sonido, campo magnético o luminosidad. Las aplicaciones destinadas a registrar los datos de los sensores, generan tablas de valores que pueden posteriormente ser analizadas usando una planilla de cálculo. De esta manera, los estudiantes pueden, gracias a dispositivos de uso cotidiano como los celulares y sus computadoras personales, analizar los datos obtenidos de la realidad.

Por otro lado, los teléfonos inteligentes han mejorado notablemente las prestaciones de sus cámaras de vídeo, permitiendo realizar filmaciones a alta velocidad. Esto abre también nuevas oportunidades de trabajo en el laboratorio, a partir de la utilización de software de análisis de video para estudiar filmaciones de la evolución de distintos sistemas físicos. (Brown y Cox, 2009; Kinchin, 2012; Wee, Tan, Leong y Tan, 2015)

El uso de los sensores y las filmaciones de los celulares son herramientas que pueden incorporarse al repertorio de estrategias didácticas. Estas permiten que los alumnos puedan trabajar desde otros ámbitos como un gimnasio, un parque o su propia casa, trascendiendo el ámbito cerrado del laboratorio. Como cualquier herramienta nueva, debe investigarse sobre los pros y contras de su utilización en la enseñanza de la Física, así como las mejores maneras de incluirlas en las estrategias de enseñanza. (Aina, 2013; Ferreira, Klein, Freitas y Schlemmer, 2013)

En el ámbito del Physics Education Research, las publicaciones de actividades experimentales donde se utilizan smartphones, han aumentado considerablemente en los últimos años, siendo uno de los temas de investigación actual a nivel mundial (en el sitio <http://smaterphysics.blogspot.com> se mantiene una lista actualizada de recursos y referencias). Pese a la gran cantidad de artículos sobre el tema, existen muy pocas investigaciones sobre el

efecto que tienen los mismos sobre el aprendizaje de los alumnos, siendo éste un campo de investigación abierto. En este sentido los trabajos sobre los efectos del uso de smartphones en los cursos de laboratorio, son de índole cualitativo y enfocados especialmente en analizar la motivación de los estudiantes asociada a la incorporación de nuevas tecnologías. (Ballester, Castro-Palacio, Velazquez-Abad, Gimenez, Monsoriu, et al, 2014; González, González, Martín, Llamas, Martínez, et al, 2015; Liu, Wu, Wong, Lien y Chao, 2017; Shi, Sun, Xu y Huan, 2016).

Pensamos que la suma de las circunstancias abre una ventana de oportunidades que merece ser aprovechada para responder una serie de preguntas de relevancia general. Primeramente una disciplina, la P.E.R., con un importante desarrollo a nivel global pero escaso a nivel local. Por otro, el desarrollo reciente de nuevas tecnologías y en particular la miniaturización de los sensores que permite insertarlos en los smartphones y dispositivos similares. Además el hecho de que esta tecnología está disponible entre los jóvenes y muy especialmente en nuestro país. Finalmente, agregamos un grupo de trabajo, como se describe más adelante, con amplia experiencia en investigación básica y aplicada en Física. En especial parte del grupo ha trabajado fuertemente en la propuesta de experiencias con fines didácticos basadas en sensores.

Antecedentes del Equipo de Trabajo: El equipo de trabajo está constituido por tres investigadores nacionales y un profesor visitante. El Prof. Álvaro Suárez es egresado del IPA y de los primeros diplomados en Física (ANEP-UdelaR). Posee una vasta experiencia docente en Enseñanza Media y Formación Docente. Publicó varios trabajos en revistas nacionales y regionales sobre Física experimental. También participó en numerosas reuniones sobre Enseñanza de la Física como asistente, ponente o tallerista. Actualmente cursa la maestría en Física (UdelaR) bajo la dirección de los Doctores Arturo Martí y Genaro Zavala. Su tesis está enfocada en el desarrollo de un test sobre estática y dinámica de fluidos, siendo la misma, el primer trabajo de Maestría en el Uruguay

orientada a la investigación en Enseñanza de la Física. El Profesor Álvaro Suárez realizó una investigación cualitativa (Pereira y Suárez, 2013) sobre las metodologías de enseñanza de los docentes de Física en los cursos de laboratorio en el Uruguay. Se describe un enfoque de las actividades de laboratorio acorde con el trabajo científico y con la visión constructivista del aprendizaje, ejemplificando como dicho enfoque puede aplicarse para reestructurar una práctica de laboratorio. Este trabajo sirve como insumo para interpretar y prever qué tipo de habilidades y competencias son las que han desarrollado los estudiantes con los cuales se realizará el trabajo de campo. También publicó junto a la Magister Alejandra Yoldi un artículo en la revista Convocación, denominado “Propuestas metodológicas para la enseñanza de la Física: el aprendizaje activo”. En dicho trabajo se exponen algunos criterios que se consideran medulares para el diseño y evaluación de una propuesta didáctica orientada a la optimización de las potencialidades de aprendizaje de los estudiantes. Se presenta y analiza una metodología de trabajo de aprendizaje activo para la enseñanza de la Física focalizada en el trabajo experimental. Este artículo es un insumo para poder evaluar y seleccionar de manera adecuada las estrategias de aprendizaje activo que se van a utilizar durante la investigación. Los profesores Álvaro Suárez y Alejandra Yoldi (Yoldi y Suárez, 2014) publicaron un artículo donde se realiza un análisis del potencial de las actividades de laboratorio en la formación de los estudiantes, así como consideraciones para su concreción. También se presentan y valoran formas de trabajo alternativas a las tradicionales, que posibilitan el desarrollo de habilidades de pensamiento vinculadas a la investigación haciendo uso de TIC. Siendo por ende este trabajo un aporte para el desarrollo de la investigación. Actualmente, el Profesor Álvaro Suárez es Docente de Laboratorio (D.O.L.) en el Instituto de Profesores Artigas. Algunas de sus tareas son: elaborar el plan general y desarrollo pormenorizado de las actividades prácticas a realizarse en el laboratorio, con adecuación a la disponibilidad de recursos; organizar el material de laboratorio; preparar el material solicitado para la clase. Las funciones del cargo de D.O.L. se realizan en el horario en el cual el equipo hará la intervención en el grupo del Profesor Daniel Baccino con los estudiantes de primer año de la carrera del profesorado de Física. De esta manera, el Profesor Álvaro Suárez se encontrará a la orden para poder colaborar en todo momento en el trabajo de campo y será pieza fundamental para articular las actividades que se van a implementar durante el año. Arturo Martí es licenciado en Física por la UdelaR y Doctor en

Ciencias Físicas por la Universitat de Barcelona. Su tarea de investigación se centró especialmente en la Física no lineal, caos, inestabilidades en fluidos, turbulencia y dinámica de redes complejas. Publicó muchos trabajos en revistas arbitradas internacionales, dictó conferencias y seminarios en reuniones internacionales. Es revisor de muchas revistas e instituciones, también ha sido editor asociado en varias publicaciones internacionales. En el ámbito de la extensión fue responsable de numerosos cursos y talleres. En los últimos años participa activamente del grupo “smarterphysics” (<http://smarterphysics.blogspot.com>) que se dedica a proponer experiencias basadas en las nuevas tecnologías y especialmente smartphones para diferentes niveles educativos. En ese marco publicó trabajos en las principales revistas internacionales dedicadas a profesores de Física, dictó varias conferencias y realizó talleres. Destacamos la realización de talleres en la “2nd World Conference on Physics Education” en 2016 y en el Winter Meeting 2017, American Association of Physics Teachers. Una de las líneas de investigación del Dr. Martí es el uso de smartphones para realizar experimentos de Física, generando varias publicaciones sobre el tema (ver por ejemplo, Monteiro y Martí 2017, Monteiro, Cabeza y Martí, 2015; Monteiro, Cabeza y Martí, 2014; Monteiro, Vogt, Stari, Cabeza y Martí, 2016). Estos trabajos, resultan un insumo importante para diseñar las actividades de laboratorio que se van a utilizar en la investigación.

El Dr. Genaro Zavala de la Universidad de Monterrey es un investigador muy destacado del P.E.R.. Dentro del marco de este proyecto, se propone su visita a Uruguay para que de un conjunto de seminarios sobre Investigación en Enseñanza de la Física y estrategias de aprendizaje activo en el laboratorio, impulsando de esta manera el desarrollo de líneas de investigación en el área.

El Prof. Daniel Baccino es egresado del IPA y diplomado en Física (ANEP-UdelaR). Posee una vasta experiencia docente en Enseñanza Media y Formación Docente. Publicó varios trabajos en revistas nacionales sobre Física experimental. También participó en numerosas reuniones sobre Enseñanza de la Física

como asistente, ponente o tallerista. Tiene a su cargo desde el año 2008 la materia Física Experimental 1. En dicho curso, es donde se va a realizar el trabajo de campo, siendo por ende una fortaleza que integre este equipo de trabajo. Los profesores Daniel Baccino y Álvaro Suárez han estado investigando en los últimos años sobre propuestas de actividades experimentales con fines didácticos utilizando TIC. Fruto de esto son las publicaciones que han realizado en la Revista de la A.P.F.U., las que muestran el interés e idoneidad del equipo de trabajo en el uso de TIC con fines didácticos. (Marotti y Baccino, 2003; Baccino, 2004; Trinidad y Baccino, 2010; Baccino y Trinidad, 2016; Machín, Suárez y Vachetta, 2015; Suárez, 2011).

Descripción del Proyecto: El proyecto de investigación se centra en el impacto de metodologías de aprendizaje activas utilizando TIC y en particular smartphones en la formación de grado de estudiantes de primer año del profesorado de Física del I.P.A.. En términos generales, el tema del proyecto es el uso didáctico de las TIC y su impacto. Naturalmente, también se relaciona con las prácticas de enseñanza y con la innovación en el aula. El proyecto incluye diseño de experiencias, trabajo de campo y análisis de los resultados. La metodología a seguir se basa en procedimientos ampliamente aceptados en la práctica científica y reportados en la literatura. (Ding et al, 2012; Docktor et al, 2014; Hake, 1998; Thornton et al, 1998). Otra característica es la aplicabilidad de los resultados tanto al medio local como al global. Complementariamente y más a largo plazo, buscamos aportar a la formación de RRHH en una disciplina escasamente desarrollada en nuestro medio.

Este proyecto apunta a responder preguntas originales y de relevancia actual. En efecto, las principales características de las tecnologías que involucra este proyecto son su reciente aparición, su continuo y rápido avance y su creciente disponibilidad en la población, especialmente en los sectores más jóvenes. Esta temática específica ha sido parcialmente tratada en la literatura internacional y son muchas las preguntas que permanecen abiertas. (Ballester et al, 2014; González et al, 2015; Liu et al, 2017; Shi et al, 2016).

En lo que refiere al contexto local también las preguntas son, en general, originales y relevantes. A pesar que nuestro país se ha distinguido en los últimos años por la universalización de las TIC, el impacto que tiene en los estudiantes ha sido menos estudiado. A nivel de la disciplina específica en que se enmarca este trabajo, P.E.R., se acentúa también la falta de desarrollo y de grupos de investigación fuertes.

Hay dos aspectos previos al proyecto con los cuáles el equipo de trabajo, como se desprende de los antecedentes, está familiarizado. El primero de ellos es el conocimiento de las distintas estrategias de aprendizaje activas que existen en el área, así como las metodologías de medición de aprendizajes estandarizados a nivel mundial (ver por ejemplo, Hake, 1998; Etkina, 2006; Fraser et al, 2014; Mora, 2008). El conocimiento acerca de estos temas por parte del equipo de trabajo permitirá avanzar rápidamente hacia los aspectos medulares del proyecto.

El segundo aspecto previo al proyecto, es el conocimiento del sistema de Formación Docente y en especial del profesorado de Física y de las prácticas y forma de encarar los cursos por parte de los docentes. Los miembros del equipo de trabajo del CFE tienen una larga experiencia en varios centros de Formación Docente. Este conocimiento asegura que la metodología que se proponga se va a adaptar fácilmente a las características de los cursos (cantidad de estudiantes, ubicación, metodologías de trabajo, contenidos entre otras). De esta forma las actividades que se propongan van a estar interconectadas constituyendo unidades didácticas en sí mismas.

Este equipo también apuesta fuertemente a la difusión del proyecto por diferentes vías, tanto de los resultados del mismo, como de todo el proceso de realización de formación e investigación. Estamos convencidos que la interacción con el resto de docentes de los otros Institutos de Formación Docente

impactará positivamente en ambos sentidos, y por ende en la formación en general del profesorado.

Más a largo plazo, los resultados del proyecto también impactarán positivamente en el sistema de Formación Docente. La formación de RRHH cualificados son necesarios para la conformación de grupos de investigación en enseñanza de la Física, aportando también a la transformación del sistema de Formación Docente en su conjunto.

Diseño de investigación y metodología: A los efectos de referenciar el diseño y la metodología, describimos a continuación los objetivos específicos definidos para el proyecto:

1. Medir los conocimientos previos de los estudiantes en el área de la mecánica y el grado de razonamiento científico.
2. Diseñar actividades experimentales utilizando smartphones, que sean compatibles con el programa del curso de Física Experimental.
3. Medir la ganancia de las metodologías de aprendizaje utilizadas.
4. Redactar un artículo de divulgación sobre la investigación y uno plausible de publicar en una revista arbitrada.
5. Conocer las distintas estrategias de enseñanza que utilizan los docentes de los cursos de laboratorio de Física del CFE, así como su visión de los procesos de aprendizaje de los estudiantes
6. Difundir los resultados de la investigación en el Departamento de Física de Formación Docente a través de realización de seminarios y talleres.

Para realizar la investigación se trabajará con cuatro subgrupos de un curso en modalidad Taller (Física Experimental 1) ubicado en el primer año de la formación de grado de profesores de Física, en el I.P.A.. Estos subgrupos utilizarán las instalaciones en horarios separados, dos en el turno matutino y dos en

el turno nocturno. En cada turno se implementará una intervención en uno de los subgrupos, mientras el otro funcionará como grupo testigo.

La metodología de trabajo prevé (a partir del segundo semestre de 2017) comparar los logros de aprendizaje entre dos subgrupos que se tomarán como testigo donde se aplicarán una serie de estrategias de aprendizaje activas, y los otros donde se aplicaran las mismas estrategias con fuerte énfasis en las TIC, en particular en el uso de smartphones.

Cada metodología activa de aprendizaje prioriza distintas competencias a desarrollar por parte del estudiante y trabaja en general en diferentes entornos educativos. (Chen, Chang, Lai, Tsai, y C.-Y., 2014; Etkina, Karelina, Ruibal-Villasenor, Rosengrant, Jordan y Hmelo-Silver, 2010; Karelina, A., Etkina, E., Ruibal-Villasenor, Rosengrant, Van Heuvelen, et al, 2007; Holmes y Bonn, 2015; Larkin y Mathis, 2004; Parappilly, Siddiqui, Zadnik, Shapter y Schmidt, 2013; Szott, 2014; Sokoloff, Laws y Thornton, 2007). En este sentido es fundamental en cada actividad trabajar con la metodología adecuada a los conocimientos previos del alumnado, así como a las competencias que se pretende sean capaces de desarrollar en el curso de Física Experimental (Etkina, E., Van Heuvelen, A., White-Brahmia, S., Brookes, D.T., Gentile, et al, 2006; Reif y John, 1979).

Pensamos proponer, en una etapa previa a la realización del trabajo de campo, algunas actividades preliminares de carácter exploratorio con el objetivo de calibrar los instrumentos seleccionados originalmente; y eventualmente ajustarlos.

Para poder seleccionar y adecuar cada estrategia de aprendizaje en función de la actividad a realizar, se pretende comenzar la investigación realizando un diagnóstico sobre los conocimientos previos de los estudiantes en el área de la mecánica y del grado de razonamiento científico. Para ello se les pondrá a los estudiantes dos test estándar a nivel mundial, a saber el Force Concept Inventory y el Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning (Hestenes, Wells y

Swackhamer, 1992, Lawson, 1978). Estos aspectos del trabajo están definidos por los objetivos uno y dos.

La realización de los test mencionados posterior a la intervención didáctica investigada, permitirá estimar la ganancia de las metodologías utilizadas. A esto apunta nuestro tercer objetivo.

Complementariamente, se propondrán una serie de entrevistas a los docentes de los cursos de Física Experimental de los distintos centros de Formación Docente, con el objetivo de indagar sobre las estrategias de enseñanza que utilizan en sus cursos, así como su visión de los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Esto nos permitirá elaborar talleres y seminarios de difusión de esta investigación, a partir de los cuales los docentes participantes construyan propuestas educativas para aplicar en sus cursos. Para facilitar esta actividad se ha solicitado apoyo al Coordinador del Departamento Nacional de Física del CFE; quien lo ha comprometido. A esto apunta nuestro quinto objetivo.

La síntesis de la información obtenida de los test, junto con la revisión de la literatura de referencia sobre el rol del laboratorio en la enseñanza de la Física y las distintas metodologías de aprendizaje activas, permitirá realizar una planificación de las actividades a realizar durante el semestre, y seleccionar las metodologías adecuadas en cada caso.

Elegidas las estrategias con las cuales se va a trabajar, se adaptarán cada una de las actividades propuestas por el programa de la asignatura a las condiciones de trabajo, dándole un rol central al uso de los smartphones; según indica nuestro segundo objetivo específico.

Es importante destacar que una adaptación de una actividad experimental con metodologías activas e incluyendo nuevas tecnologías, es en sí misma un trabajo plausible de publicar en una revista de Enseñanza de la Física (Ambrosis, Malgieri, Mascheretti, y Onorato, 2015; Wee, Chew, Goh, Tan, y Lee, 2012).

A ello apuntamos en parte, en la definición del objetivo cuatro.

Un aspecto fundamental de la investigación, se basa en poder medir la eficacia de las estrategias utilizadas durante el curso. En el ámbito del P.E.R., la

metodología que se utiliza para medir logros de aprendizaje y compararlos con estándares a nivel mundial, se basa en el uso de test ya calibrados. (Ding y Liu, 2012; Doktor y Mestre, 2014).

Para completar la concreción de nuestro cuarto objetivo específico, nos proponemos redactar un artículo de divulgación que podrá distribuirse durante la etapa de difusión del proyecto, especialmente al público que sin ser especialista en la temática, tenga interés y posea un mínima alfabetización científica.

La etapa final del proyecto está especialmente dedicada a la difusión de los resultados de la investigación que, como hemos manifestado, se apoyará en los trabajos escritos que sintetizan la investigación, así como en los resultados arrojados de las entrevistas a docentes (objetivos cinco y seis).

Nos planteamos el contacto directo con actores interesados en el conocimiento de las metodologías implementadas. Pensamos que resulta natural incluir en la convocatoria a docentes que trabajan en la formación de profesores, en especial de Física, pero no exclusivamente. En este sentido, la ayuda que provea el Departamento Académico Nacional para convocar y favorecer estos encuentros, que pueden tener el formato de talleres o seminarios de corta duración, será muy importante. Puede ser de interés también de otros colectivos, como docentes de otros Departamentos Académicos afines (Ciencias Experimentales), agrupaciones de profesores, como el que nuclea a los docentes de Física (APFU).

Equipamiento disponible actualmente para la realización del proyecto actual: El trabajo de campo se va a realizar en el laboratorio de Física del Instituto de Profesores Artigas. Las actividades experimentales que se van a desarrollar, requieren de una computadora personal para cada estudiante y de interfaces con sus respectivos sensores para utilizar en grupos de no más de 4 alumnos. El laboratorio dispone de 15 Ceibalitas y 5 interfaces con su juego respectivo de sensores. Teniendo en cuenta que cada subgrupo de práctico es de aproximadamente 10 estudiantes, se dispone de una cantidad adecuada de computadoras y sensores.

Respecto a la conectividad, el laboratorio cuenta con conexión a internet provista por el plan Ceibal, la cual es fundamental para el desarrollo de las tareas. Asimismo dada la conexión a internet y que cada estudiante va a tener una computadora, estos pueden ingresar a la base de datos del portal Timbó para acceder a revistas científicas.

Un material fundamental para la realización de la investigación son los smartphones. En este caso el laboratorio no dispone de teléfonos inteligentes para proveer a los estudiantes, razón por la cual, se propone en el proyecto utilizar parte del presupuesto para la compra de diez celulares.

Asimismo se dispone de posibilidades de contar con la colaboración de los laboratorios del Instituto de Física de Facultad de Ciencias en aquellos aspectos que se pudieran complementar.

Referencias bibliográficas y/o técnicas del Proyecto: Aina, J. (2013). Integration of ICT into Physics Learning to Improve Students' Academic

Achievement: Problems and Solutions. Open Journal of Education, 1(4): 117-121

American Association of Physics Teachers, AAPT Recommendations for the Undergraduate Physics Laboratory Curriculum. Disponible en

http://www.aapt.org/Resources/upload/LabGuidelinesDocument_EBendorsed_nov10.pdf, último acceso 28 enero 2017

Ambrosis, A. D., Malgieri, M., Mascheretti, P., & Onorato, P. (2015). Investigating the role of sliding friction in rolling motion: A teaching sequence based on experiments and simulations. *European Journal of Physics*, 36(3), 1-21

Arias-Rueda, M. & Vega, Y. (2016) Experiencias integradoras que promueven la autonomía de aprendizajes usando las TIC. *Opción*, 32 (9)

Asociación de Profesores de Física del Uruguay. El rol del laboratorio en la enseñanza de la Física. Disponible en https://apfuweb.files.wordpress.com/2015/03/documento-2_jornada-carmelo_2002.pdf, último acceso el 10/2/2017.

Baccino, D. (2004). Medida de períodos en movimientos oscilatorios, *Educación en Física*, 6 (8).

Baccino, D., & Trinidad, G. (2016). Experimento sobre la ley de Faraday de inducción, *Educación en Física*, 8 (6).

Ballester, E., Castro-Palacio, J. C., Velazquez-Abad, L., Gimenez, M. H., Monsoriu, J. A., & Ruiz, L. M. S. (2014). Smart physics with smartphone sensors. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2015-February*.

Beichner, R.. The impact of video motion analysis on kinematics graph interpretation skills (1996). *American Journal of Physics*, 64 (10), pp. 1272-1277.

Brown, D., & Cox, A.J. (2009). Innovative uses of video analysis. *Physics Teacher*, 47 (3), pp. 145-150.

Chen, S., Chang, W.-H., Lai, C.-H., Tsai, & C.-Y. (2014). A Comparison of Students' Approaches to Inquiry, Conceptual Learning, and Attitudes in Simulation-Based and Microcomputer-Based Laboratories. *Science Education*, 98 (5), pp. 905-935.

Ding, L., & Liu, X. (2012). Getting Started with Quantitative Methods in Physics Education Research. In *Getting Started in PER* (3, 2). Disponible en <<http://www.compadre.org/Repository/document/ServeFile.cfm?ID=12601&DocID=3196>>. Último acceso el 9/2/2017.

Docktor, J.L., & Mestre, J.P. (2014) Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 10 (2).

Etkina, E., Karelina, A., Ruibal-Villasenor, M., Rosengrant, D., Jordan, R., & Hmelo-Silver, C.E. (2010). Design and reflection help students develop scientific abilities: Learning in introductory physics laboratories. *Journal of the Learning Sciences*, 19 (1), pp. 54-98.

Etkina, E., Van Heuvelen, A., White-Brahmia, S., Brookes, D.T., Gentile, M., Murthy, S., Rosengrant, D., & Warren, A. (2006). Scientific abilities and their assessment. *Physical Review Special Topics - Physics Education Research*, 2 (2)

Ferreira, J.B., Klein, A.Z., Freitas, A., & Schlemmer, E. (2013). Mobile learning: Definition, uses and challenges. *Cutting-Edge Technologies in Higher Education*, 6, pp. 47-82.

Flores, J., Caballero, M., & Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, v. 33, n. 68, p.65-112.

Fraser, J. M., Timan, A. L., Miller, K., Dowd, J. E., Tucker, L., & Mazur, E. (2014). Teaching and physics education research: bridging the gap. *Reports on Progress in Physics*, 77(3), 032401.

González, M.Á., González, M.Á., Martín, M.E., Llamas, C., Martínez, Ó., Vegas, J., Herguedas, M., & Hernández, C. (2015). Teaching and learning physics with smartphones. *Journal of Cases on Information Technology*, 17 (1), pp. 31-50.

Hake, R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.

Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force Concept Inventory, *Physics Teacher* 30, 141.

Hofstein, A., & Lunetta, V.N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88 (1), pp. 28-54.

Holmes, N.G., & Bonn, D.A. (2015). Quantitative comparisons to promote inquiry in the introductory physics lab. *Physics Teacher*, 53 (6), pp. 352-355.

Holmes, N.G., Wieman, C.E., & Bonn, D.A. (2015). Teaching critical thinking. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 112 (36), pp. 11199-11204.

Kahan, S., Blanco, E., Curione, K., & Miguez, M. (2008). Explorando los errores conceptuales de ingresantes a la Facultad de Ingeniería. Revista Brasileira De Ensino De Fisica, 30 (4).

Karelina, A., Etkina, E., Ruibal-Villasenor, M., Rosengrant, D., Van Heuvelen, A., & Hmelo-Silver, C. (2007). Design and non-design labs: Does transfer occur? AIP Conference Proceedings, 951, pp. 92-95.

Kinchin, J. (2012). Tracker demonstrates circular motion. Physics Education, 47(1), 15-17

Knight, R. D. (2004). Five easy lessons: Strategies for successful physics teaching.

Larkin, T.L., & Mathis, M. (2004). Physics education research: A model for introductory laboratory reform. Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 3, pp. S1F-7-S1F-12.

Lawson, A. (1978) Development and validation of the classroom test of formal reasoning, Journal Research in Science Teaching, 15, 11

Liu, C.-Y., Wu, C.-J., Wong, W.-K., Lien, Y.-W., & Chao, T.-K. (2017). Scientific modeling with mobile devices in high school physics labs. *Computers and Education*, 105, pp. 44-56.

Machín, L., Suárez, A., & Vachetta M. (2014). Un enfoque experimental sobre la ley de Coulomb, *Educación en Física*, 8 (4).

Marotti, R., & Baccino, D. (2003). Estudio de un filamento de tungsteno, *Educación en Física*, 6 (7).

Mazur, E. (2013). Peer instruction.

Monteiro, M., & C Martí, A. (2017). Using smartphone pressure sensors to measure vertical velocities of elevators, stairways, and drones. *Physics Education*, 52(1)

Monteiro, M., Cabeza, C., & Martí, A. C. (2014). Exploring phase space using smartphone acceleration and rotation sensors simultaneously. *European Journal of Physics*, 35(4)

Monteiro, M., Cabeza, C., & Marti, A. C. (2015). Acceleration measurements using smartphone sensors: Dealing with the equivalence principle. *Revista Brasileira De Ensino De Fisica*, 37(1).

Monteiro, M., Vogt, P., Stari, C., Cabeza, C., & Marti, A. C. (2016). Exploring the atmosphere using smartphones. *Physics Teacher*, 54(5), 308-309.

Mora, C. (2008). *Fundamentos del Aprendizaje Activo de la Física*. X Taller internacional sobre la enseñanza de la Física, Educación Cubana, pp. 1-9, La Habana

Parappilly, M. B., Siddiqui, S., Zadnik, M. G., Shapter, J., & Schmidt, L. (2013). An inquiry-based approach to laboratory experiences: Investigating students' ways of active learning. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 21(5), 42-53.

Parrella, A. & Berrutti, M. (2001). Los problemas de los problemas. *Educación en Física*, 6 (5).

Pereira, A., & Suárez, Á (2013) Las actividades de laboratorio en Física: un cambio en la estructura a favor del conocimiento científico. Disponible en <<http://www.uruguayeduca.edu.uy/Userfiles/P0001/File/Sobre%20las%20actividades%20de%20laboratorio%20en%20F%C3%ADsica.pdf>>, acceso el 8/02/2017.

Reif, F., & John, M.S. (1979). Teaching physicists' thinking skills in the laboratory. *American Journal of Physics*, 47 (11), pp. 950-957.

Redish, E. *Teaching Physics with the Physics Suite*. John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2003.

Rosado, L., & Herreros, J. (2005). Nuevas aportaciones didácticas de los laboratorios virtuales y remotos en la enseñanza de la Física. Recent Research Developments in Learning Technologies.

Shi, W. Z., Sun, J., Xu, C., & Huan, W. (2016). Assessing the use of Smartphone in the university general physics laboratory. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 12 (1), 125-132.

Sokoloff, D. R., Laws, P. W., & Thornton, R. K. (2007). Real Time physics: Active learning labs transforming the introductory laboratory. European Journal of Physics, 28(3), S83-S94.

Suárez, A. (2011). Aplicación del modelo de las cargas magnéticas para la determinación de la componente horizontal del Campo Magnético de la Tierra, Educación en Física, 8 (1).

Suárez, A., & Vachetta M. (2015). Análisis de sistemas oscilatorios sometidos a distintas fuerzas disipativas, Educación en Física, 8 (5).

Szott, A. (2014). Open-ended laboratory investigations in a high school physics course: The difficulties and rewards of implementing inquiry-based learning in a physics lab. Physics Teacher, 52 (1), pp. 17-21.

Thornton, R., & Sokoloff, D. (1990). Learning motion concepts using real-time, microcomputer-based laboratory tools. *American Journal of Physics*, 58, pp. 858-867.

Thornton, R., & Sokoloff, D. (1998). Assessing student learning of Newton's laws: The Force and Motion Conceptual Evaluation and the Evaluation of Active Learning Laboratory and Lecture Curricula. *American Journal of Physics*, 66 (4), pp. 338-352.

Tomás, G. & Azar, R. (2011). Las TIC en la enseñanza de la Física. El visionado de dibujos animados: una alternativa didáctica. *Educación en Física*, 8 (1).

Trinidad, G. (2013). Física con XO. Disponible en <<http://www.ceibal.edu.uy/art%C3%ADculo/noticias/estudiantes/fisicaconxolibrodeguzmantrinidad>>, último acceso el 10/2/2017.

Trinidad, G., & Baccino, D. (2010). Balanza de Cotton, *Educación en Física*, 7 (9).

Wee, L.K., Chew, C., Goh, G.H., Tan, S., & Lee, T.L. (2012). Using tracker as a pedagogical tool for understanding projectile motion. *Physics Education*, 47 (4), pp. 448-455.

Wee, L.K., Tan, K.K., Leong, T.K., & Tan, C. (2015). Using Tracker to understand 'toss up' and free fall motion: A case study. *Physics Education*, 50 (4), art. no. 436, pp. 436-442.

Yoldi, A., & Suárez, A. (2016). Propuestas metodológicas para la enseñanza de la Física: el aprendizaje activo. Convocación, 26.

Yoldi, A., & Suárez, A. (2014). Una mirada uruguaya al trabajo experimental en la enseñanza de la Física: En la búsqueda de nuevas perspectivas. Revista do Imea, 2 (2)

Objetivos y Actividades

Objetivo General: Analizar el impacto de metodologías de aprendizaje activas en el laboratorio utilizando Smartphones y generar una línea de investigación en torno a método de aprendizaje activos en el laboratorio utilizando TIC.

Objetivos específicos:

Nº	Objetivo Específico	Resultado esperado	Observaciones
1	Medir los conocimientos previos de los estudiantes en el área de la mecánica y el grado de razonamiento científico.	Se aplicarán a los estudiantes los test "Force Concept Inventory" y "Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning". Del análisis de los resultados obtenidos, se podrá cuantificar los conocimientos previos de los alumnos en el área de la mecánica, así como el grado de razonamiento científico.	
2	Diseñar actividades experimentales utilizando Smartphones, que sean compatibles con el programa del curso de Física Experimental.	Se analizará el programa de la asignatura Física Experimental para conocer cuales son los contenidos teóricos que deben tratarse en las actividades de laboratorio, para así poder diseñar las actividades.	

- | | | |
|---|--|---|
| 3 | Medir la ganancia de las metodologías de aprendizaje activo utilizadas. | Se aplicarán al final del curso nuevamente los test "Force Concept Inventory" y "Lawson Classroom Test of Scientific Reasoning". Se compararán los resultados obtenidos, con los aplicados al comienzo de la intervención y a partir de la misma se determinará la ganancia de las metodologías utilizadas. |
| 4 | Redactar un artículo de divulgación sobre la investigación y uno plausible de publicar en una revista arbitrada. | A medida que se avance con la investigación se irá realizando una memoria que será un insumo fundamental para poder redactar los artículos.

El artículo plausible de ser publicado en una revista arbitrada, será enviado a alguna de las revistas más prestigiosas con tópicos sobre enseñanza de la Física.

El artículo de divulgación será enviado a la revista "Educación en Física" de la APFU, al portal Uruguay Educa, así como al Coordinador del Departamento de Física del CFE para su publicación en la página web del departamento. |

- 5 Conocer las distintas estrategias de enseñanza que utilizan los docentes de los cursos de laboratorio de Física del CFE, así como su visión de los procesos de aprendizaje de los estudiantes.
- Dada la ausencia de investigaciones en el Uruguay en el área de la enseñanza de la Física, se espera que la gran mayoría de los profesores utilicen en sus cursos estrategias de enseñanza tradicionales, teniendo además una concepción tradicional de los procesos de aprendizaje.
- El mecanismo de verificación será la realización de entrevistas a los docentes de los cursos de Física Experimental del profesorado de Física de todo el país.
- 6 Difundir los resultados de la investigación en el Departamento de Física de Formación Docente a través de realización de seminarios y talleres.
- La difusión a través de la realización de seminarios y talleres se realizará con el apoyo del Departamento de Física de Formación Docente, a través de encuentros organizados por el Departamento en distintos institutos de Formación Docente, así como en encuentros nacionales. También se realizarán talleres en el Congreso de Profesores de Física de la APFU.

Plan de trabajo:

Actividad/Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Relevamiento bibliográfico ...	X	X										
Selección de estrategias de aprendizaje activas y diseño de exper ...		X	X	X	X							
Realización de actividades exploratorias. Calibración de instrume ...		X										
Trabajo de campo. Módulos 1 al 4 ...			X	X	X	X						
Diseño e implementación de Encuesta a Docentes ...							X					
Procesamiento de la información ...								X	X			
Redacción Documento final y documento de divulgación. ...										X	X	
Divulgación ...											X	X

Descripción de las actividades:

Actividad	Mes inicio/fin	Es hito	Descripción	Observaciones
Relevamiento bibliográfico	1/2	NO		
Selección de estrategias de aprendizaje activas y diseño de experimentos con smartphones	2/5	SI		
Realización de actividades exploratorias. Calibración de instrumentos.	2/2	NO		

ESPECIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

Trabajo de campo. Módulos 1 al 4	3/6	SI	los Módulos 1 al 4 se desarrollan consecutivamente con frecuencia uno al mes.
Diseño e implementación de Encuesta a Docentes	7/7	NO	
Procesamiento de la información	8/9	SI	
Redacción Documento final y documento de divulgación.	10/11	SI	
Divulgación	11/12	NO	Se ha solicitado y comprometido el apoyo del Departamento Académico Nacional de Física del CFE para favorecer la divulgación.

Impactos Esperados

Contribuciones del proyecto: Este proyecto contribuirá a crear conocimiento básico en un tema de amplio interés. Como fue mencionado anteriormente, la P.E.R. es una disciplina relativamente reciente pero que en los últimos años ha alcanzado un grado de madurez considerable con una serie de herramientas y metodologías generalmente aceptadas. Dentro de los problemas estudiados, los planteados en este proyecto han recibido una atención parcial. La respuesta a la pregunta principal del proyecto, englobada en el impacto del uso de smartphone en las clases de Física, sin duda será de interés general y contribuirá a determinar en qué aspectos contribuye positivamente y en cuáles no y bajo qué condiciones. Este proyecto apunta entonces a responder preguntas que resultan de interés general. Por otro lado, dado que las TIC y en especial los smartphones, son tecnologías de penetración creciente, esperamos que la vigencia de estas interrogantes sea cada vez mayor.

El proyecto de investigación va a permitir generar recursos humanos en el área de investigación en Enseñanza de la Física, siendo el pie para el desarrollo de una futura línea de investigación en el marco del Departamento de Física de Formación Docente y de la nueva estructura académica que se está generando. Además, la realización de una serie de actividades experimentales enmarcadas dentro de las estrategias activas de aprendizaje, utilizando smartphones, se considera que va a redundar en mejores aprendizajes de los estudiantes de Formación Docente.

Por último, por medio de las actividades de divulgación se espera que este proyecto trascienda su ámbito directo de aplicación y la experiencia se derrame hacia otros ámbitos y a la sociedad en general.

Riesgos: Todo proyecto de investigación conlleva ciertos riesgos. Justamente la acción de investigar implica adentrarse en un terreno desconocido y enfrentarse a resultados imprevistos. En este proyecto que implica una proporción importante de trabajo de campo, pensamos que el mismo va a ser enriquecedor bajo cualquier hipótesis de resultados. Reconocemos ciertos riesgos en el número de estudiantes que conformen los grupos a ser estudiados. Podría darse que la desvinculación, debida a diferentes causas, sea tal que afecte la significancia estadística de los resultados. Esta desvinculación es variable e imprevisible. En este proyecto nos basamos en el conocimiento de los números de años anteriores que nos sugieren que el estudio es factible. Si se dieran situaciones extraordinarias, se podría plantear, en su debido momento, incluir otros grupos de otros centros.

También relacionado con el trabajo de campo, en la medida que los plazos de los aspectos formales de este proyecto (aprobación y ejecución) no son conocidos, el acompasamiento de los tiempos del proyecto con los calendarios lectivos puede ser delicado. Una dificultad de este tipo es común a cualquier proyecto que incluya una componente fuerte de trabajo de campo. En caso que los plazos formales se alargaran más de lo previsto sería necesario ajustar el calendario en consecuencia.

Otro riesgo imprevisible es la posibilidad de conflictos gremiales prolongados que afecten considerablemente el cronograma. En caso que se diera esta circunstancia buscaríamos medidas paliativas modificando el cronograma en consecuencia.

Estrategia de Sostenibilidad Post-Proyecto: Este proyecto está enmarcado temporalmente en una etapa de reestructuración de Formación Docente, donde se va a modificar la estructura de cargos, así como los planes y programas de las carreras de profesorado, fomentando la investigación en enseñanza, la cual todavía se encuentra en una etapa incipiente, en particular en el ámbito de la Física. Teniendo en cuenta lo anterior, es que uno de los objetivos principales del

proyecto es generar una línea de investigación entorno a métodos de aprendizaje activos en el laboratorio utilizando TIC. Para cumplir este cometido, la etapa de difusión del proyecto es fundamental, ya que permitirá compartir los resultados de la investigación, intercambiar experiencias y establecer lazos con el cuerpo docente de los distintos Institutos de Formación Docente.

Dada la generación de vínculos con los distintos actores, el Departamento de Física de Formación docente juega un rol fundamental para la creación de esta u otras líneas de investigación, ya que el mismo nuclea a los docentes de todo el país y los relaciona a través de encuentros periódicos de coordinación, pudiendo fortalecer los lazos e incentivando la investigación en el área.

Por otro lado, el equipo de trabajo proyecta, después de haber terminado la investigación, continuar profundizando sobre estrategias de aprendizaje activas e innovación en enseñanza de la Física con TIC, así como realizar publicaciones futuras sobre la temática. Esto puede continuar haciéndose tanto dentro en una nueva estructura de cargos, como en la situación actual, presentado proyectos al Departamento de Física de Formación Docente, trabajando en las horas de departamento.

Cabe destacar que dado que la temática a abordar vincula temas de investigación inherentes a la formación docente, con líneas de trabajo en Física, la continuación del proyecto permitirá fortalecer los vínculos entre el CFE y la FCIEN.

Impactos esperados del proyecto:

Nº	Impacto	Beneficiarios Potenciales	Cuantificación del impacto	Observaciones
1	Impacto en la formación de los nuevos profesores de Física. Esta investigación ofrecerá modelos de enseñanza alternativos a los tradicionales, permitiendo que los futuros docentes puedan aplicarlos con estudiantes de enseñanza media.	En este caso los beneficiarios potenciales son los propios estudiantes de Formación Docente.	La cuantificación del impacto se propone mediante los métodos detallados en la sección de metodología y se basan en la realización de pre - post tests y su correspondiente análisis estadístico (medición de los índices de ganancia, Hake, 1998).	
2	Impacto en la mejora de la enseñanza de la Física.	En este caso la comunidad de enseñanza de las ciencias y en especial de la Física se beneficia de los avances que luego trascienden al conjunto de la sociedad.	El impacto del avance se puede estimar de los artículos publicados, especialmente en revistas internacionales arbitradas pero también a nivel local y en la presentación de trabajos (posters, ponencias, talleres) en reuniones científicas.	

3	Impacto en la sociedad en su conjunto al acercar, por medio de la divulgación, una herramienta de uso cotidiano al mundo de lo científico. De esta forma la sociedad puede identificar la relación entre avance científico y mejora en las condiciones de vida.	La sociedad en su conjunto.	Por medio de charlas, conferencias, página web, notas periodísticas y trabajos de divulgación dirigidos a público general.
---	---	-----------------------------	--

Propiedad y uso de los resultados:

Nº	Resultado	Factibilidad de protección	Forma de apropiación
----	-----------	----------------------------	----------------------

Otros aspectos

Divulgación: Los aspectos de divulgación del proyecto, como ya se ha mencionado, se abordarán por diferentes caminos complementarios entre sí. Por un lado, buscaremos trasladar la experiencia en el ámbito local al resto de profesores de los centros de Formación Docente. Con este objetivo, nos proponemos realizar entrevistas, elaborar materiales y redactar documentos; para a partir de ellos, desarrollar mecanismos de intercambio con colegas del medio, coordinando con las estructuras existentes. Proponemos también realizar talleres de corta duración en Centros de Formación Docente de todo el país, como forma de intercambiar con los colegas interesados en esta temática. Para llevar a cabo estas actividades contamos con el apoyo del Coordinador del Departamento Académico Nacional de Física del CFE. El Departamento realiza reuniones periódicas y se ha mostrado muy abierto a divulgar este tipo de iniciativas. También se cuenta con el apoyo del Instituto de Física de Facultad de Ciencias.

Dentro de nuestros propósitos está también realizar un contacto con la Asociación de Profesores de Física del Uruguay (A.P.F.U.) con el objetivo de ofrecer la realización de estos talleres, orientados especialmente a sus asociados (un conjunto muy amplio del total de profesores de Física de nuestro país), que mayoritariamente tienen actividad en el nivel medio de educación. Esta asociación también publica la revista de Educación en Física a la cual planeamos mandar un artículo.

Por otro lado, para divulgar los resultados en un ámbito más amplio proponemos a) presentar trabajos, ponencias y talleres en reuniones internacionales y b) enviar a publicar artículos a revistas internacionales arbitradas. Todo estos recursos permiten a los posibles interesados acceder a los resultados utilizando internet si resulta pertinente.

Aspectos éticos (si corresponde): Este proyecto no requiere ninguna autorización especial por parte del Comité de ética. En cuanto a los trabajos de campo con estudiantes se prevé el uso de información anónima con fines exclusivamente estadísticos de forma de preservar la privacidad. Se solicitará el consentimiento de los estudiantes para participar en la investigación en los casos que corresponda.