

# Física Itinerante: una propuesta institucional para la Facultad de Física de la PUC

Néstor Espinoza<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Astronomía y Astrofísica, Facultad de Física, Pontificia Universidad Católica de Chile

30 de Enero, 2012

## ABSTRACT

Física Itinerante es un grupo de difusión científica formado en el año 2005 y liderado en la actualidad por estudiantes de la Facultad de Física de la PUC, el cual se ha mantenido en actividad de esporádico impacto hasta el año 2011. Tres grandes proyectos han marcado el grupo en los años 2007, 2009 y 2011, los que han sido cubiertos por la prensa nacional, pudiendo así ampliar los contactos del grupo y su capacidad de generar impacto sobre las escuelas del país. En el presente informe se presenta una propuesta para la Facultad de Física, en donde se propone institucionalizar el grupo, de manera que este sea dirigido por personas de la Facultad (incluyendo a los estudiantes), para que este impacto esporádico neto se transforme en un *aumento* esporádico del impacto, a través de la continuidad y mejora del proyecto. Beneficios tanto para la Facultad como para la comunidad científica-escolar son presentados, junto con mediciones de impacto del proyecto en distintos sectores, así como también presupuestos y formas de obtener financiamiento para los proyectos del grupo, de manera de motivar la mencionada institucionalización del mismo.

**Key words:** difusión científica – física, astronomía, PUC.

## 1 INTRODUCCIÓN

El grupo Física Itinerante nace en el año 2005 con motivo del Año Mundial de la Física. Liderado hasta la fecha por estudiantes de las licenciaturas en Física y Astronomía de la PUC, la idea del grupo es no solamente difundir sino compartir la ciencia en los colegios: compartir la experimentación con los estudiantes y profesores, de manera que ellos mismos fueran capaces de responder a los fenómenos físicos que aparecían a su alrededor. Así, la idea es mostrar que la Física es “*más que ecuaciones en un pizarrón*” a través de la experimentación en física, motivando así su futuro estudio con herramientas matemáticas tanto a nivel de Enseñanza Básica como Media. Al año 2012, cuatro grandes proyectos han sido liderados por el grupo: las **Ferias Itinerantes**, que nacen en el año 2005 y que consisten en una asistencia a un Establecimiento Educacional en donde se monta una feria científica que incluye experimentos de simple confección, en donde los estudiantes y profesores pueden experimentar distintos fenómenos físicos, los **Maletines Científicos**, que nace en el año 2007 y que consisten en la entrega de dichos experimentos científicos a colegios de bajo recurso

científico<sup>1</sup> el proyecto **Bling Bling Universe** (BBU), que nace en el año 2009 y que consiste en talleres de astronomía teórica y experimental en colegios para estudiantes de Enseñanza Media usando las herramientas disponibles del Sloan Digital Sky Survey y las recientemente introducidas **Capacitaciones FI**, que nacen en el año 2011 y que se han dictado tanto en física como en astronomía, tanto a profesores como a estudiantes universitarios interesados en capacitarse en dichas áreas.

A pesar de que los proyectos del grupo cubren las grandes áreas de la enseñanza en Física y la Astronomía que han mostrado ser deficientes en varios estudios, tanto a nivel nacional como internacional en estudiantes y profesores en nuestro país (véase Cofré et. al, 2010, para un resumen de los desafíos en la educación en ciencias en Chile), el grupo ha tenido un impacto esporádico en cada uno de sus proyectos. Una de las razones principales de esto es el hecho de que los fondos para llevarlos a cabo no son continuos y, a la fecha, dependen de fondos concursables ya sea a nivel universitario, tanto de la Federación de Estudiantes de la UC (FEUC) como de la Dirección de

\* E-mail: nespino@uc.cl

<sup>1</sup> El concepto de “colegios de bajo recurso científico”, dentro del grupo, es definido como aquel colegio que no posee los recursos necesarios (o no prioriza los recursos) para poder implementar laboratorios.

## 2 Néstor Espinoza

Asuntos Estudiantiles de la UC (DAE), como a nivel del Ministerio de Educación (MINEDUC). Otra de las razones es el hecho de que, al ser una actividad extra-curricular para los estudiantes universitarios que lideran el grupo, este no tiene un trabajo continuo, pues las responsabilidades administrativas del mismo recaen en unos pocos estudiantes que deben manejar no sólo los conceptos necesarios para llevar a cabo los proyectos, lo que permitirá capacitar nuevos integrantes del grupo, sino que también manejar los conceptos a nivel administrativo tanto internos (como lo son las finanzas, coordinación interna, generación de proyectos, mediciones de impacto, etc.) como externos (relaciones públicas, publicidad, etc.). El problema no es solamente la muchas veces incompatibilidad del proyecto con la carga académica de dichos estudiantes, sino que, más aún, el hecho de que estos al terminar su carrera y/o estudios de postgrado abandonan el proyecto, ya sea debido a trabajo o a la continuidad de sus estudios.

Es por todo lo anterior que se propone **institucionalizar** el grupo bajo el alero de la Facultad de Física. Con “institucionalizar” nos referimos a que el grupo Física Itinerante pase de ser una buena idea de un grupo de estudiantes de la Facultad a formar parte del desarrollo de la Facultad, en donde esta se haga cargo, con la ayuda de los estudiantes, de que las proyecciones a nivel del grupo se lleven a cabo. Nótese que este es un cambio radical a lo que se hace hasta ahora, en donde eran los estudiantes los que “de buena voluntad” llevaban a cabo los proyectos. La motivación para proponer esto es doble: por un lado, los proyectos del grupo se han vuelto, como se verá en las secciones futuras, **pioneros y necesarios** en la enseñanza en física en Chile, no solo para estudiantes de colegios, que en su mayoría no han tenido una experiencia “real” con la física y la astronomía, y para profesores de física del país, que debido a su escaso tiempo se encuentran desactualizados y, como se mencionará más adelante, presentan mal concepciones en varias temáticas que incluso se encuentran mal detalladas en el currículo nacional (siendo el “efecto Bernoulli” el ejemplo estrella), sino que también para los mismos estudiantes de las Licenciaturas en Física y Astronomía, quienes para poder llevar a cabo los proyectos deben manejar conceptos a un alto nivel, permitiéndoles practicar entonces lo aprendido y/o por aprender en el desarrollo de dichos proyectos a nivel profesional, ya sea buscando en literatura especializada como pidiendo ayuda a sus compañeros y profesores.

Para poder presentar una propuesta formal de la institucionalización del grupo, como ya se mencionó, es necesario detallar las maneras en que se han puesto en práctica los distintos proyectos del grupo, junto con los beneficios que estos traen tanto para los estudiantes universitarios que conforman el grupo como para los estudiantes y profesores de colegios, junto con sus respectivos presupuestos y proyecciones a futuro. Por ello, el presente informe se dividirá de la siguiente manera. En la siguiente sección, se relatará brevemente los detalles de cada uno de los proyectos, en donde también se presentarán algunos resultados obtenidos a través de datos y estudios realizados por integrantes del grupo, los que servirán para poder tener una idea del impacto de los distintos proyectos. Luego, se presentará la propuesta

a la Facultad, en donde se hará hincapié en los presupuestos totales y en algunos detalles importantes para llevar a cabo los proyectos mencionados. Finalmente un sumario del informe se realizará a modo de conclusión.

## 2 LOS PROYECTOS DEL GRUPO

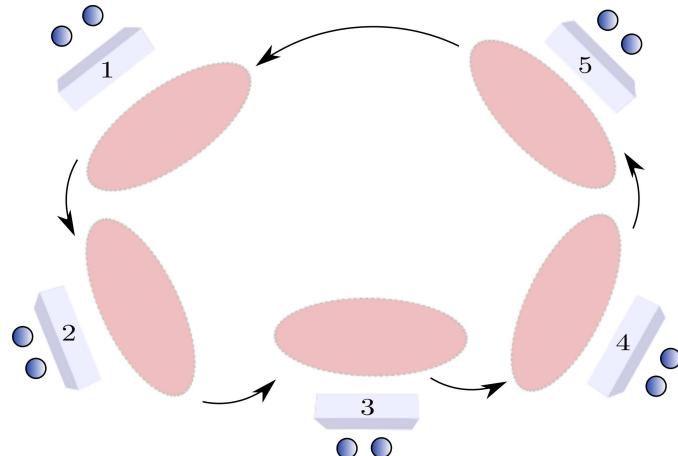
### 2.1 Ferias Itinerantes

Como se mencionó en la introducción, las Ferias Itinerantes consisten en puestos en donde se muestran experimentos científicos de relativamente fácil construcción en un colegio, creando así una verdadera “Feria Científica” en la cual los estudiantes y profesores pueden interactuar de manera fácil y dinámica con los experimentos que se presentan. La idea general es llevar una serie de experimentos de distintos tópicos en Física que, en lo posible, se correlacionen con los cursos que vayan a interactuar con los experimentos. De acuerdo a nuestra experiencia, es una buena práctica montar alrededor de 4 o 5 puestos, que sean liderados por uno o dos monitores del grupo, en donde cada puesto tenga una temática distinta a mostrar (un puesto podría tener sólo experimentos de Electricidad y Magnetismo, otro sólo de Mecánica, otro sólo de Termodinámica, etc.).

La Figura 1 presenta un esquema de la “puesta en escena” de dicha feria, en donde se indican con círculos azules los monitores, con paralelepípedos azules los distintos puestos y con elipses rojas el sector desde donde los estudiantes y profesores de los colegios reciben la presentación del experimento (la idea es, lógicamente, que luego estos se acerquen a los experimentos para que los experimenten). Usualmente, la presentación del experimento nace con la experiencia misma de algún fenómeno. Por ejemplo, uno de los experimentos que usualmente se muestra es el “sillín del momento angular”, en donde se sube a los estudiantes y se les pide que giren con los brazos cerrados y que, luego de estar girando, los abran. Esto motiva entonces la discusión de por qué sucede que al abrir los brazos se gira más lento y al juntarlos uno gira más rápido. La idea es, entonces, guiar a que los mismos estudiantes puedan deducir posibles respuestas y explicaciones, tal cual como uno lo hace en física a nivel profesional.

Un detalle de algunos de los experimentos que a la fecha se ocupan en las Ferias Itinerantes se puede encontrar en el libro oficial del grupo “Física Itinerante: el libro” (Espinoza et. al, 2011), el cual puede descargarse de manera gratuita desde la página web oficial del grupo<sup>2</sup>. Lógicamente, deben escogerse aquellos experimentos que provoquen el mayor impacto posible dentro de los límites de tiempo en el que dura cada experiencia (ojalá no más de 10 min. cada una). Por ejemplo, el experimento de Ley de Difracción no es un experimento de gran impacto en el área de Ondas, debido a los materiales y mediciones que requiere para llevarse a cabo, pero si lo es el experimento para demostrar que la luz posee momentum, el cual requiere de una simple cámara

<sup>2</sup> <http://www.fisicaitinerante.cl/>



**Figura 1.** Configuración de una sala o espacio abierto ideal para realizar una Feria Itinerante. Los círculos azules representan los monitores del grupo que dan la explicación inicial del experimento a mostrar, los paralelepípedos con números representan la mesa y/o superficie sobre la cual se realizarán los experimentos y las elipses rojas representan los lugares donde grupos de estudiantes se posicionan para interactuar con el experimento. La idea es que luego de haber experimentado con una mesa, estos roten a la siguiente mesa, estando todas las mesas siempre ocupadas por los estudiantes de los colegios, tal como indican las flechas.

con flash y un bowl metálico<sup>3</sup>. Usualmente, las experiencias finalizan con el lanzamiento del famoso “Cohete de Agua”, en el patio y/o algún sector abierto del colegio, frente a todos los estudiantes del establecimiento.

El impacto del proyecto, a la fecha, se ha medido en función de los comentarios con profesores y directores de los Establecimientos Educacionales, quienes se han mostrado maravillados frente al efecto que provocan dichos experimentos en la enseñanza de la Física. Ha servido como introducción a las distintas materias, como una forma de realizar evaluaciones formativas o también como una manera de generar ideas para un proyecto de curso. La continuidad de las Ferias Itinerantes a la fecha y el hecho de que al menos 10 establecimientos educacionales en el año, en promedio, pidan que se realice la experiencia en su establecimiento, también es un signo de que las Ferias generan un alto impacto, provocando que “se pase la voz” del proyecto. Por el lado de los monitores, el impacto es enorme: el tener que discutir el funcionamiento de los experimentos ya es una puesta en práctica de las habilidades como futuro científico de los estudiantes universitarios. Una de las historias más interesantes ha sido la discusión del funcionamiento del experimento de “vórtices” (también explicado en el libro), el cual ha sido objeto de estudio muy reciente en la literatura en física, lo que demuestra la posibilidad de que estudiantes, tanto de los colegios como universitarios, puedan “ensuciarse las manos” con física actual.

Con respecto al presupuesto para llevar a cabo el proyecto, lo más importante es la construcción de los experi-

mentos a mostrar. De acuerdo al libro anteriormente mencionado, el precio de construir este “baúl” o “maletín” de experimentos que es llevado a los colegios para mostrar los experimentos no supera los \$50.000. Aún así, algunas modificaciones podrían hacerse a este presupuesto: agregar más experimentos, agregar posters que ayuden a explicar los procesos físicos de cada experimento, etc. Otro de los “problemas” que existen es el de la movilización. Aún así, usualmente en colegios de escasos recursos es fácil pedir movilización a la municipalidad respectiva. Es interesante notar, aun así, que muchas propuestas llegan de regiones, por lo que una de las proyecciones de este proyecto del grupo es realizar Ferias Itinerantes fuera de Santiago, que es lo que se ha hecho a la fecha.

## 2.2 Maletines Científicos

El proyecto de los Maletines Científicos, consiste en la entrega de un maletín científico que contiene los experimentos mencionados en el libro oficial de Física Itinerante. Este proyecto se logró realizar los años 2007 y 2011 gracias a Fondos de Desarrollo Institucional del MINEDUC, entregando 25 y 20 maletines a colegios de bajo recurso científico respectivamente. En ambas ocasiones se realizó una capacitación a los profesores que recibirían los experimentos, aunque en la versión del 2011 dicha capacitación fue más masiva y también incluyó la entrega de una versión impresa del libro, para que así cada profesor tuviera una referencia de cada experimento incluido en el maletín.

El impacto de dicho proyecto en el año 2007 fue medido indirectamente a través de la cantidad de estudiantes a los cuales llegan los maletines. Si se considera que por profesor hay tres cursos de física por nivel de, aproximadamente, 40 estudiantes, existen en total  $\sim 4000$  estudiantes beneficiados con el proyecto. En la entrega del año recién pasado, por otro lado, aparte de esta medición indirecta también se pretende medir directamente el impacto del uso de los maletines en el aula. Para ello,

<sup>3</sup> Para aquellos que no están familiarizados con el experimento, este consiste en posicionar un bowl metálico “mirando” hacia los estudiantes y aplicar el flash justo por encima de la superficie metálica del bowl por el lado que “no apunta” hacia los estudiantes. Al aplicar el flash de la cámara, el bowl “sonará” tal y como cuando uno golpea este suavemente con el dedo.

## 4 Néstor Espinoza

se planea construir una evaluación que será contestada por los estudiantes, de manera de poder medir cuáles de los objetivos de los maletines se cumplen y cuales no. Las entregas de estos maletines aún no finalizan (deben estar todos los maletines entregados a inicios de Marzo), por lo que dicha medición deberá realizarse a mediados de Marzo, teniendo los resultados a principios del mes de Abril.

Con respecto al presupuesto del proyecto, la construcción de los 20 maletines en el 2011 tuvo un costo total de \$800.000, en donde se incluyeron todos los experimentos mencionados en el libro oficial del grupo. El tiempo de construcción de dichos maletines, por los estudiantes que participaron (alrededor de 6 estudiantes en total), fue de un mes (trabajando tres horas diarias, en promedio). A dicho presupuesto también deben agregarse los costos de envío, que suman alrededor de \$300.000 en el caso de tener profesores de regiones (que fue el caso de la entrega de maletines del año 2011, donde alrededor de 10 maletines fueron donados a profesores de región). En el caso de querer agregar una capacitación a los profesores, el costo será un poco más alto dependiendo del nivel y calidad que se planee. Esto será detallado en la sección correspondiente a dicho proyecto (Sección 2.4).

### 2.3 Bling Bling Universe

El proyecto Bling Bling Universe<sup>4</sup> nace en el año 2009 en respuesta a las mismas problemáticas anteriormente mencionadas en la enseñanza de las ciencias en los colegios de Chile, además de la casi nula información acerca de lo que efectivamente se hace en astronomía y el casi nulo uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en los establecimientos educacionales (e.g., computadores). Usando las herramientas disponibles en el Sloan Digital Sky Survey, las que incluyen un telescopio virtual y la posibilidad de obtener datos profesionales desde su página web, el proyecto Bling Bling Universe pretendió en un inicio ser una herramienta para profesores y estudiantes interesados en el área de la astronomía a través de guías y videos<sup>5</sup>. Aún así, el grupo también realizó una serie de talleres (denominados “Talleres BBU”) en colegios, los que incluían el desarrollo de tres temáticas principales: Colores en Astronomía (definición de magnitudes, definición de colores como resta de magnitudes, como longitudes de onda en el espectro electromagnético, radiación de cuerpo negro, diagramas color-color y color-magnitud), Clasificación Morfológica de Galaxias (clasificación de galaxias, tenedor de afinación de Hubble, diagramas color-color para cúmulos de galaxias) y Ley de Hubble (estimación de distancias a galaxias, estimación de velocidades de galaxias, redshifts y diagrama de Hubble). Dicho taller se ha realizado ya exitosamente a más de 6 grupos de estudiantes desde su inicio en el año 2009 (tanto en colegios como en una escuela de verano recientemente realizada en la Universidad).

<sup>4</sup> <http://www.blingblinguniverse.cl/>.

<sup>5</sup> Es interesante notar que el proyecto BBU se transformó en uno de los links oficiales de los proyectos educacionales del SDSS, lo que se puede verificar en el sitio <http://www.sdss.org/education/>.



**Figura 2.** Configuración típica de una clase del taller Bling Bling Universe. Como se muestra, un proyector también es óptimo en la realización de las clases.

El taller consiste en una la realización de una clase semanal durante dos meses, las que se basan en el mismo principio que las Ferias Itinerantes: la idea es tomar datos de algún fenómeno e intentar explicar los resultados. Para ello, se hace uso de herramientas computacionales de análisis de datos simples de usar para los estudiantes (Microsoft Office Excel u Open Office Calc), lo que permite lograr no sólo aprendizajes a nivel conceptual en astronomía, sino que también procedimentales en el área de la computación y las matemáticas, lo cual ha sido recomendado por una serie de autores (véase el trabajo de Cortez et. al, 2005). La “puesta en escena” es simple: se usa el laboratorio de computación del colegio (o, si no posee, se piden salas en la Universidad) y se realizan las clases en dicho laboratorio, tal como se muestra en la Figura 2, tomada justamente de una clase del taller BBU realizada en el colegio Pedro de Valdivia de Peñalolén. La clase debe consistir de una introducción a las temáticas a abordar y una evaluación<sup>6</sup> sobre las pre-concepciones de los estudiantes sobre las

<sup>6</sup> Es importante notar que con “evaluación” no se está pensando en hojas, papel y lápiz. Una discusión es un tipo de evaluación, una pregunta “al aire” y todas sus respuestas (“buenas” o “malas”) también son tipos de evaluación, etc. En general, cualquier toma de información que genere un juicio y que se haga de manera continua y coherente con el proceso de enseñanza es considerada una evaluación.

temáticas a abordar, lo que ayudará a orientar de mejor manera las clases y su desarrollo, la que debe idealmente terminar con un sumario de lo aprendido en la jornada.

La medición del impacto del proyecto en las preconcepciones en astronomía que tienen los estudiantes fue realizada recientemente a un grupo de estudiantes (Araya, 2012), en donde se muestra que efectivamente el taller ayuda a realzar la figura del científico y a comprender, un poco mejor, qué es lo que se hace realmente en astronomía. Más aún, el taller parece ubicarse dentro de los programas educativos pioneros en la enseñanza en ciencias en Chile, debido al uso de herramientas computacionales en su desarrollo. Lógicamente, el impacto no es unilateral: los estudiantes universitarios que actúan de monitores en los talleres deben manejar casi a la perfección las temáticas a tratar, en donde incluso se revisan papers científicos en conjunto con los estudiantes asistentes al taller. Por lo mismo, Araya (2012) propone que el/la o los/las estudiantes que participen de tutores/monitores del taller, deben ser asesorados por un grupo de astrónomos y/o estudiantes de último año de la Licenciatura para poder clarificar ideas antes y después de las clases de los talleres BBU con respecto a las temáticas en astronomía y física, mientras que también deben recibir asesoramiento pedagógico por parte de algún profesor, estudiante de último año de Pedagogía y/o con alguien dedicado al estudio de la enseñanza de las ciencias en el aula respecto a los temas de enseñanza y aprendizaje en el aula.

Con respecto al presupuesto de la realización de los talleres, estos incluyen también coffee breaks auto-gestionados, aunque a la fecha sólo se realizaba uno de inicio y otro de finalización del proyecto. Por lo mismo, el gasto en este concepto es, como cota máxima, de \$30.000. Otro de los gastos del proyecto es la movilización de los tutores, lo que no supera los \$1.000 mensuales y la impresión de Certificados de Participación para los estudiantes que finalicen el taller, lo que en el caso de 20 estudiantes, equivale a un total de \$12.000. En total, por taller, el costo sería, considerando dos monitores y 20 estudiantes, de \$43.000. Otro punto importante del proyecto BBU es la mantención y seguimiento de su página web, que es el pilar fundamental para que el proyecto llegue a todo Chile y el mundo<sup>7</sup>. El gasto anual en concepto de hosting es de \$71.281 (contrato actual con la empresa Hosting.cl), mientras que el pago del nombre del dominio es cada dos años, el que fluctúa siempre en un valor levemente menor a los \$20.000 (\$18.900 para el presente año).

<sup>7</sup> A la fecha, el sitio registra 70 visitas “activas” diarias (es decir, usuarios que leen las guías, trabajan con las herramientas, etc.) y 500 visitas “pasivas” diarias en promedio (es decir, usuarios que “hojean” la página web). De acuerdo a los mismos registros, del total de usuarios de habla hispana, los que representan más del 90 % del flujo total de información del sitio, un 83 % de dichas visitas son chilenos(as), 10 % españoles(as), 3 % mexicanos(as), 2 % argentinos(as) y 2 % colombianos(as).

## 2.4 Capacitaciones

El último de los proyectos liderados por Física Itinerante, el que surgió en el año 2011, es el de las capacitaciones. Estas iniciaron en el mes de Junio con las “Capacitaciones en Astrofísica”, de las cuales 10 estudiantes (de 30 iniciales) completaron una capacitación que incluyó las temáticas vistas en los talleres BBU con mucho más detalle (a un nivel universitario) cubiertas en 5 clases teórico-prácticas. Según una encuesta realizada a los estudiantes, la alta deserción se debió en su totalidad a los topes de horario con pruebas y demasiados compromisos académicos (las clases se dictaban en el Campus San Joaquín de la PUC, de 18:30 a 20:00 hrs.). De acuerdo a la misma encuesta, todos los estudiantes que completaron la capacitación recomendarían el curso y, más aún, algunos incluso propusieron que el taller debiese dictarse como un curso de un semestre por la Facultad.

El presupuesto de dichas capacitaciones es prácticamente idéntico al de un taller de Bling Bling Universe, con la salvedad de que se necesita realizar publicidad en los campus (esto sumó, en la práctica, alrededor de \$50.000 extra debido a la impresión de carteles). A futuro, sería una buena idea realizar dichas capacitaciones a profesores de Enseñanza Media y Básica.

Una experiencia muy parecida se realizó en el Campus Villarrica de la PUC en el mes de Agosto, en donde se realizó un taller de Bling Bling Universe y algunos experimentos de Física que usualmente se muestran en las Ferias Itinerantes. El taller se realizó a estudiantes de la mención en ciencias de pedagogía y del pregrado de la misma carrera.

Con respecto al presupuesto de los talleres en Villarrica, estos deben incluir sólo los pasajes y las comidas de el o la(s) persona(s) que realize(n) los talleres (para dos días, considerando dos personas, esto tiene un costo de, aproximadamente, \$80.000). Esto, pues la estadía en este caso se hizo en uno de los departamentos de la sede, los cuales son gratuitos.

La tercera capacitación del año se realizó durante el mes de Noviembre a profesores de Física de todo el país. Inicialmente, la idea era capacitar alrededor de 30 profesores, de los cuales se escogerían 20 para donar los maletines científicos mencionados en la Sección 2.2. Aún así, gracias a contactos con profesores de enseñanza básica y media que la Facultad de Educación de la PUC gentilmente facilitó, los inscritos en las capacitaciones superaron los 100 profesores. Dichas capacitaciones entonces no sólo sirvieron para poder escoger a los 20 profesores a los que se les donaría el maletín, sino que para poder discutir una serie de experimentos de física que muchas veces generan malconcepciones tanto en profesores como estudiantes<sup>8</sup>. De dichos inscritos, 75 profesores (de los cuales alrededor de un 20 % provenían de región), divididos en dos secciones, completaron las capacitaciones. A través de una encuesta realizada a los profesores, estos calificaron tanto a las

<sup>8</sup> Un detalle de las temáticas abordadas en el curso se puede encontrar en la página web <http://www.fisicaitinerante.cl/capacitacion/>.

## 6 Néstor Espinoza

capacitaciones como a sus tutores con nota 7.0, agregando que es una iniciativa “*necesaria para nosotros, los profesores*”. Muchos de los comentarios también apuntaban a la necesidad de realizar capacitaciones exclusivas para Enseñanza Media y Básica, de manera periódica, ya que la capacitación se realizó de manera mixta (profesores de enseñanza Básica y Media participaban del mismo curso).

El presupuesto de estas capacitaciones fue un poco más grande, ya que se realizaron coffee breaks auto-gestionados después de todas las clases (\$150.000 en total, considerando dos clases semanales por un mes) y un coffee break contratado para la Ceremonia de Finalización (en la cual se entregaron los Certificados de Participación correspondientes). El Coffee Break contratado tiene un valor de \$150.000, mientras que la impresión de todos los certificados (75) tuvo un valor de \$45.000. En total, se gastaron \$345.000 sólo en conceptos de coffee breaks e impresión de certificados. Para el caso de esta capacitación, también se imprimieron copias a color para todos los profesores que completaron la capacitación del libro “Física Itinerante: el Libro”, lo que tuvo un costo total de \$1.000.000.

### 2.5 Cobertura de los proyectos en la prensa

Una manera de cuantificar el impacto que han tenido los proyectos anteriormente mencionados a nivel comunicacional es buscar en la prensa las menciones tanto al grupo como al proyecto. Una búsqueda rápida, revela que en el año 2006 (un año después de la creación del grupo y el inicio de las Ferias Itinerantes) El Mercurio realiza una entrevista al grupo titulada “*La tarea de volver la física un juego de niños*”. La siguiente noticia que se encuentra es de inicios del año 2010, la que habla del proyecto Bling Bling Universe en el portal oficial de Chile, “This is Chile”, titulado “*Astronomía al alcance de los escolares de Chile*”. Luego de dicha noticia, se pueden encontrar múltiples menciones y reportajes realizados en la prensa nacional sobre los proyectos de Física Itinerante entre los años 2010 y 2011. Estas menciones van desde reportajes en diario nacionales como La Tercera o el Mercurio hasta menciones y reportajes en portales web (sin contar las múltiples apariciones en los diarios y revistas internos de la Universidad, así como también en el portal web de la PUC).

### 2.6 Proyectos futuros

Existen a la fecha, una serie de proyectos que se han querido realizar por el grupo Física Itinerante pero que no han podido ser terminados debido al tiempo que estos requieren para ser desarrollados. Uno de ellos es el proyecto ATLAS@School, el cual era liderado por Gonzalo Díaz<sup>9</sup>, el que pretendía ser el análogo a los Talleres BBU tocando temáticas de física de partículas, usando datos del proyecto ATLAS<sup>10</sup>. Este proyecto está en su fase final y se encuentra

<sup>9</sup> gonzalo.diaz@fisicaitinerante.cl

<sup>10</sup> Es importante notar que la traducción al español de los proyectos educativos de ATLAS también fueron realizadas por integrantes del grupo Física Itinerante. Para

actualmente en “stand-by”.

Otro de los proyectos es llevar las Ferias Itinerantes, Talleres BBU y capacitaciones a regiones, lo que podría gestionarse eventualmente con municipalidades y alcaldías respectivas de cada región.

## 3 LA PROPUESTA

Debido a todo lo mostrado en la Sección 2, es que proponemos entonces institucionalizar el grupo, para que los proyectos mencionados continúen mejorando y creciendo. Más aún, la creación de nuevos proyectos también es parte del desarrollo del grupo (pues, como se vio en la sección 2.5, al parecer esto tiene el *plus* de que gatilla las apariciones en la prensa, las que ayudan mucho a nivel comunicacional con establecimientos educacionales) y debe ser uno de los pilares fundamentales del mismo.

Por lo anterior, se propone el realizar de manera estacionaria al menos 3 Ferias Itinerantes a colegios por semestre, 2 Talleres BBU por semestre y al menos 2 Capacitaciones por año, priorizando estas últimas para profesores de educación básica y media. De acuerdo a los presupuestos mostrados en el presente informe, la realización de dichas actividades tendría un costo total de \$231.281 anual sólo teniendo en consideración los Talleres BBU (considerando el pago de Hosting y dominio web) y las Ferias Itinerantes (considerando la construcción de un “baúl” anual, pudiendo agregar experimentos nuevos todos los años). A dicho presupuesto se le debe sumar el costo de las capacitaciones, lo que variará dependiendo del tipo de capacitación que se realize (véase la Sección 2.4).

Para realizar actividades extra durante el año (e.g. maletines científicos, más talleres BBU, más Ferias Itinerantes) y/o nuevos proyectos, existe la posibilidad del financiamiento a través de fondos concursables a nivel universitario tanto de la Dirección de Asuntos Estudiantiles de la PUC como de la FEUC<sup>11</sup> y a nivel ministerial (e.g., FDI). Todos estos fondos fueron los ocupados para llevar a cabo los proyectos de FI durante el año 2011. Tampoco debe dejarse de lado la posibilidad del financiamiento privado, lo cual requerirá del apoyo de la Facultad y de la Universidad<sup>12</sup> además del correspondiente asesoramiento jurídico.

más información, visitar <http://atlas-minerva.web.cern.ch/atlas-minerva/main.php?lang=es>.

<sup>11</sup> Es importante notar que desde el próximo año, por estatutos de la FEUC, aparte de los ya conocidos Fondos Concursables FEUC, parte importante de los fondos de la federación (como mínimo un 1% de los fondos otorgados por parte de la universidad a esta) se destinarán a proyectos realizados por los estudiantes a través de un fondo llamado “presupuesto participativo”, donde los proyectos serán votados por los mismos estudiantes de la universidad.

<sup>12</sup> El grupo tuvo una vez la oportunidad de finanziarse con fondos privados (Autopista del Maipo S.A.), pero no hubo respuesta inmediata de la Facultad, lo que finalmente terminó por cancelar la alianza que en ese momento se iba a firmar.

Para llevar a cabo el proyecto, también deben considerarse maneras extra de motivar a los estudiantes a participar del proyecto y/o financiamiento extra para pagos a estudiantes que participen de las iniciativas. Esto, pues si bien cada proyecto será invaluable para la formación profesional de cada estudiante de la Licenciatura, inicialmente es difícil motivarlos a participar debido al compromiso que se requiere para trabajar en Física Itinerante. Una de las maneras podría ser ligar cursos de la malla con los proyectos de Física Itinerante. Por ejemplo, los Talleres BBU usan herramientas avanzadas de búsqueda de datos astronómicos que podrían ligarse fácilmente con cursos como Astronomía, Taller de Astronomía o Astrofísica Experimental. Por otro lado, hay experimentos que se realizan en las Ferias Itinerantes cuya física aún no ha sido medida con precisión (aunque se posee literatura especializada que intenta explicar los fenómenos), tales como el experimento de vórtices o el del imán levitador, lo que podría fácilmente ser una temática para cursos de laboratorio o para el curso de Física Experimental Avanzada.

#### 4 CONCLUSIÓN

De acuerdo a lo mostrado en el presente informe, los proyectos del grupo Física Itinerante son invaluables tanto en el desarrollo de la educación en ciencias del país como en la formación profesional de los estudiantes de las Licenciaturas en Física y Astronomía. Más aún, son ideas a imitar por las demás carreras y, en ese sentido, la Facultad de Física podría ser pionera en la institucionalización de las iniciativas del grupo de modo que estas se lleven a cabo año a año, logrando un impacto contínuo tanto a nivel interno como externo.

Se propone entonces realizar de manera estacionaria al menos 3 Ferias Itinerantes a colegios por semestre, 2 Talleres BBU por semestre y al menos 2 Capacitaciones por año, priorizando estas últimas para profesores de educación básica y media, lo que tendría un costo total variable entre \$381.281 y \$1.531.281 anual, de acuerdo a los datos entregados en la Sección 2, donde la variación se produce dependiendo del tipo de capacitaciones que se realicen (Sección 2.4).

Es importante también tener en cuenta la posibilidad de tener personal tanto de la Facultad de Física como de la Facultad de Educación en el proyecto pues, como se ha mostrado, los proyectos requieren de una ligazón entre lo conceptualmente rico en Física y Astronomía y lo pedagógicamente posible. Por lo mismo, un trabajo en conjunto es el ideal para llevar a cabo los proyectos del grupo.

Finalmente, el autor quiere agradecer a todos los integrantes de FI que participaron este año en los proyectos del grupo: Claudia Araya, Naoto Aguilar, Ignacio Becker, Isabel Muñoz, Tatiana Tapia, Jorge Anaís, Jacqueline Rubio, Gonzalo Díaz, Gabriela Chorbadjian, Fabiola Salinas, José Miguel Fernández y Daniela Quiroz. Si bien muchos tuvieron que ausentarse en la parte final del trabajo del proyecto, cada uno aportó, dentro de lo posible, a que los proyectos del

grupo se llevaran a cabo. También agradecer a la Facultad de Física, en especial a la Sra. Rosa Bahamondes y al Sr. Vargas por tener la gentileza de facilitar el laboratorio para la construcción de los maletines para el año 2011 y al DAA por su apoyo incondicional con respecto a los Talleres BBU (en especial a los profesores Andreas Reisenegger y Nelson Padilla). Finalmente, a la DAE, FEUC y al MINEDUC por sus aportes financieros que ayudaron enormemente a que los proyectos del grupo se hicieran realidad.

#### Referencias

- Araya, C., 2012, *Analizando preconcepciones en astronomía en alumnos de enseñanza media y su cambio conceptual a través del programa Bling Bling Universe*, Tesis de Licenciatura, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibañez, D. y Vergara, C., 2010, Estudios Pedagógicos XXXVI, N°2, pp. 279-293.
- Cortez, C., Nussbaum, M., López, X., Rodríguez R., Rosas, R. y Marianov, V., 2005, Journal of Computer Assisted Learning, 21, pp. 171-180.
- Espinoza, N., Araya, C., Tapia, T., Becker, I., Anais, J., Rubio, J., Díaz, G. , 2011, *Física Itinerante: el libro*, publicación independiente.