



**CONGRESO
IBEROAMERICANO**
DE CIENCIA, TECNOLOGÍA,
INNOVACIÓN Y EDUCACIÓN

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

**CONGRESSO
IBERO-AMERICANO**
DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÃO E EDUCAÇÃO

BUENOS AIRES, ARGENTINA
12, 13 Y 14 DE NOVIEMBRE 2014

CONSTRUYENDO LEYES SOBRE HOMBROS DE GIGANTES

ALÍ, M.L.; BERGERO, F.; FERNANDEZ, C.; OLAVEGOGUEASCOECHEA,
M.

“CONSTRUYENDO LEYES SOBRE HOMBROS DE GIGANTES”

Taller de Física diseñado y dictado por estudiantes para estudiantes

Alí, M. Laura
Profesora de Física
marialaura_ali@yahoo.com.ar

Bergero, Federico
Profesor de Física
fedefisica@yahoo.com.ar

Fernandez, Carmen
Profesora de Física
fernandezcarmenb@yahoo.com.ar

Olavegogeoascoechea, Mara
Ing. Industrial c/o Química
Profesora de Química
Docente de Práctica Docente II y Didáctica Especial del Profesorado de Física
maraolavego@gmail.com

Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina

The poster features a central graphic with portraits of Galileo Galilei and Albert Einstein, and the text 'DE LA FÍSICA AL DISEÑO'. Below the graphic is a table with the following content:

ENCUENTROS	
De 14 a 17hs	ACTIVIDADES / CONTENIDOS
1* (30/05)	Trabaja Computadora, mate y gana de trabajar! Análisis de la evolución histórica del problema de la caída de los cuerpos. Reproducción de experimentos históricos. Las regularidades matemáticas en los fenómenos físicos.
2* (04/06)	Experimentos con el plano inclinado. Mediciones y análisis de variables espacio tiempo. Dependencia de del espacio recorrido con el cuadrado del tiempo. Independencia de la masa en la caída de los cuerpos.
3* (06/06)	Introducción a la ley de Kepler. Deducción del modelo matemático de la ley de la Gravitación universal. Análisis de datos cuando Origin 8 Pro. Resolución de situaciones problemáticas.
4* (11/06)	Velocidad de escape: Plueta en órbita de un satélite. Tipo de órbita. Elementos orbitales. Maniobras orbitales- Órbita de transferencia a otros cuerpos. Viajes espaciales.
5* (13/06)	Charla a cargo del Ing. L. Larig (docente investigador) sobre trabajos de microgravedad realizados como proyecto de investigación en la UINCA.
6* (18/06)	Evaluación y cierre del taller.

Destinatarios: Alumnos de Profesorado.

Fig. 1: Poster invitación al Taller.

”Me lo contaron y lo olvidé.

***Lo vi y lo entendí.
Lo hice y lo aprendí.”
Confucio.***

RESUMEN

La intención es compartir la experiencia realizada en la materia “Práctica Docente II”, cuyos contenidos corresponden al ejercicio de la docencia en el nivel superior, de la carrera de Profesorado en Física de la Universidad Nacional del Comahue (UNCo).

En lugar de realizar una intervención didáctica en alguna de las cátedras de la Universidad o instituto terciario de la zona, los practicantes y futuros profesores de Física, a sugerencia de la docente a cargo, diseñaron y llevaron a cabo un curso-taller para alumnos de las carreras de Profesorado en Física y Matemática, y de Ingeniería.

Esto obedece a que los estudiantes de profesorado tienen pocas oportunidades de vivenciar, tanto como alumnos o como practicantes, metodologías de enseñanza diferentes a la tradicional.

El tema central del taller fue Gravitación, se desarrolló desde la génesis de la teoría de la gravitación de Newton hasta la explicación de los movimientos de los cuerpos celestes y las aplicaciones actuales, tales como experimentos en microgravedad, satélites y viajes espaciales.

Los ejes centrales fueron el histórico, con la historia de los precursores y el desarrollo de la teoría; el experimental, en el que los alumnos realizaron experimentos análogos a algunos que fueron cruciales en el desarrollo de la teoría; el enfoque CTS, y la metodología de aula-taller.

Palabras clave: Taller - enfoque CTS – construcción social

I. CONTEXTO DE LA EXPERIENCIA

La experiencia se realizó en el contexto de la materia “Práctica Docente II” de la carrera de Profesorado en Física de la Universidad Nacional del Comahue. El plan de estudios contempla dos espacios de práctica. En la Práctica Docente I, el estudiante transita el ejercicio de la docencia en el nivel medio, y en Práctica Docente II, el ejercicio de la docencia es en el nivel superior, tanto terciario como universitario. La Profesora Mara Olavegogeoascoechea es la docente a cargo de coordinar la Práctica Docente II y los practicantes y desarrolladores de la propuesta fueron María Laura Alí, Federico Bergero y Carmen Fernandez.

Históricamente la matrícula del Profesorado en Física en la UNCo es mucho más baja que la de las Ingenierías. Los alumnos cursan las primeras materias disciplinares, Física I, II y III, y todas las matemáticas, junto a los estudiantes de las distintas Ingenierías. Por esto, los alumnos experimentan su acercamiento a la Física con cursos más orientados a la ingeniería y menos a la historia, filosofía, construcción y

difusión del conocimiento. Además, debido a la gran cantidad de alumnos, la metodología suele ser tradicional.

II. FUNDAMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Cuando un futuro profesor llega al final de su carrera, nota que posee una formación académica, centrada en la adquisición de conocimientos científicos a impartir, pero de manera segmentada, lo que le dificulta contextualizarlos para transformarlos en conocimiento significativo. También encuentra que en su trayectoria académica tuvo muy pocas oportunidades de aprendizaje con modelos de enseñanza diferentes al tradicional. Esto conlleva que el futuro docente probablemente repita el mismo modelo de enseñanza con el que aprendió.

Hoy, el docente de ciencia tiene el desafío de alfabetizar científicamente, lo que incluye abordar aspectos de cómo la ciencia y la tecnología construyen y validan sus conocimientos, y cómo éstas interactúan entre sí y con la sociedad (relación Ciencia – Tecnología – Sociedad, CTS). Las necesidades en la formación de los estudiantes de profesorado, son muy diferentes a las de los estudiantes de ingeniería.

Esto lleva a una reflexión profundamente sobre el modelo de enseñanza-aprendizaje que hoy atraviesa a las instituciones educativas, sobre todo aquellas comprometidas con la formación docente.

Un espacio de aprendizaje donde se contemplen las relaciones CTS y un abordaje histórico y social, con una propuesta diferente a la clase tradicional, sirve para que los practicantes y estudiantes de profesorado de los primeros años experimenten un modelo diferente de enseñanza y una visión diferente de la Disciplina.

El espacio de taller, por estar destinado a un número reducido de participantes, favorece las relaciones interpersonales entre sus miembros, permite realizar actividades diversas, variadas y adaptables, así como también respetar los distintos tiempos y estilos de aprendizaje.

Así, surge la idea de utilizar el espacio de la Práctica Docente II para trabajar contenidos de Física Clásica con herramientas y metodologías diferentes. La propuesta sería diseñada y desarrollada por los practicantes para los estudiantes de profesorado de los primeros años.

III. DEFINICIÓN DE LA PROPUESTA

Acordada la metodología, el paso siguiente fue buscar qué enseñar, para qué, cómo, para quiénes y cuándo dar el curso-taller. Este proceso de construcción no fue lineal, sino que tuvo muchas marchas y contramarchas.

En cuanto al “para qué” y “para quiénes”, el taller sería dirigido, como se explicó en la fundamentación, para los alumnos de primeros años de profesorado, para que experimenten un acercamiento a temas de la Física y una metodología de enseñanza distintas a los tradicionales. Como la temática a abordar requería determinados conceptos de Física y herramientas matemáticas, se agregó el requisito de estar cursando o haber cursado Física I para poder participar del taller.

Debido al escaso número de estudiantes de Profesorado en Física, se hizo extensiva la convocatoria a estudiantes de Profesorado en Química y en Matemática. También se extendió la invitación a aquellos estudiantes de Ingeniería que estuvieran

interesados. Cabe aclarar que para el Profesorado en Física, en Química, y para las Ingenierías, la Física I se dicta en el 2º cuatrimestre del primer año de la carrera, mientras que para el Profesorado en Matemática corresponde al 2º cuatrimestre del 4º año.

El “cómo” responde a la metodología aula-taller elegida, y también al deseo de abordar los contenidos con una perspectiva histórica, relacionada con la tecnología y la sociedad y también con actividades experimentales, que se consideran fundamentales en la construcción del conocimiento en la ciencia Física.

Luego de cristalizarse estas respuestas en objetivos generales y particulares, metodología y destinatarios, la respuesta al “qué enseñar” fue la última. La justificación de la elección del tema se resume de la siguiente manera:

- Gravitación Universal es un tema de la última unidad de Física I. Si bien se desarrolla a nivel teórico, por cuestiones de tiempo no se logra la profundización que se desea.
- Es un tema que Atraviesa toda la Física I. Dependiendo de la complejidad y profundidad con que se quiera abordar, permite utilizar conceptos que van desde cinemática, dinámica, trabajo y energía, cantidad de movimiento, etc. integrando todos los conceptos estudiados.
- El tema es rico en cuestiones históricas y filosóficas y aplicaciones tecnológicas, adaptándose perfectamente al deseo de un enfoque histórico y a un enfoque CTS, partiendo desde la concepción aristotélica hasta llegar a Ley de Gravitación Universal de Newton, y estudiando luego sus aplicaciones tecnológicas de actualidad.

En resumen, el taller “Construyendo leyes sobre hombros de gigantes” estaría:

- Destinado a estudiantes de Profesorado de Física, Química y Matemáticas de la UNCo (se extendió la invitación a estudiantes de Ingeniería).
- Estructurado en 6 encuentros de 3 hs reloj cada uno,.
- Requisito: Estar cursando o haber cursado la materia Física I de la carrera.

Objetivos Generales

- Entender a la alfabetización científica y tecnológica íntimamente ligada a lo social, cultural e ideológico.
- Acercar de manera progresiva a los estudiantes de profesorado a la dinámica de Taller, comenzando como participantes, para que puedan, a futuro, diseñar su propio espacio.
- Favorecer las relaciones interpersonales entre estudiantes de distintos profesorados.
- Promover la planificación y el trabajo en equipo.

Objetivos Particulares

- Proporcionar una visión de la Física como ciencia en constante evolución.
- Comprender su aporte al desarrollo tecnológico.
- Promover la utilización de herramientas informáticas en trabajos experimentales y simulaciones.
- Promover el diseño, análisis de experimentos y demostraciones didácticas sencillas, que faciliten la comprensión de los fenómenos.
- Analizar los aspectos históricos y epistemológicos de los descubrimientos científicos.

Planificación

El total de jornadas planteadas para el taller se dividió en bloques, y cada practicante coordinó uno de ellos, asistido por sus compañeros:

Encuentros 1 y 2: Laura A.

Temas:

- Introducción al problema histórico de la caída de los cuerpos.
- Recreación de experimentos: péndulo simple y plano inclinado.
- Análisis de datos.

Metodología y recursos:

- Presentación de diapositivas - Cronología - Visión Aristotélica y Galileana.
- Trabajo experimental - Mediciones.
- Utilización del programa Origin Pro 8.
- Proyección de video: Galileo en la Luna.
- Discusión de los resultados.

Encuentro 3: Carmen F.

Temas:

- Introducción a las leyes de Kepler.
- Deducción del modelo físico-matemático de la Ley de Gravitación Universal.

Metodología y recursos:

- Presentación de diapositivas, abarcando el marco socio cultural en el que se desempeñaba Isaac Newton, y los conocimientos previos sobre los que desarrolló la Ley de Gravitación Universal.
- Proyección de un video ilustrativo de las leyes de Kepler.
- Resolución de situaciones problemáticas.

Encuentro 4: Charla a cargo del Ing. Lassig

Temas:

- Métodos de obtención de microgravedad.
- Usos científicos y tecnológicos de los ambientes de microgravedad.
- Proyectos de Investigación en la UNCo: Experimentos en microgravedad, en el espacio y satélite Pehuensat.

Encuentro 5: Federico B.

Temas:

- Energía potencial gravitatoria.
- Velocidad de escape.
- Mecánica orbital. Órbitas elípticas.
- Tipos de órbitas utilizadas para fines comerciales y científicos.
- Viajes espaciales, satélites y maniobras orbitales.

Metodología y recursos:

- Presentación de diapositivas.
- Simulación por computadora del problema del proyectil de Newton.

- Proyección de un video sobre mecánica orbital, órbitas, despegue, aterrizaje y maniobras del transbordador espacial.
- Resolución de problemas.
- Demostración del despegue, aterrizaje y maniobras orbitales en el juego de computadora de simulación espacial "Kerbal Space Program".

Encuentro 6: Instancia de evaluación, devolución y cierre del Taller.

IV. PREPARACIÓN DEL TALLER

De la docente a cargo

Pensar la práctica como un espacio de diseño, investigación e implementación resultó un gran desafío. Generar un espacio de aprendizaje nuevo, incluye también encontrar un espacio físico, una disponibilidad horaria de los destinatarios, y buscar el aval de las Facultades de Ingeniería y Economía (pues se involucra a estudiantes de ambas facultades) para poder implementarlo.

Estos aspectos fueron abordados en simultaneidad con el cursado de la materia y la coordinación del armado del taller.

De los practicantes

Los practicantes contaban con experiencia docente en el ámbito universitario, dado que formaban parte de las cátedras de Física I y II, como ayudantes alumnos. Gracias a ello no fue necesario realizar observaciones de clases en nivel superior, ya que conocían el terreno en el que debían insertar su práctica: los contenidos de la materia y el ordenamiento de los mismos, las formas del dictado de las clases, metodologías de evaluación, modalidad de cursados, etc. Esto ayudó a decidir el contenido a abordar, dado que conocían no solo los contenidos, sino también las dificultades que se les presentan a los estudiantes en el cursado de Física I, y les permitió centrar su atención en otros aspectos de la práctica.

En las semanas previas al taller se trabajó junto con la docente a cargo en definir los contenidos a discutir, los experimentos a realizar, los problemas y preguntas para que los asistentes trabajen durante los encuentros, la obtención de material bibliográfico y audiovisual y el desarrollo del programa de simulación. Además de la bibliografía usual de Física básica para estudiantes universitarios, prestamos especial atención a libros no orientados a estos cursos sino que sean ricos en anécdotas, preguntas y problemas curiosos. También se consultó bibliografía específica de Historia de la Ciencia.

Se compiló un cuadernillo con un resumen de los contenidos, las preguntas y problemas que se entregó a los asistentes junto con el simulador y más material bibliográfico y audiovisual en formato digital, para que lo pudieran consultar o leer si deseaban profundizar en algún tema.

Se preparó el test de detección de ideas previas y se discutieron los posibles temas para la instancia de evaluación.

V. DESARROLLO DEL TALLER

Actividad de ideas previas

Al momento de iniciar el taller fue de suma importancia conocer cuáles eran las ideas que emplean los alumnos para interpretar los diferentes fenómenos que se dan en la experiencia cotidiana. Si son correctas pueden servir de punto de partida para continuar construyendo el conocimiento, pero de no ser así pueden incluso entorpecer la construcción de ese conocimiento. También es importante detectar estas ideas porque una vez identificadas, pueden constituir un punto de partida para el docente y de este modo posibilitar un cambio conceptual en el alumno.

A modo de ejemplo, a continuación se muestran algunos ítems del instrumento:

1) Las figuras mostradas a continuación representan el satélite natural de la Tierra girando a su alrededor, con un movimiento circular uniforme. Los vectores muestran fuerzas ejercidas sobre el satélite, ¿Qué dibujo representa mejor la(s) fuerza(s) sobre el mismo?

a) b) c) d) e)

2) El dibujo muestra una manzana cayendo al suelo. ¿En cuál de las tres posiciones actúa la fuerza de gravedad sobre la manzana?

a. Sólo en B
b. En A y B
c. En A y C
d. En A,B y C

Las ideas incorrectas que se detectaron más frecuentemente fueron el creer que un cuerpo más pesado tarda menos en caer, y que en el movimiento orbital hay una fuerza tangente a la trayectoria, hacia adelante.

Al finalizar el taller, los alumnos respondieron el mismo test. No se encontraron grandes mejoras en los resultados. La idea aristotélica de que los cuerpos más pesados caen antes que los más livianos, creemos que aquellos que respondieron lo mismo lo hicieron pensando en el efecto de la resistencia del aire y no por desconocimiento de la teoría. En el caso del movimiento orbital, creemos que la respuesta incorrecta se debe a una confusión entre vectores fuerza y velocidad. El poco tiempo que hubo entre la finalización del taller y el test también pudo haber sido insuficiente para ver el cambio en las estructuras de pensamiento o maduración de los conceptos.

Actividad experimental

Las actividades experimentales tuvieron como objetivo recrear algunos de los experimentos que la historia atribuye a Galileo, para tratar de vivenciar la línea de pensamiento que llevó a determinados descubrimientos. Esta forma de abordar un contenido permite, por un lado conocer la forma en que se construye el conocimiento (contexto de descubrimiento) y por el otro brinda la posibilidad al estudiante de sentirse partícipe de su propia construcción.

Fueron varios los aspectos que se tuvieron en cuenta al momento de determinar cuáles serían los experimentos seleccionados para poder realizar esta actividad. Entre ellos:

- Fomentar destrezas del tipo experimental, la observación, predicción de fenómenos.
- Utilizar herramientas informáticas.
- Analizar regularidades matemáticas.
- En cada experimento debían utilizarse conceptos de Física I.
- Las experiencias debían estar relacionadas con lo que se continuaría después en el desarrollo del taller para que el mismo tuviera una coherencia interna.

Las experiencias seleccionadas fueron péndulo simple y plano inclinado.

El tratamiento de los datos y discusión de los resultados se realizó en el mismo encuentro después de hacer los experimentos. También ocurrió que, en reuniones entre encuentros, los practicantes encontramos nuevas conclusiones u observaciones para hacer, y dedicamos los primeros minutos del encuentro siguiente a discutirlos.



Fig. 2: Equipamiento para la experiencia del plano inclinado con riel de aire.

Deducción y aplicación del modelo de Gravitación Universal

En lugar de presentar la Ley de Gravitación Universal en forma completa y cerrada, se buscó, partiendo del marco teórico del que disponía Newton, reproducir los razonamientos que lo llevaron a su obtención. La propuesta fue realizar una adaptación y utilizar diferentes fuentes bibliográficas. El trabajo de adaptación fue difícil, se configuró de modo que la secuencia de razonamiento resultara clara y fuera intuitiva para los estudiantes. Además, atendiendo a los intereses de los alumnos, fue necesario profundizar en el aspecto histórico.

Divulgación del trabajo científico

Teniendo en cuenta los propósitos y objetivos planteados, una de las inquietudes estaba vinculada con el trabajo científico y en particular a cómo el conocimiento científico tiene una aplicación tecnológica en nuestra sociedad actual. Por ello creímos

de suma importancia mostrar en el Taller una aplicación directa de la teoría abordada en el mismo.

Por otro lado, también se pensó en la Universidad como productora de conocimiento científico y el rol social que tiene. En este sentido nos preguntamos cómo el conocimiento producido por los investigadores universitarios llega a la sociedad y comenzamos a interiorizarnos en trabajos desarrollados por nuestra Universidad. Encontramos que hay proyectos vinculados con la temática desarrollada en el Taller y se hizo viable la posibilidad de presentar uno del área de Microgravedad. Se organizó una charla abierta a cargo del jefe del grupo de Investigación que desarrolló experimentos en microgravedad en caída libre y en el espacio, y también el satélite Pehuensat.

Esto nos permitió acercar el trabajo del investigador de manera directa a los alumnos y comprobar que el contenido teórico que aprenden durante su carrera tiene una aplicación directa en el ámbito social.



Fig.3:Poster de invitación a la charla.

Simulaciones

Para ilustrar el tema del movimiento orbital y la velocidad de escape, se escribió un pequeño programa que simula el movimiento de un proyectil al estilo del proyectil de Newton. Partiendo de la Tierra desde cierta altura y con cierta velocidad inicial y ángulo, se puede observar su movimiento, trayectoria, y si el proyectil cae, entra en órbita o escapa. Está escrito en lenguaje Javascript, lo que le permite correr de manera nativa en los navegadores recientes en cualquier sistema operativo. Se encuentra disponible para su descarga en internet en la sección "bibliografía".

El simulador se complementó con el cuadernillo de teoría y los problemas a resolver que contiene. También, en el encuentro correspondiente, se explicó su funcionamiento, ya que es un método numérico para resolver las ecuaciones de la dinámica Newtoniana.

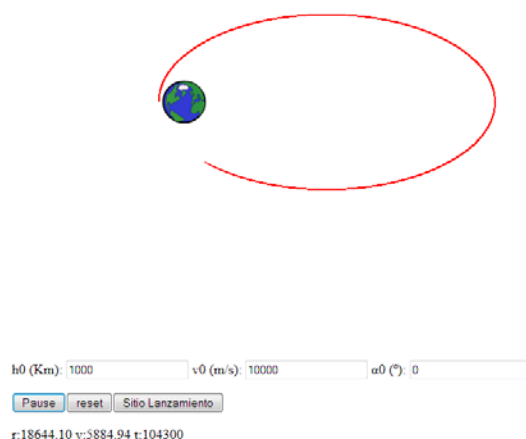


Fig. 4: Simulador con una órbita elíptica

Mecánica Orbital y los Cambios en el último encuentro

El último encuentro del Taller, que sería acerca de Mecánica Orbital, se realizó después de la charla del Ing. Lassig. Durante la misma, se mostró a los asistentes los diversos métodos que se usan para simular un entorno de microgravedad, como torres de caída libre, caída libre desde globos, y cohetes y aviones en trayectoria parabólica. Por considerar que se mostraron los métodos pero no se explicó la física elemental que subyace en ellos, que no sería tan obvia para los estudiantes principiantes, se reprogramó el último encuentro.

En su primera parte incluimos una clase con diapositivas sobre el tema: por qué se experimenta una pseudo-ingravidez en un ascensor en caída libre, en un avión en trayectoria parabólica, etc., y también al encontrarse en una nave en el espacio exterior.

Esto provocó que los otros temas de ese último encuentro fueran discutidos de manera más superficial y no se hizo en el momento la resolución de los problemas propuestos. Tampoco se hizo la actividad con el juego “Kerbal Space Program” en que se mostraría cómo despegar y entra en órbita una nave espacial y la transferencia a otras órbitas y cuerpos celestes.

Instancia de evaluación

La dinámica de aula-taller prevé que la evaluación es una realimentación constante y personal durante todos los encuentros, tanto de la propia práctica docente como de la de los asistentes. Los practicantes hicimos reuniones con la Docente después de todos los encuentros para discutir los acontecimientos, la propia práctica, el desempeño de los estudiantes, y ajustar los encuentros posteriores.

El test de ideas previas, al haberlo utilizado antes y después del taller se convirtió en una herramienta más de evaluación.

El curso-taller obtuvo el aval de las Facultades de Ingeniería y de Economía. Como las Facultades extenderían certificados de asistencia y eventualmente de aprobación, y porque la evaluación y acreditación son temas importantes en la materia Práctica Docente II, se decidió incorporar una instancia final de evaluación. Se propusieron los siguientes temas a los estudiantes para que ellos los prepararan individualmente/grupalmente y expusieran:

- Atracción gravitatoria sobre una masa dentro de un cascarón esférico.

- Atracción gravitatoria de una esfera sobre una masa puntual.
- Las mareas.
- Sistemas de masa variable: La ecuación del cohete.
- Determinación de la constante de gravitación universal G .
- Cálculo de una órbita elíptica (problema que no se alcanzó a resolver en el último encuentro).

Para la evaluación y calificación de esta instancia se confeccionó un modelo de rúbricas en el que se contemplaron los siguientes aspectos:

- El uso correcto de conceptos disciplinares y la relación de la presentación con conceptos desarrollados durante el taller.
- La relación con contenidos CTS.
- El uso de recursos visuales.
- Fluidez en la oralidad y uso de vocabulario adecuado.
- Manejo del tiempo de exposición.
- Participación y cooperación de todos los integrantes del grupo.
- Selección de fuentes de Información.

VI) ALGUNOS MOMENTOS DEL TALLER EN IMÁGENES



Fig. 5: Trabajo experimental: Péndulo Simple, etapa de modelización y medición



Fig. 6: Trabajo grupal: Aprendiendo a usar el programa Origin Pro 8



Fig. 7: Evaluación: Trabajo Individual : Exposición oral

VII) CONCLUSIONES

Este espacio permitió acercar a los practicantes a la dinámica de Taller como alternativa a la hora de planificar sus clases.

El hecho de participar estudiantes de distintos profesorados, favoreció las relaciones interpersonales, permitiendo retroalimentar la carrera del profesorado entre los mismos alumnos y generar un espacio para que se conozcan y trabajen en conjunto, ya que durante la carrera no hay muchas materias comunes a los tres profesorados.

El taller permitió a los alumnos conocer trabajos de investigación que se vienen realizando en la UNCo, en el campo de la microgravedad.

El abordaje del contexto histórico en que se va desarrollando la ciencia, permitió comprender la evolución en la forma de describir un fenómeno físico; el carácter histórico-social cambiante y transformador de los procesos de producción del conocimiento y encontrar la relación entre el desarrollo de los conceptos físicos y sus aplicaciones tecnológicas.

Pero más importante que el resumen es compartir algunas reflexiones, en primer lugar de los gestores de la propuesta:

“Creo que es altamente recomendable que se puedan realizar este tipo de dinámicas durante toda la carrera, en un primer momento como estudiantes participantes para luego poder elaborar sus propias propuestas de trabajo. Creo que constituye una de las pocas oportunidades que tenemos los estudiantes de profesorado para experimentar y ponernos en el rol docente.

Creo que este tipo de metodologías brindan la posibilidad de intercambio mutuo y crecimiento personal. El hecho de que este espacio sea tan dinámico, pone al estudiante en un rol muy activo, sacándolo de la tradicional clase expositiva.

Pensaba que el trabajo científico era un poco más lineal, y más objetivo; creo que esta idea está vinculada a que el contenido formal que se aprende a nivel universitario es más bien disciplinar sin tener en cuenta el enfoque histórico y mucho menos se estudia quién hizo un determinado aporte o a partir de qué momento se introduce un concepto nuevo y aún hoy en nuestros días lo empleamos sin saber cuál es su origen.

También pude comprobar que el conocimiento es resultado de una construcción socio-histórica y que está elaborado por personas que poseen sus propios marcos conceptuales, de allí que carezca de objetividad.” (Laura A.)

“Como experiencia personal creo que este taller fue muy enriquecedor. No solamente nos vimos en la necesidad de elaborar una clase tradicional, buscando el material teórico, seleccionando ejercicios, etc. Además tuvimos que ocuparnos de una infinidad de detalles como: la promoción del taller, los espacios físicos, el equipamiento de laboratorio, las fuentes para las evaluaciones, etc., sin mencionar que previo a encarar la planificación del taller propiamente dicho, debimos leer bibliografía específica, para entender en qué consistía la propuesta y cuál debía ser nuestra metodología de trabajo.

En mi caso es la primera vez que trabajo en un grupo, y creo que resultó muy satisfactoria. Pude experimentar el trabajo en grupo donde hubo cooperación e interacción mutua, con el fin de alcanzar un objetivo común. Fue necesario no sólo atender a las necesidades y capacidades de los alumnos, sino también las nuestras.

Es por eso que cada uno se ocupó de la parte del taller más cercana a sus intereses, capacidades, y principalmente a su propia experiencia previa. Si bien cada encuentro fue planeado por uno de nosotros, también fueron llevados a la discusión e intercambio grupal, donde se realizaban cambios y ajustes de acuerdo al avance del taller, y las necesidades que surgían sobre la marcha. Esto me permitirá en adelante ser parte de un grupo de investigación o un grupo interdisciplinar de docentes en la escuela. También me capacitó como docente para llevar adelante una dinámica de clase más participativa y donde se logren aprendizajes significativos.

Actividades como esta son poco usuales pero necesarias, si queremos evolucionar hacia una educación más significativa. Que tenga en cuenta las necesidades e intereses de los alumnos, y les dé una visión más amplia de la ciencia que la disciplinar.” (Carmen F.)

“Considero al enfoque histórico de los temas de ciencia, más allá de las breves notas al pie que se le suelen dedicar en los libros técnicos, contando las cosas tal como fueron, con equivocaciones, idas y vueltas y también posicionándonos dentro del pensamiento de la época y no juzgándolo desde la actualidad, crucial para la formación de profesores y científicos, y lamentablemente no hay mucho espacio para ello en las carreras. Es bueno que hayamos podido aportar algo en ese sentido a la formación de los participantes.

La modalidad de Taller, la relación numérica docentes-alumnos y la motivación de los alumnos al tener un espacio de encuentro con gente de sus mismas carreras e intereses hicieron de esta experiencia lo que considero el ideal del proceso de enseñanza-aprendizaje. La flexibilidad que permite creó momentos muy interesantes en que se discutieron problemas y dudas más allá de lo planificado, y los alumnos no tuvieron problema en quedarse hasta más tarde haciéndolo.

Esos momentos son lo que hacen la práctica más divertida para mí como docente, y también las actividades más abiertas como el trabajo de laboratorio abierto y las preguntas abiertas a discusión. En esa línea esperaba con gran ansiedad poder dedicar tiempo a jugar con el juego Kerbal Space Program, pues sería abierto y divertido y, al mismo tiempo, una experiencia extremadamente motivadora para introducir a los alumnos a la mecánica orbital, los viajes espaciales y la ciencia de los cohetes, que es matemáticamente compleja pero el juego la vuelve muy gratificante. Lamentablemente no tuvimos tiempo para hacerlo y espero en el futuro llevar a cabo algún tipo de taller que bien podría estar enteramente basado en el juego y toda la ciencia subyacente. También me gustaría hacer otra experiencia similar con el tema del proyecto Apollo y la llegada del hombre a la Luna. Ambas ideas fueron posibles temas del Taller.” (Federico B.)

Los destinatarios de la propuesta también hicieron sus aportes:

“La propuesta me resultó muy útil porque nos dió la posibilidad de preparar una clase y presentarla; nos ayudó a adquirir herramientas tanto a nivel académico como personal; nos sentimos apoyados y acompañados en todas las etapas; fue muy entretenido; trató aspectos interesantes y apasionantes; habló del lado histórico de los aspectos físicos.”

“Vimos la parte histórica, que nunca te imaginas. Es bueno ver cómo se llegó a las leyes y no tomarlo como dogma” (Yobrán, estudiante de profesorado de matemática)

“Aprendí un montón, me costó, no fue fácil. Me gustó ver las cosas aplicadas.”

En cuanto a la charla del Ing Lassig : *“no sabíamos que existían estas cosas en la universidad ”* (Federico, estudiante de profesorado de Física)

“Es la primera materia en que se aplica matemática, generalmente volamos en espacios raros y no la aplicamos” (Jazmín, estudiante de profesorado de matemática)

“Me gustó mucho la temática, no la dinámica porque estudio Ingeniería. El clima de trabajo fue muy bueno.” (Hernán, estudiante de Ingeniería)

VIII) BIBLIOGRAFÍA

ADURIZ-BRAVO, A. (2005). Una introducción a la naturaleza de la ciencia: La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.

MOREIRA, M., SILVEIRA, F., AXT, R. (1991). Instrumentos para la detección de concepciones alternativas en Física. Conferencia Iberoamericana sobre Educación en Física. Editado por C.L. Ladera.

HALLOUN, HAKE, MOSCA, HESTENES (s.f.). Force Concept Inventory. En <http://modeling.asu.edu/R%26E/Research.html>. EE. UU.: Department of Physics, Arizona State University.

ZABALZA, M. (2005). Competencias docentes del profesorado universitario- Calidad y desarrollo profesional. 2º Edición. Madrid: Narcea.

PASEL, S., ASBORNO, S. (s.f.). Aula-Taller. 5ta edición. Buenos Aires: Aique.

BOIDO, G. (1998). Noticias del planeta Tierra: Galileo Galilei y la revolución científica. A-Z Editora.

COHEN, B. (1977). El nacimiento de una nueva física. Buenos Aires: EUDEBA.

GAMOW, G. (1976). Gravedad. Buenos Aires: EUDEBA.

PERELMAN, Y. (1913). Física recreativa, tomos I y II. (s. e.)

LÉVI-LEBLOND, J. (ed. 2003) La física en preguntas – tomo I: mecánica. España: Alianza Editorial.

INGARD, U. K., KREAUSHAAR, W. L., (1972). Introducción al Estudio de la Mecánica, Materia y Ondas. Reverte.

SIMMONS, G. F., ROBERTSON, J. S. (1993). Ecuaciones diferenciales: con aplicaciones y notas históricas. McGraw-Hill Interamericana.

SERWAY, R., JEWETT, J. (2004). Física: texto basado en cálculo (3ª ed.) México: Thomson.

SERWAY, R., JEWETT, J. (2008). Física para ciencias e ingeniería (7ª ed.) México: Cengage Learning.

REESE, R. L. (2002). Física Universitaria (3ª ed.) EE.UU.: Ed. Thomson International.

FRANCO GARCIA, A., (2011). "Curso Interactivo de Física en Internet", en <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/>. Universidad del País Vasco.

MARION, J. B., THORNTON, S. T. (2003). Ocean Tides (sec. 5-5) y Central-force motion (cap. 8) en Classical dynamics of particles and systems. EE.UU.: Thomson.

CHATTER, E.P., EBERHARDT, B. (2009). Orbital mechanics. En space.au.af.mil/au-18-2009/au-18_chap06.pdf. EE.UU.: USAF.

PELAEZ ALVAREZ, J. (2013). Apuntes de Mecánica Orbital: problema de dos cuerpos, en server.faiia.upm.es/moda/curso1213/ORBITAL2.pdf. España: Universidad Politécnica de Madrid.

PROVOST,, J. P., BRASCO, C. (2008) A simple derivation of Kepler's laws without solving differential equations. en <http://arxiv.org/abs/0812.2755>. Francia: Université de Nice-Sophia Antipolis, Observatoire de Paris.

WOODS, W. D. (2011). How Apollo flew to the Moon. EE.UU.: Springer.

BERGERO, F., (2013). Simulador del proyectil de Newton JS. En <https://mega.co.nz/#!yQhBGASZ!E8Hdhp9osmn0WjaVIOJ8QUBI7ux6F0PHsAffOEAgBq!>

SQUAD, Inc. (2014). "Kerbal Space Program". En <https://kerbalspaceprogram.com/> . México.

Space flight: the application of orbital mechanics (video) (1989), en <http://youtu.be/Am7EwmxBaw8>. EE.UU.: NASA, Naval Space Command. Subtítulos disponibles en

https://mega.co.nz/#!vc5CmDCI!lz687SeExCEc76bNg7OC_MKx2-7kt1Bff2fWLPY_Aes.

HANKS, T., FRANKEL, D., BORK, E. y otros (director, escritor, productor) (1998). From the Earth to the Moon (miniserie). EE.UU.: HBO.