



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



TITULO: El Museo de Física como vínculo entre extensión y docencia formal

EJE: Mesa de Trabajo 2. Incorporación curricular de la extensión.

AUTORES: María Cecilia von Reichenbach; María Florencia Cabana; Paula Elena Bergero

REFERENCIA INSTITUCIONAL: Universidad Nacional de La Plata - CONICET

CONTACTOS: cecilia@fisica.unlp.edu.ar, cabanamf@gmail.com, paula1625@gmail.com

RESUMEN

La necesidad de comunicar conceptos de física a un público general de origen muy diverso obliga a elaborar habilidades de comunicación basadas en el lenguaje en común con el visitante, en seguir el diálogo hacia donde el interés del grupo quiere llevarlo, a acotar el tiempo de clase a las distintas necesidades, a apelar al humor para favorecer el acercamiento, a desarrollar tácticas para volver a captar el interés, para generar momentos con diferentes niveles de atención y para cambiar el clima de trabajo, estrategias que constituyen alternativas interesantes frente a las clases tradicionales. Muchas de estas habilidades, desarrolladas en la tarea de extensión, pueden ser aplicadas con éxito en la docencia formal, a la vez que ésta nutre y enriquece la tarea extensionista.

Se presentan en esta comunicación algunos de los productos del vínculo entre docencia y extensión universitaria en temas de física. En particular, se enfatizan aquellos aspectos de la labor extensionista realizada en el Museo de Física de la Universidad Nacional de La Plata que han sido de provecho en cursos secundarios y universitarios. Se destaca como aporte de la actividad extensionista una mirada de la física diferente de la habitual en el curriculum tradicional, posicionado a la ciencia como una actividad humana en desarrollo y a la alfabetización científica¹ como parte de la cultura, proponiendo una fuerte impronta experimental y el énfasis en la explicación de fenómenos naturales más que en contenidos o conceptos. Se destacan también las interacciones recíprocas entre la física y la tecnología, mencionando el rol que las tecnologías cumplen en la actividad científica, el

¹ La alfabetización científica busca formar sujetos libres para expresarse, actuar y transformar la sociedad. El objetivo es brindar herramientas sobre ciencia que les permitan comprender su relación con la cultura y la sociedad y tomar decisiones ciudadanas responsables en cuanto a la tecnología y el ambiente.



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



impacto en el mejoramiento en la calidad de vida y también los efectos no deseados como los relacionados con el medio ambiente, los usos bélicos, los problemas energéticos, etc.

INTRODUCCIÓN

El enriquecimiento de la práctica docente que se puede lograr a partir del trabajo de extensión en un museo universitario se apoya en la diversidad de público y actividades. Estas incluyen entre otras la participación en el diseño y montaje de exhibiciones y de material didáctico, el estudio de instrumentos patrimoniales de demostración y la construcción de nuevos prototipos, la participación en ferias, jornadas, congresos y talleres de formación docente, el diseño y la realización de actividades de demostración. Estas últimas, en el caso del Museo de Física, consisten en experiencias de física para público general y clases no formales para grupos de jóvenes de distintas edades, desde encuentros para niños de cinco años hasta clases de perfeccionamiento para profesores. La preparación de los docentes que se inician en esta modalidad de trabajo tan particular incluye la introducción en la singularidad de clases basadas en la demostración de experiencias, el énfasis en los vínculos de la física con hechos de la vida cotidiana y la naturaleza, prescindiendo de la formulación matemática de los modelos, acudiendo a la historia de la ciencia y la tecnología, los conflictos del desarrollo tecnológico con los problemas del medio ambiente y la sociedad, entre otros aspectos. Otro hecho destacable es la planificación de las clases en función de temas de interés que abarcan diversos temas de la física, más que en contenidos disciplinares. Esta particular manera de abordar los temas de física, que ha probado ser exitosa en las clases en el Museo, es posible de ser extrapolada y adaptada para cursos de física de nivel secundario y universitario de grado y posgrado. En esta comunicación comentamos los resultados de esta adaptación, que está en proceso, pero que ha mostrado un carácter innovador que parece apuntar a mejorar la calidad de la enseñanza de las físicas generales, buscando aportar al cambio en la visión generalmente negativa de las ciencias.

Son muchas las herramientas adquiridas en la educación no formal. Algunas de ellas son la posibilidad y la experiencia de cortar con la tradición educativa heredada, el manejo fluido de la fenomenología y la presentación de los distintos temas de física básica a partir de la observación y análisis grupal de demostraciones experimentales; la posibilidad de trabajo en equipo frente al trabajo docente, que en general es individual. Además, dada la



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



diversidad de objetivos existe mayor libertad para ensayar nuevas propuestas, ya que aunque falle la innovación, se habrán logrado otras metas. Otros instrumentos disponibles es la diversidad de estrategias (talleres para trabajo en grupos, juegos, simulacros de congresos, shows, exposiciones, etc.) y una total libertad temática, que permite elegir temas transversales que articulan varios capítulos de la física básica (como la energía) o partir de un problema de interés ciudadano para abordar temas de física (como el tratamiento de la termodinámica a través del funcionamiento de las cocinas solares). Otra herramienta importante es el conocimiento vivencial de las ideas propias de distintos públicos en cuanto a edades y cuestiones culturales, sumado a un conocimiento directo de los preconceptos disciplinares. Consideramos que la diversidad y utilidad de estas herramientas justifican la recomendación de la inclusión de actividades de extensión de este tipo en la formación docente.

Por otra parte, el aporte de la educación formal, en este caso universitaria, es de vital importancia para lograr que la oferta educativa ofrecida desde el Museo sea del más alto nivel, ya que los docentes que dirigen las clases cumplen el requisito de haber aprobado las materias de física general. Esto garantiza que serán capaces de abordar la respuesta a las preguntas de los visitantes con un sólido respaldo de conocimientos de física, y que los visitantes no escucharán un guión aprendido de memoria, sino una clase que se va adaptando a sus preguntas e intereses. Por otra parte la pertenencia del Museo al ámbito universitario favorece el contacto directo de los docentes con los investigadores generadores del conocimiento o por lo menos colegas de los protagonistas de los desarrollos, lo cual facilita la concreción de visitas a laboratorios, charlas con especialistas, y la obtención de información de primeras fuentes.

RESUMEN DE LAS EXPERIENCIAS REALIZADAS

En colegios secundarios

La enseñanza secundaria propone al docente numerosos desafíos tales como responder las inquietudes de los estudiantes y explicar fenómenos cotidianos (que en general son distintos a las del profesorado y resultan muy originales por pertenecer a generaciones diferentes), lograr la motivación para el aprendizaje de esta disciplina logrando una visión positiva respecto de la Ciencia, dar herramientas para la toma de decisiones ciudadanas, para distinguir discursos científicos y para la comprensión de la naturaleza



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



social de la ciencia y su interrelación con la tecnología, el ambiente y la comunidad. También existe el desafío de relacionar diversas áreas de conocimiento, ya que las inquietudes de los estudiantes no están divididas por materias o ciencias y, además resulta imprescindible que en la formación se viva el trabajo interdisciplinario de la ciencia y tecnología actuales.

Al encarar estos retos, el docente se encuentra con el inconveniente de que la formación académica tradicional obtenida en la universidad no alcanza para encararlos a todos exitosamente. Se necesitan nuevas herramientas para innovar, romper con la tradición educativa en la que se estuvo inmerso durante años y proponer un proyecto actualizado. Por otro lado, la educación secundaria está cambiando: tiene nuevos objetivos centrados en la preparación de los estudiantes, pensados como sujetos sociales, para el mundo del trabajo y en la necesidad de alfabetizar científicamente. Estos cambios se evidencian en los diseños curriculares que obligan al docente a diseñar proyectos completamente nuevos no sólo en cuanto a sus estrategias sino también en los contenidos (disciplinares y extradisciplinares).

El trabajo en extensión universitaria entrena al docente y le brinda herramientas de gran utilidad para enfrentar estos desafíos, tales como la de adaptar el lenguaje discursivo y gráfico sin distorsionar el mensaje ni perder claridad conceptual, diseñar y construir instrumentos para la realización de experiencias con alto valor didáctico, planificar actividades diversas (talleres, debates, ferias, etc.), relacionar disciplinas, seleccionar los contenidos más trascendentes y significativos, dar espacio a las propuestas e inquietudes de los estudiantes, diseñar material didáctico como apuntes, trabajos de investigación, prácticos, laboratorios, etc. Por otro lado, el enriquecimiento por el contacto permanente con docentes universitarios, investigadores e ingenieros permite al docente tener una visión más completa de la ciencia actual y una formación permanente. Otro aspecto a destacar es el diálogo y la retroalimentación entre todos los actores de la extensión (tanto universitarios como no universitarios) que, siendo un pilar fundamental por la naturaleza misma de la extensión, es además una gran fuente de información y formación para el docente.

Aunque no se ha realizado una investigación objetiva, ya se están observando cambios subjetivos en el aula. El docente que cuenta con estas herramientas puede lograr un mayor interés y participación por parte del alumnado. Los estudiantes movilizados realizan más acciones favoreciendo la construcción de sus propios conocimientos, dado que le resultan significativos. Por otro lado, al incorporar una diversidad de actividades y contenidos se incluye a los estudiantes según sus propios intereses y habilidades, y de esta



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



manera se logra que los que dicen “no sirvo para la ciencias” encuentren en las clases de Física un lugar para el arte, las manualidades, la historia, el deporte, la filosofía, etc. Como consecuencia hay una menor cantidad de estudiantes que adeudan la materia, y a largo plazo esperamos, menos adultos con una visión negativa hacia la Ciencia.

Por otro lado, la formación en el Museo permitió que uno de los docentes pudiera llevar adelante la materia semestral “Física de lo imposible”, creada como materia optativa en el Colegio Nacional Rafael Hernández de la UNLP. En este curso se analizan escenas de películas, libros y dichos populares que involucran fenómenos naturales o artificiales que parecen desafiar –o desafían- las leyes de la física. Los casos abordados surgieron de experiencias previamente tratadas en el Museo en algunos casos, y en otros sirvieron para crear nuevas experiencias.

En un curso de formación docente

El Museo siempre ha recibido inquietudes y consultas de docentes visitantes de los diversos niveles educativos, motivados por la necesidad de contar con nuevos espacios de formación y actualización. Pero este año se concretó el primer curso destinado a docentes de Física de Escuelas Agrarias y Técnicas convocado por la Dirección Provincial de Educación Técnico Profesional, con tan buenos resultados que próximamente se comenzará la segunda edición.

En esta oportunidad, los profesores conocieron una gran variedad de instrumentos desarrollados en el Museo que permiten analizar y comprender fenómenos físicos. Dichos instrumentos son fabricados con materiales accesibles y de bajo costo, de sencilla construcción y puesta en marcha. Además son instrumentos muy versátiles y de diseño didáctico para favorecer el aprendizaje no sólo de conceptos o leyes de la Física sino también de otros contenidos necesarios para el abordaje de la Ciencia pero que muchas veces son olvidados o no valorizados de manera suficiente.

En el Museo se comienzan a construir este tipo de dispositivos por la necesidad de reemplazar algunos instrumentos patrimoniales que podían verse irreversiblemente dañados en su uso. Pero en el intercambio entre los estudiantes y docentes visitantes encontramos que son una herramienta más que útil en las escuelas.

En primer lugar, estos instrumentos responden a un gran inconveniente que plantea la mayoría de los docentes que, a pesar de reconocer el valor didáctico de las experiencias y trabajos de laboratorio, no frecuentan este tipo de actividades. Las razones manifestadas



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



son muchas: la falta de laboratorio o laboratorio inaccesible, desconocimiento de los materiales existentes, manuales en otros idiomas, falta de tiempo, laboratorios convertidos en aula por falta de espacio, mala conducta de los estudiantes en ese ámbito, etc.

Al utilizar los dispositivos propuestos en el curso se resuelven varios de estos inconvenientes ya que el docente conoce, tiene acceso y confía en lo que él mismo construye pudiendo realizar experiencias exitosas. Además, son actividades que pueden llevarse a cabo en el aula, sin necesidad de trasladarse al laboratorio pudiendo ser trabajados en pequeños grupos o con el grupo entero orientado por el docente. Por supuesto que los instrumentos pueden ser construidos por los mismos alumnos desarrollando así otras habilidades (generalmente olvidadas en los diseños curriculares) y promoviendo el interés y la motivación.

Por otro lado, estos instrumentos permiten complementar la formación de contenidos disciplinares (fenómenos, conceptos y procedimientos) con otros contenidos que resultan transversales a la materia y fundamentales para la comprensión de la Física como Ciencia, y su relación con la tecnología, el ambiente, y la sociedad de la que es parte. Así es como se pueden abordar de forma concreta cuestiones metodológicas, el rol de la experimentación y medición, la relación con la vida cotidiana, las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y medio ambiente (CTSA), el lenguaje, la conexión con otras asignaturas o campos (música, medicina, astronomía) y también con oficios, el aspecto afectivo, la evocación de la historia como forma de humanizar la disciplina (eligiendo los ejemplos que más “acerquen” a los alumnos y no aquellos que muestran a los científicos como seres extraños o excepcionales) y las cuestiones de género (ciencia como quehacer de hombres y mujeres, con iguales posibilidades).

Por último se destaca la posibilidad y necesidad de utilizar estos dispositivos también en la evaluación, ya que es esencial que la misma sea coherente con la metodología de enseñanza elegida y que valore por igual todos los aspectos trabajados en el aula.

En cursos universitarios

Si bien es un ámbito de tradiciones más fuertemente arraigadas, también en los cursos universitarios pueden encontrarse ventajas en la aplicación de las herramientas mencionadas, surgidas del trabajo en extensión. Sobre todo en los cursos de física para alumnos de otras carreras, en las que el interés personal no está en absoluto puesto en la



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



fenomenología abordada por esta disciplina, sino que en muchos casos se trata de una materia “filtro” que los alumnos más esforzados estudian como si se tratara de hechos ajenos a su cotidianeidad y a la naturaleza. El acentuado formalismo y un apoyo exacerbado en la formulación matemática de los modelos suele alejar al alumno de la relación entre lo que estudia y la fenomenología, que muchas veces es escasa o inexistente.

Física II CIBEX

La primera innovación se propuso en la cátedra de Física II (curso de grado de electricidad y magnetismo) para alumnos de las carreras de las licenciaturas en química, bioquímica, farmacia, óptica y biotecnología. Si bien la relación docente alumno no permitió una interacción personal óptima, pudieron incorporarse las siguientes herramientas: la introducción de los temas a través de la fenomenología, desarrollo de demostraciones en las que los alumnos participan como observadores activos (proponiendo hipótesis, preguntas, nuevos experimentos, etc.); la mención sistemática de la historia de los desarrollos en física, con mención a las motivaciones no sólo intelectuales sino también de competencia personal, económicas, bélicas, industriales, etc.-buscando siempre presentar a la ciencia como una actividad humana en permanente desarrollo-; la relación entre ciencia y tecnología y las formas en que ambas se potencian; las aplicaciones de los temas de física a los temas de interés de los alumnos (biología, química, etc.), entre otras.

Aunque no hay análisis cuantitativos realizados sobre los resultados obtenidos, puede inferirse la aceptación de esta modalidad por parte de los alumnos pues, de todos los cursos simultáneos de esta asignatura, ésta ha sido la más elegida por ellos. Por otra parte, las encuestas obligatorias realizadas por la Facultad a los alumnos han manifestado muy buenos resultados en cuanto a la claridad para transmitir conocimientos, el estímulo por la asignatura y la actitud comprometida con el rol docente.

Física I y II

Una experiencia que está en proceso todavía es la realizada en las materias de Física I y II de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. En este caso se trata de una modalidad en período de prueba, que surgió con motivo de una necesidad manifestada por los estudiantes de los profesorados de Matemática, Química y Ciencias Biológicas de adaptar las materias de manera que les resultaran más apropiadas para su formación. En un trabajo en colaboración entre dicha Facultad y la de Ciencias Exactas se



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



llamó a inscripción para docentes de ambas facultades para integrar una cátedra mixta, a la que luego de una selección accedieron dos docentes del Museo. En esta cátedra se cuenta con total libertad para la incorporación de las herramientas mencionadas anteriormente, más la intención de introducir a los estudiantes tanto en sus tareas específicas de profesorado como en tareas de extensión universitaria.

El desarrollo del curso tiene como particularidad que se alterna el uso de aulas en ambas facultades con visitas al Museo, realización de visitas a laboratorios y charlas con especialistas sobre temas actuales de tecnología en las que se ponen en juego los conocimientos adquiridos en la materia. También se ha desarrollado un taller de experimentación en mecánica, la realización de trabajos en equipo, la presentación en clase de temas y experimentos por parte de los alumnos, y la participación de algunos de ellos en un actividad de extensión (atención al público en las demostraciones sobre pilas y medio ambiente en el stand de la Red de Museos de la UNLP en la Expouniversidad 2011), entre otras actividades. Esto responde a que, a los contenidos tradicionales se suman explícitamente contenidos transversales como nociones epistemológicas (características de los conceptos científicos, hipótesis, leyes, teorías y modelos), contenidos metodológicos (modelización, sistemas de referencias y coordenadas, medidas, errores y sistema de unidades, herramientas de medición y experimentación) y contenidos didácticos específicos (CTSA y alfabetización científica). Por ésta misma razón, y sumando el hecho de que es una materia por promoción sin examen final, los trabajos propuestos a los estudiantes son teóricos-prácticos e incluyen situaciones problemáticas para modelizar y resolver, problemas de índole conceptual, análisis de situaciones de la vida cotidiana, relacionadas con la tecnología y de relevancia sociocultural, problemas que pongan en juego las concepciones alternativas y las visiones epistemológicas, y el enunciado, la descripción y la explicación de leyes y principios.

En cuanto a la experimentación, realizada tanto a través de instrumental de laboratorio, con prototipos especialmente contruidos y de objetos de uso cotidiano, se lleva a cabo a través de demostraciones guiadas por el profesor, y también por la experimentación libre por parte de los alumnos. En la selección de los dispositivos a utilizar en estas actividades se consideran los siguientes criterios:

- Uso didáctico (“qué enseñar”): es el concepto o fenómeno o procedimiento factible de ser enseñado con el objeto. Puede ser disciplinar (por ejemplo: momento angular, medición, transformación de energía) o un contenido transversal (relación CTSA, relación con la



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



matemática, lenguaje en ciencia, etc.). Hay instrumentos, en especial los dispositivos caseros, con más de un uso y muy versátiles.

- Función didáctica (“para qué momento del proceso”): se refiere al rol que tiene la demostración o experimentación en el proceso de aprendizaje (disparar/motivar, sorprender, cambiar el clima de la clase, socializar ideas previas, cerrar, evaluar, integrar, profundizar, conectar con lo cotidiano).

Como nota especial debemos acotar que en cada actividad explicitamos a los alumnos –futuros docentes- las razones y motivaciones de cada una, y de la evaluación de las actividades como forma de auto regular la práctica docente. Como resultados provisionarios notamos que hubo menor deserción que en años anteriores y una participación más activa, lo que a la vez hace más atractiva la labor de los docentes.

RESULTADOS

Como se ha mostrado a través de ejemplos concretos, aplicando las herramientas adquiridas en la enseñanza no formal en otras áreas de la educación pueden obtenerse resultados positivos, entre los que mencionamos los siguientes:

Se logra aumentar el interés por la asignatura y la participación en clase, disminuyendo la deserción. Se estimula una visión más completa y menos ingenua del quehacer científico que incluye diversos actores sociales vinculados con el ambiente y la tecnología, aportando más a la alfabetización científica que en los cursos tradicionales. Además, los contenidos metodológicos abordados facilitan el aprendizaje de otras áreas afines y el análisis de situaciones problemáticas nuevas.

Desde el punto de vista del docente, la tarea cotidiana se hace más estimulante, exigiendo y fomentando el intercambio con otros colegas y especialistas, y cambiando el trabajo solitario por un trabajo en equipo.

Por otro lado, los docentes que participaron de estas experiencias han modificado sus prácticas educativas en forma integral, en el sentido que su nuevo perfil docente se refleja en otros ámbitos. Entre ellas, la presentación en clases de oposición para aspirar a cargos en la universidad. En los últimos concursos docentes las clases de oposición y las propuestas de clase presentadas por docentes del Museo han obtenido el máximo puntaje, tanto en concursos y registros de aspirantes de la Facultad de Ciencias Exactas como en la de Humanidades y Ciencias de la Educación.



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



Todo lo expuesto parece mostrar que en el intercambio entre estas tareas de extensión en educación y el trabajo en educación formal puede existir un fructífero beneficio mutuo. Los resultados que se buscan en todas estas acciones son a muy largo plazo, por lo que obtener datos cuantificables inmediatos es muy difícil, por lo que haría falta que este vínculo sea analizado por especialistas en educación que lo aborden como tema de investigación, evaluando y ponderando estos supuestos cambios, que los actores tal vez no podamos percibir objetivamente.

BIBLIOGRAFÍA

Alderoqui, Silvia S. "Museos y escuelas: socios para educar" Buenos Aires, Paidós, 1994.

Domínguez, María Alejandra y Stipcich, María Silvia. "Buscando indicadores de la negociación de significados en clases de Ciencias Naturales". Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol.8 N° 2 (2009).

Esteban Santos, Soledad. "La perspectiva histórica de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias". Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 2 N°3 (2003)

Gil Pérez, Daniel – Macedo, Beatriz - Martínez Torregrosa, Joaquín – Sifredo, Carlos - Valdés, Pablo y Vilches, Amparo. "¿Cómo promover el interés de una cultura científica?" Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe OREALC/UNESCO – Santiago - Chile. Enero 2005.

Sabariego del Castillo, José María y Manzanares Gavilán, Mercedes. "Alfabetización científica". Congreso iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I. Palacio de la Minería, México, Junio 2006.



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



ANEXO

Propuesta de clase

Física 1 para profesorado en Química, Matemática y Ciencias Biológicas

Momento de Inercia y Cantidad de Movimiento Angular

Prof. María Florencia Cabana

Considerando el programa vigente, esta clase se enmarca en el *Bloque 2 del Tema 1* (Mecánica). Eso significa que ya se habrán trabajado los siguientes contenidos necesarios para el desarrollo de esta propuesta: cinemática lineal y de rotación, movimiento circular, leyes de Newton, modelo de partícula, cantidad de movimiento lineal y conservación del mismo, dinámica de rotación, trabajo y energía. Además se estarán desarrollando conceptos relacionados a sistema de partículas, momento de una fuerza y segunda condición de equilibrio.

En esta clase se propone profundizar y ampliar estos últimos temas y comenzar a construir la idea de momento de inercia, cantidad de movimiento angular, conservación del mismo y comparación entre el movimiento lineal y el angular.

Por otro lado, se pretende hacer una propuesta que integre teoría y práctica en concordancia con los objetivos de la cátedra. Por eso se considera una clase de cuatro horas de duración donde se incluyen explicaciones y desarrollos teóricos.

Actividad 1:

En esta primera actividad se propone la exploración de dos situaciones problemáticas experimentales con el objetivo de socializar concepciones alternativas y disparar ideas que abran camino a las concepciones científicas.

Los estudiantes encontrarán parámetros relevantes llevando a cabo una serie de experiencias, que ellos mismos diseñarán según sus necesidades. Para ello deberán generar hipótesis, observar, analizar resultados y socializar los pasos realizados y las conclusiones a las que arribaron.



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



De esta manera se logra motivar el aprendizaje de estos temas logrando una actitud reflexiva que transforma al estudiante en protagonista. El rol del docente, en las primeras etapas de la actividad, es el de guía que sugiere y estimula la argumentación.

Por otro lado, esta actividad permite trabajar de forma concreta y significativa algunos de los contenidos extra-conceptuales planteados por la cátedra.

Contenidos

- *Conceptuales:* momento de inercia, velocidad angular, cantidad de movimiento angular, conservación del mismo.
- *Extra-conceptuales:* modelo de partícula y modelo de sistema de partículas, características de los conceptos y leyes en Física y metodología científica (rol de la observación, formulación de hipótesis y experimentación).

Desarrollo

Primera etapa

Se organiza la clase en dos grupos y se le presenta a cada uno una situación problemática a resolver utilizando instrumentos de demostración. Los grupos deberán ser los más heterogéneos posible, mezclando estudiantes de distintas carreras, géneros, edades, etc.

Grupo 1:

- Se hace entrega de los siguientes elementos: plano inclinado (con posibilidad de variar la inclinación), cilindro hueco y cilindro macizo de igual masa.
- Se plantea una situación problemática: Si coloco estos dos cilindros en la parte superior del plano inclinado y los dejo caer desde el reposo, a la misma altura y en el mismo instante, ¿llegan a la parte inferior del plano juntos o alguno de ellos se adelanta?
- El grupo deberá describir con justificación lo que supone que sucederá. Luego de realizar la experiencia y, en base a lo observado, deberán diseñar y llevar a cabo nuevas experiencias para explicar y justificar lo observado. De ser necesario, también deberán elaborar nuevas hipótesis.
- El grupo deberá detallar por escrito los pasos realizados.



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



Observación: Se debe tener preparado (aunque no a la vista para evitar inducir experiencias) un dinamómetro o balanza y cilindros huecos con tapa ya que son elementos que probablemente ellos soliciten para trabajar.

Grupo 2:

Se hace entrega de los siguientes elementos: banco giratorio y dos mancuernas.

Se plantea una situación problemática: se parte de observar a una persona sentada en el banco con las mancuernas cerca del pecho y girando. Luego, dicha persona aleja las mancuernas abriendo los brazos.

El grupo deberá describir lo observado y diseñar y llevar a cabo nuevas experiencias para explicar y justificar lo observado. Para esto será necesario la elaboración de hipótesis.

El grupo deberá detallar por escrito los pasos realizados.

Se prevé (sostenido en la gran cantidad de veces que se realizó esta actividad en el Museo de Física con estudiantes de diversos niveles y condiciones) que llegarán a la conclusión de que la distribución de la masa es una variable importante cuando existen rotaciones y que está relacionada con la velocidad angular.

Observación: si el grupo es muy numeroso se puede dividir en cuatro. Dos grupos trabajarían con banquitos y dos con planos inclinados. También se puede proponer más variedad de experiencias relacionadas con el tema.

Segunda etapa

Cada grupo presenta a los demás y en forma oral, la serie de actividades realizadas y las conclusiones a las que arribaron.

Esta oportunidad es ideal para analizar la metodología científica. Tomando como ejemplo las actividades que ellos mismos realizaron u omitieron podemos hacer un análisis crítico del famoso “método científico” como guía de pasos infalibles y objetivos que todo científico debe seguir. Así es como procedemos a analizar el rol que las observaciones, hipótesis y experimentación tuvieron en cada uno de los grupos.

Por ejemplo, el Grupo 1 comenzó a trabajar en base a una predicción, en cambio el Grupo 2 lo hizo a partir de una observación. Es decir que ni siquiera el punto de partida de una investigación debe ser siempre el mismo, aunque en ambos casos se necesitaron



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



hipótesis como guía para resolver la problemática. Esas hipótesis a veces fueron explícitas y otras no, probablemente nadie fijó su atención en el color de los cilindros o de las mancuernas por presuponer que era una variable insignificante. Entonces, no sólo la experimentación estuvo guiada por una hipótesis sino también la observación.

Además, la manera de generar hipótesis y diseñar experiencias para contrastarlas seguramente haya variado ya que alguno habrá recurrido a la intuición, otros a la generalización, a la analogía, etc.

Otro punto importante a destacar es la necesidad de un lenguaje compartido. Probablemente tendrán dificultades para elegir las palabras adecuadas al hablar y lograr entenderse con sus compañeros. A esta altura, también se puede hacer una valoración sobre la importancia del dialogo dentro de la comunidad científica notando que los problemas de los dos grupos eran similares y que la respuesta de uno podría ser de beneficio para el otro.

De esta manera se pueden seguir destacando aspectos esenciales de la metodología científica a partir de la presentación de los grupos.

Tercer etapa

En este momento de la actividad se prevé la actuación de la Profesora ya que se busca formalizar (si aún no se hizo), o repasar la definición de momento de inercia, la manera de calcularlo en algunos casos concretos (para sistema de partículas y cuerpos rígidos), la velocidad angular y energía cinética de rotación. Partiendo de las conclusiones arribadas en cuanto a la relevancia de la distribución de la masa y los cambios en la velocidad angular, se propone a éstos conceptos como herramientas para describir, explicar y predecir movimientos como los analizados anteriormente.

A continuación se trabaja la idea de momento angular en el caso de rotación de un cuerpo rígido alrededor de un eje fijo relacionándolo con el momento de inercia y la velocidad angular (siempre haciendo referencia a las experiencias realizadas) para luego generalizar la definición. En todos los casos se hará referencia al marco teórico y a las herramientas metodológicas necesarias para resolver situaciones problemáticas.

Por último se presenta la relación entre momento de una fuerza y cantidad de movimiento angular.

Cuarta etapa



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



En esta última etapa de la actividad se les pedirá a los estudiantes que, en sus casas, documenten las conclusiones a las que llegaron y releen el material sobre herramientas metodológicas entregado en las primeras clases².

Actividad 2:

Trabajo teórico-práctico: Cantidad de Movimiento Angular y Momento de Inercia

La cátedra apunta a integrar la teoría con la práctica, por lo cual todas las actividades que se propongan a los estudiantes deben estar en concordancia. Por esta razón se propone que los tradicionales “trabajos prácticos” sean trabajos teórico – prácticos que incluyan ítems que apunten a la indagación, otros a interpretar la información hallada o brindada en clases anteriores y los últimos a resolver situaciones problemáticas numéricas y/o conceptuales.

Las situaciones problemáticas buscan ser lo más contextualizadas posibles utilizando valores cercanos a los reales. A través de ellas se pretende que los estudiantes realicen análisis cualitativos, identifiquen variables relevantes, diferencien conceptos y leyes, traduzcan de una forma simbólica a otra, reconozcan modelos, supuestos, condiciones de validez, describan, expliquen, ejemplifiquen y argumenten.

Como metodología, se propone que los estudiantes resuelvan el trabajo teórico- práctico en grupos, guiados por los docentes y con posibilidad de consulta bibliográfica. Oportunamente se discutirán cuestiones en el grupo completo.

1.

(a) Explica con palabras el significado físico de las siguientes expresiones y determina cuáles corresponden a definiciones y cuáles a leyes.

i.
$$I = \sum m_i \cdot r_i^2$$

ii.
$$E_c = \frac{1}{2} IW^2$$

iii.
$$\bar{L} = \bar{r} \times \bar{p}$$

2

Extractos del trabajo: “El doble cono para enseñar herramientas metodológicas útiles para el aprendizaje de Física”. Autores: Diego Petrucci y Paula Bergero. Presentado en SIEF10 (Décimo Simposio de Investigación en Educación en Física).



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



iv.

$$L = IW$$

v.

$$\sum \bar{T}_{ext} = \frac{d\bar{L}}{dt}$$

(b) ¿Qué diferencia existe entre la tercera y cuarta expresión?

2. La molécula de oxígeno diatómico O_2 puede girar en el plano xy alrededor del eje z que pasa por su centro y es perpendicular a la línea que une sus dos átomos. La masa de cada átomo de oxígeno es $2.66 \cdot 10^{-26} \text{kg}$, y a temperatura ambiente, la separación promedio entre los dos átomos de oxígeno es $1,21 \cdot 10^{-10} \text{m}$.

(a) Realiza un esquema de la molécula.

(b) ¿Se puede considerar a los átomos como masas puntuales? ¿por qué?

(c) Calcula el momento de inercia respecto al eje z .

(d) La velocidad angular típica, respecto del eje z , es de $4.6 \cdot 10^{12} \text{ rad/s}$. Calcula la energía cinética de rotación.

(e) ¿Cuáles respuestas cambiarían si la separación promedio entre los dos átomos de oxígeno aumenta debido a un cambio de temperatura?

3. Al calcular el momento de inercia de un objeto, ¿podemos tratar toda su masa como si estuviera concentrada en el centro de masa del objeto? Justifica.

4. Una plataforma de 20 m de diámetro gira alrededor de un eje vertical dando una vuelta cada 10 segundos. El momento de inercia de la plataforma respecto del eje es de $980 \text{kg} \cdot \text{m}^2$. Un hombre de 80kg, que se encuentra inicialmente de pie en el centro de la plataforma, camina a lo largo de un radio hasta llegar al borde.

(a) Describe lo que observaría una persona parada fuera de la plataforma.

(b) ¿Cómo le explicarías lo que observa?

(c) ¿Cuál es el momento angular inicial del sistema (hombre + plataforma)?

(d) ¿Cuál es el nuevo momento de inercia, una vez que el hombre llega al borde?

(e) ¿Con qué velocidad angular gira en esa situación?



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



5. ¿Qué le dirías a una persona que asegura que una pulsera modifica su momento de inercia?
- (a) Una patinadora gira con sus brazos extendidos. Cuando cierra los brazos y los junta a su cuerpo, indica qué ocurre con:
- su momento de inercia,
 - su momento angular,
 - su velocidad angular.
- (b) Justifica.
6. ¿Bajo qué condiciones se conserva la cantidad de movimiento angular de un sistema? Dar un ejemplo
7. Un disco sólido uniforme y un aro uniforme se colocan uno frente al otro en la parte superior de una pendiente de altura h . Si se sueltan ambos desde el reposo y ruedan sin deslizar:
- (a) ¿Cuál será la velocidad de llegada de cada uno de ellos? ¿y la cantidad de movimiento angular?
- (b) Explicita el sistema de referencia, eje coordenadas y modelo elegido.
- (c) ¿Cuál llegará primero? ¿por qué?
8. ¿Tiene una calesita la misma energía cinética de rotación si gira a razón de 4 rev/m en sentido horario que si lo hace antihorario? ¿Y su cantidad de movimiento angular es la misma en ambos casos?
9. ¿Por qué es más fácil mantener el equilibrio sobre una bicicleta en movimiento que sobre una en reposo?
10. Una partícula se mueve en el plano XY en una trayectoria circular de radio r . Encuentra la magnitud y la dirección de su cantidad de movimiento angular relativo al centro cuando su velocidad es \mathbf{v} , detallando cada paso.



INTEGRACION,
EXTENSION,
DOCENCIA
E INVESTIGACION
PARA LA
INCLUSION
Y COHESION
SOCIAL

22 AL 25
NOVIEMBRE
DE 2011
SANTA FE
ARGENTINA



11. ¿Podrías encontrar alguna relación entre la idea de cantidad de movimiento lineal y cantidad de movimiento angular? Puedes buscar indicios en las definiciones o en las leyes de las que forman parte.

Presupuesto de tiempos

Actividad 1: 1.25 horas		
Primera etapa 30min	Segunda etapa 15min	Tercer etapa 40min
Intervalo de 15min		
Actividad 2: 2.20 horas		

Evaluación

La evaluación de la propuesta se realizará mediante el diálogo continuo con los estudiantes que serán incluidos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Además, en las clases siguientes se podrá presentar un instrumento de demostración que ejemplifique o ponga a prueba lo trabajado.

Por otro lado, se propone utilizar los parciales como instrumentos de medida para el proceso de mejora e innovación de la cátedra, a través de una grilla donde se discriminen los distintos conceptos, procedimientos, contenidos transversales o extra-conceptuales que se pretende construyan los estudiantes.