

**Segundo Simposio sobre Educación General. Santiago, República Dominicana. 27, 28 y 29 de octubre de 2010.**

**Tema: La importancia de la capacitación docente para la educación general/estudios generales.**

Ponencia: El Seminario de Ciencias Físicas para Profesores de Reciente Contratación: Una experiencia exitosa.

Dr. Fernando J. Noriega Castillo.  
Catedrático.

Resumen

Los profesores que ingresan a este Departamento tienen doctorados en Física, Química, Físico-química, Geología, Oceanografía, Biofísica, Astrofísica, Filosofía de la Ciencia y Educación en Ciencia (con Maestría en Ciencias Físicas). Dada tal diversidad profesional fue necesario organizar un seminario de capacitación docente con énfasis en los estudios generales.

El Seminario se reúne tres horas semanales cada semestre. Entre sus propósitos está proveer foros de discusión de temas sobre la naturaleza de la ciencia y participar en actividades concomitantes a su tarea académica. Se discuten artículos y libros de filosofía, sociología e historia de la ciencia y de autores clásicos de las Ciencias Físicas. También hacer actividades formativas en la docencia de cursos de educación general desde las Ciencias Físicas.

El Seminario ofrece talleres para: elaboración de instrumentos de avalúo y evaluación de los estudiantes, búsqueda y discusión de artículos para exámenes, conocimiento y uso de equipo de laboratorio y plataformas electrónicas, y prácticas de lecciones de clase y experimentos.

Los y las coordinadoras del Seminario son docentes del Departamento con vasta experiencia y conocimiento de los estudios generales, los cursos departamentales y la naturaleza de la ciencia. Son también mentores de los profesores participantes.

## Introducción

En esta ponencia se describen las características del Seminario de Ciencias Físicas para Profesores de Reciente Ingreso. Se dan a conocer los propósitos del Seminario, sus objetivos, su metodología y las actividades más importantes que se han realizado a lo largo del tiempo.

El Seminario fue creado en la década del 70 como una respuesta a la necesidad de formar a los docentes del Departamento dentro de la visión de los Estudios Generales. Aunque algunos de sus objetivos se mantienen hasta el presente reformulándolos a partir de las necesidades curriculares, tales necesidades han dado lugar a la incorporación de nuevos objetivos.

A continuación se destacan sus aspectos más importantes.

## Propósitos y objetivos del Seminario

Desde sus inicios en la década de los 70, el Seminario de Profesores de Reciente Ingreso al Departamento de Ciencias Físicas ha tenido como propósito principal formar a los profesores a partir de la visión filosófica de los estudios generales, la cual ha cambiado de matices a través de la historia de la facultad. También tiene como propósito “complementar la formación tradicional (de) los posgrados en Ciencias Naturales, de manera que el nuevo personal docente pueda integrarse exitosamente a la docencia en el (Departamento)”, como dice la doctora Ethel Ríos Orlandi (2010), una de sus coordinadoras.

La orientación y las actividades del Seminario realizadas a través de los años, han tenido como guía la visión, misión y metas de la Facultad de Estudios Generales (a la cual hacen referencia específica los seminarios de la Facultad) y las correspondientes al Departamento de Ciencias Físicas que se basan en aquellas. También se han acomodado a los cambios curriculares del Recinto y de la Facultad, así como a los planes de desarrollo de largo plazo del Sistema UPR, del Recinto de Río Piedras y del Departamento.

Algunos de los objetivos aprobados, que se han utilizado a lo largo del tiempo como guía del Seminario son, por ejemplo, los que menciona la profesora Alma Rodríguez (1998). Tales objetivos se han acomodado o expandido según las necesidades curriculares de la época.

Un listado de los objetivos, es:

- Presentar y discutir características de un curso de Ciencias Físicas en una Facultad de Estudios Generales
- Analizar y discutir la visión, misión, metas y objetivos del Departamento de Ciencias Físicas
- Proveer espacios de reflexión sobre la generación del conocimiento científico mediante la lectura y discusión de artículos de Ciencias Físicas, Filosofía, Sociología e Historia de la Ciencia.
- Discutir, analizar y poner en práctica estrategias que faciliten el logro de la misión, metas y objetivos departamentales
- Compartir experiencias docentes

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
Facultad de Estudios Generales  
Departamento de Ciencias Físicas  
Recinto de Río Piedras

- Discutir y analizar técnicas educativas y medios de evaluación que faciliten los procesos de enseñanza-aprendizaje
- Discutir textos de Filosofía, Sociología e Historia de la Ciencia que permitan incorporar los aspectos epistemológicos e histórico-sociales al contenido científico de los cursos
- Orientar a los profesores sobre políticas institucionales y departamentales, incluyendo procesos de personal
- Facilitar la participación de los profesores en talleres de desarrollo académico, incluyendo los institucionales.

### Metodología del Seminario

Los participantes de Seminario se han reunido una o dos veces por semana por tres horas en horarios cuya programación se acomoda a la planificación general del Departamento. La participación de los profesores no es parte de su carga académica pero sí del compromiso que contraen, a partir de su primera contratación o nombramiento probatorio. La recomendación departamental es que participen del mismo durante el período de nombramiento probatorio que es de cinco años. Sin embargo, por necesidades de docencia o institucionales, es usual que participen sólo durante sus primeros cuatro años.

En los primeros dos años del profesor la discusión se centra en el contenido de los cursos y en las estrategias de enseñanza en el salón de clases, mientras que la discusión de artículos se dirige a la epistemología que permea la enseñanza de todos los cursos. A diferencia de lo anterior, en el tercero y cuarto año de participación, las discusiones tienen un fuerte componente dirigido a lecturas que profundizan el examen de la naturaleza de la ciencia mientras que la discusión de contenidos de los cursos está dirigida a atender dudas específicas y a sostener conversaciones frecuentes sobre logros y dificultades del día a día en el salón de clases. Sin embargo, a lo largo de todo el tiempo se destinan reuniones para realizar otras actividades del Seminario.

Como ejemplos de lo anteriormente dicho, este año académico contamos con sólo dos de los seis profesores con nombramiento probatorio los que están en su tercer año de trabajo mientras que los otros están en su quinto año. Con ellos hemos discutido este semestre: problemas de la inducción y las leyes probabilísticas (Hempel, 1989) vs el proceso hipotético-deductivo (Noriega, 2010), la estrecha relación de los datos y la teoría (Hanson, 1985) conectado a una discusión sobre lo que son las observaciones científicas desde el punto de vista de la práctica real a partir de las investigaciones que realizan ellos actualmente. La profesora es astrofísica y tiene proyectos colaborativos con el Observatorio Ionosférico de Arecibo, mientras que el profesor es especialista en física de superficies mediante microscopía electrónica y tiene proyectos colaborativos con el Laboratorio de Caracterización de Materiales de la Facultad de Ciencias Naturales de este Recinto.

Además, hemos analizado algunos problemas de la enseñanza de Ciencias Físicas a estudiantes de primer ingreso a la universidad en los cursos CIFI 3003 y CIFI 3055, especialmente en lo que toca a la discusión de tipo socrática que usualmente se requiere en el salón de clase y que es un propósito de Facultad. Estas conversaciones se acompañaron de una breve lectura sobre el rol de las ideas en los diálogos filosóficos y científicos (Lipman, et al, 1980). También hemos discutido la problemática de la

enseñanza de los nuevos cursos-seminario de Cosmología (CIFI 4005) y Ciencia, nanotecnología y sociedad (CIFI 4995.033) en los cuales están matriculados estudiantes de tercer o más años de estudio en diversos programas de la Facultad de Ciencias Naturales del Recinto.

#### Textos que se han discutido en el Seminario

Usualmente el profesor que se inicia en el departamento participa de las discusiones de las lecturas de los cursos que podemos llamar canónicos, los cuales se ofrecieron durante muchos años con las codificaciones CIFI 3001 y CIFI 3002. Con la introducción de los cambios curriculares de los programas de Recinto, Certificación 46 (2005-2006) del Senado Académico, dichos cursos fueron atemperados al perfil del estudiante y a la nueva definición de educación general, codificándose ahora como CIFI 3055 (antes CIFI 3001) y CIFI 3065 (antes CIFI 3002) (Departamento de Ciencias Físicas, 2004; 2005).

Las lecturas adaptadas que recoge el texto de *Lecturas selectas I* (Ortiz, et al, 2004), que se discuten en clase con los estudiantes, son:

- *Epistemología*. Mydiah Mariani.
- *El Almagesto*. Claudio Tolomeo
- *El Comentariolus y De Revolutionibus*. Nicolás Copérnico.
- *Diálogos sobre los grandes sistemas del mundo y Diálogos acerca de dos nuevas ciencias*. Galileo Galilei.
- *Notas sobre el trabajo de Johannes Kepler* (estudio de sus tres leyes del movimiento planetario)
- *Principios matemáticos de la filosofía natural*. Isaac Newton.
- *Notas adicionales a las lecturas*.

Mientras que las lecturas adaptadas que se encuentran en *Lecturas selectas II* (Ortiz, et al 2005), son:

- *Epistemología*. Mydiah Mariani.
- *Un nuevo sistema de filosofía química y Sobre las combinaciones de sustancias gaseosas*. John Dalton.
- *Informe sobre las combinaciones de substancias gaseosas*. Joseph Louis Gay-Lussac.
- *Ensayo sobre un método para determinar las masas relativas de las moléculas elementales de los cuerpos y sobre las proporciones en que éstas se encuentran en los compuestos*. Amedeo Avogadro.
- *Esquema de un curso de filosofía química ofrecido en la Universidad Real de Génova*. Estanislao Cannizzaro.
- *La regularidad periódica de los elementos*. Dimitri Mendeleev.
- *Teoría corpuscular de la materia*. John J. Thomson.
- *La dispersión de las partículas alfa y beta por la materia y la estructura del átomo y Choque de las partículas alfa con átomos livianos*. Ernest Rutherford.
- *Notas adicionales a las lecturas*.

También se han discutido en el Seminario:

- *Observaciones astronómicas*, de la profesora Arzola de Calero, 1988.
- *Astronomía. Notas breves*, del profesor Joaquín García de la Noceda (Sin fecha) entre otros textos de profesores y profesoras que han elaborado materiales para sus cursos.
- Materiales escritos elaborados por los profesores Mydiah Mariani, Ethel Ríos Orlandi, Fernando Noriega, que han coordinado el Seminario, y de otros profesores.
- *Estudio teórico sobre la conducción de los electrones en la molécula del ADN*, del profesor Manuel Vega Arroyo, 2009.
- *El rumor de las estrellas* de Eulalia Pérez Cedeño, 1986.
- *La física aristotélica* de A. Beltrán Mari en *Galileo, ciencia y religión*, páginas 19-54.
- *La Física; Aventura del pensamiento de Albert Einstein* y Leopoldo Infeld, 1986.
- *Investigación básica, tecnología y sociedad*, de Rottin y Foucault (sin ficha bibliográfica)
- *Qué es y para qué sirve la tecnología*, entre otras, de Mario Bunge en *Epistemología*, páginas 13-27.

#### Materiales didácticos utilizados en el Seminario

A lo largo de los años, han sido muchos los materiales utilizados por las coordinadoras y coordinadores del Seminario para uso de sus participantes. De esta cuenta, tanto la profesora Mydiah Mariani (2004), el profesor Fernando Noriega (1998, 2004, 2010), el profesor Rafael Ortiz, (2004, 2005) han generado recursos. Algunos de ellos se han colocado en plataformas de Internet como *Blackboard* y *Galileo*.

Una mención especial debe hacerse de la producción de materiales por la profesora Ethel Ríos Orlandi, quien a lo largo de varios años en que sirvió como coordinadora elaboró bastantes materiales didácticos, de los cuales citamos algunos de los que ella menciona en su *Informe de Progreso... (2019)*, a guisa de ejemplos:

- Ejercicios para diálogos en torno a la epistemología
- Elementos para el análisis epistemológico de textos científicos
- Cómo hacer una presentación oral de los resultados de una investigación
- Generalización empírica y ley científica: Ley de Conservación de la Materia y Ley de Proporciones Definidas a partir de los tres axiomas de la Teoría Atómica de la Materia de Dalton
- Vinculación del experimento Electrólisis del agua con los trabajos de Gay-Lussac, Avogadro y, posteriormente, (los) de Avogadro y Cannizzaro
- Razonamiento por analogía en la química y generación de hipótesis: Los cloruros de mercurio y los de cobre; cloruros de otros metales
- Propósito del trabajo de Thomson, según el autor. Visión de la función de la teoría en ciencia.
- El experimento de Hertz (sic) con la lámina delgada de oro: Interpretación a la luz de la Teoría Corpuscular de la Materia
- Aplicabilidad del enfoque del texto *Revolutions in Physics en...* el desarrollo de la astronomía de posición. Relación entre la astronomía mesopotámica, la egipcia y la griega: De la capacidad predictiva de la astronomía técnica a la capacidad explicativa de la astronomía científica.
- Ejercicio para la captura de datos de la posición y brillantez relativa de un planeta dado, durante y después de una retrogresión, con relación al tiempo, tomados del simulador *Stellarium...*

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
Facultad de Estudios Generales  
Departamento de Ciencias Físicas  
Recinto de Río Piedras

- Ejercicio para la (re)producción de la tercera Ley de Kepler del movimiento planetario por los estudiantes
- Posibles estrategias para el abordaje del texto *Diálogos sobre los grandes sistemas del mundo* de Galileo Galilei: La praxis pedagógica
- Análisis epistémico, científico, discursivo e histórico del texto *Diálogos sobre los grandes sistemas del mundo de Galileo (segundo día)*... Se privilegia la presentación explícita de hipótesis y la deducción de sus consecuencias (si...entonces) como herramienta de análisis de la argumentación montada por Galileo en sus *Diálogos*
- Contrastación empírica: Necesidad de vincular aceleración a cantidades medibles de distancia y tiempo, el experimento deseado y el experimento posible
- Ejercicio para el estudio de la mecánica racional de Newton: *Los principios matemáticos de la filosofía natural* de Isaac Newton (1687)
- Examen de la Ley de Gravitación Universal (de Newton): Aplicaciones y solución de problemas y acertijos. Explicación newtoniana del movimiento planetario: ... diferencia entre describir y explicar.
- Vinculación de la discusión en clase con las experiencias de laboratorio: Ley de Hooke; determinación del valor de  $g$ ; estudio de la segunda ley de Newton (del movimiento)
- Examen de las reglas de razonamiento en filosofía de Newton y su impacto posterior en el desarrollo de las ciencias naturales, el racionalismo y la ilustración, vis-a-vis con las críticas desde los post-modernismos contemporáneos
- Examen del texto de Newton en función del concepto general de estructura del conocimiento científico

#### Discusión de cursos departamentales

En distintos años académicos se han destinado reuniones para que profesores con amplia experiencia en la docencia de cursos distintos a CIFI 3055 y CIFI 3065, den a conocer la manera como enfocan la enseñanza de los mismos. Durante las exposiciones se han abierto diálogos alrededor de preguntas específicas los que han permitido conocer aspectos como la evaluación, los recursos utilizados y los laboratorios u otras experiencias realizados.

A la fecha, los profesores invitados han dado a conocer los siguientes cursos:

- *Fundamentos de grandes cambios en las Ciencias Físicas. Revolución copernicana y newtoniana (CIFI 3003). Revolución relativista y cuántica (CIFI 3004).* Profesores Eva Arzola, Eileen Cruz y Ramón López.
- *Ciencias Físicas para estudiantes del Programa de Educación Elemental y Educación Especial (CIFI 3005).* Profesor Rafael Ortiz Vega.
- *Literacia en computadoras (CIFI 3006).* Profesores Ismara Ortiz y Juan Carlos Delgado.
- *Elementos de las Ciencias Físicas para el Programa de Nutrición y Dietética (CIFI 3010).* Profesor Manuel Reyes.
- *Ciencias Físicas, tecnología y sociedad. Ciencia y tecnología nuclear (CIFI 3013). Ciencia y Tecnología Informática (CIFI 3014).* Profesores Fernando Noriega y Ricardo Morales.
- *Energía, ambiente y conservación (CIFI 3036).* Profesora Eva Arzola.

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
Facultad de Estudios Generales  
Departamento de Ciencias Físicas  
Recinto de Río Piedras

Luego de la intensa labor de creación de nuevos cursos que llevó a cabo el Departamento durante los últimos cuatro años (adaptados a las normas de la Certificación 46 (2005-2006) del Senado Académico del Recinto) y que se incorporaran al currículo mediante su codificación, éstos fueron presentados a los integrantes del Seminario durante el año académico 2009-2010. Los profesores participantes, así como otros miembros de la facultad, participaron tanto durante las exposiciones como de prácticas de los nuevos laboratorios, ofreciendo recomendaciones para mejorarlos o para elaborar otros.

Los cursos, fueron:

- *Ciencias Físicas y cibermúsica (CIFI 3007)*. Profesor Luis Acevedo.
- *Ciencias Físicas, nanotecnología y sociedad (CIFI 3016)*. Profesores Yury Posada y Fernando Noriega.
- *Origen y evolución de la Tierra (CIFI 3026)*. Profesores Ramón López, Ethel Ríos y Lorna Jaramillo.
- *Cambio climático y sus implicaciones globales (CIFI 3037)*. Profesores Ricardo Morales, Eileen Cruz y Olga Álvarez.
- *Visiones comparadas de los orígenes de la realidad física, la materia y el Universo (CIFI 4005)*. Profesor Ramón López.
- *Matemáticas, razonamiento y aplicación (ESGE 3009)*. Profesor Ramón López.

Los nuevos cursos que faltan aún por presentar, son:

- *Desarrollo de la Química (CIFI 4995.013)*
- *Ciencia, nanotecnología y sociedad (CIFI 4995.023)*
- *Aspectos humanos de los eventos geológicos (CIFI 4995.033)*

Como información previa y complementaria al curso CIFI 3037, el profesor Joaquín Medín Medina presentó una conferencia sobre Sistemodinámica.

### Talleres

En los últimos años, las necesidades curriculares han requerido que los participantes del Seminario participen en talleres de capacitación en elaboración de pruebas de avalúo y evaluación de los estudiantes, desarrollo de destrezas en el uso de equipo tradicional y novel para los laboratorios de Ciencias Físicas y para el uso de plataformas digitales, entre otros. Es usual que también participen profesores del Departamento que no son necesariamente participantes del Seminario.

Algunas de las reuniones se han destinados a talleres, entre ellos se han ofrecido:

- Taller sobre elaboración de pruebas escritas. Objetivos y taxonomía de Bloom. Doctora Ismara Ortiz Rodríguez
- Evaluación de proyectos y programas con fondos externos. Doctora Ismara Ortiz Rodríguez

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
Facultad de Estudios Generales  
Departamento de Ciencias Físicas  
Recinto de Río Piedras

- Taller sobre elaboración de rúbricas para avalúo de destrezas de investigación de estudiantes de Ciencias Físicas. Doctores Clarisa Cruz Lugo y Fernando J. Noriega Castillo
- Taller sobre uso de equipo y nuevos experimentos. Profesora Eileen Cruz Pastrana y doctor Yury Posada
- Talleres sobre el uso de las esferas celestes. Doctora Ethel Ríos Orlandi
- Taller sobre el uso del simulador *Stellarium* y de otros recursos para astronomía de posición. Prof.
- Taller sobre el uso de la plataforma *Blackboard*
- Taller sobre el uso académico de la Plataforma *Galileo*. Doctores Manuel Reyes Guzmán y Ricardo Morales
- Talleres para la elaboración de pruebas a partir de artículos científicos. Dra. Ethel Ríos Orlandi.
- Talleres sobre el uso de modelos digitales como el simulador *Stellarium* y los modelos digitales para astronomía de posición. Profesores Ethel Ríos, Luis Acevedo y Manuel Reyes.
- Seminarios de la Facultad de Estudios Generales. Dr. Waldemiro Vélez, ponente y coordinador.

#### Evaluación de los profesores participantes del Seminario

Por ley, reglamentos y certificaciones de la Universidad de Puerto Rico (Universidad de Puerto Rico, 1966, 1990; s. f.) todos los profesores que tienen nombramiento probatorio deben ser evaluados semestralmente por sus pares y por sus estudiantes, generándose al final del año académico un informe que es discutido con cada uno de ellos. La evaluación por los pares la realizan los integrantes del Comité de Personal y el Director del Departamento, mientras que la evaluación estudiantil la realizan los estudiantes en el salón de clases del profesor.

Para la evaluación por los pares se utiliza una guía aprobada por el Departamento mientras que para la evaluación estudiantil se usa un cuestionario aprobado por la Facultad. Ambos documentos recogen los principales aspectos reglamentarios de evaluación del profesor. La información la recogen los pares mediante visitas al salón donde el profesor imparte su clase, entrevistas a colegas, informes de coordinadores y autoevaluaciones. En este departamento se acostumbra que los estudiantes evalúen al profesor en dos secciones el primer semestre y en una el segundo semestre, esto en razón de que el segundo semestre los estudiantes evalúan a todos los profesores del departamento, sean probatorios, permanentes o por contrato.

La evaluación por los pares atiende bastante el renglón de docencia por lo que las actividades del Seminario se relacionan y planifican estrechamente con ella. De esta cuenta, los informes anuales de evaluación recogen lo que el profesor incorpora en su práctica una vez lo conoce en el Seminario. Por lo general, en el cuarto año de docencia bajo nombramiento probatorio los profesores muestran dominio en los renglones considerados indispensables por el Departamento para los fines de recomendar su nombramiento permanente.

Aunque hay aspectos de la labor que se examinan mediante otros documentos o su participación activa, el Comité de Personal y el Director examinan mediante visitas al salón de clases, los siguientes renglones:

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
Facultad de Estudios Generales  
Departamento de Ciencias Físicas  
Recinto de Río Piedras

- Conocimiento y comprensión de lecturas de textos usados en los cursos departamentales
- Conocimiento epistemológico sobre la estructura de las Ciencias Físicas
- Planificación y organización de las clases
- Tono de voz, enunciación y vocabulario empleados
- Manera de dirigirse a los estudiantes en el salón de clases
- Atención a signos de duda en los estudiantes
- Uso de recursos audiovisuales y de otro tipo en apoyo de la clase
- Uso del método de discusión
- Formulación de preguntas que logren la atención del grupo
- Atención y uso de preguntas y contestaciones de los estudiantes
- Habilidad para mantener la secuencia de la discusión
- Asociación del tema con otros previamente discutidos
- Nivel de aplomo y soltura en sus clases
- Atención a preguntas y planteamientos de los estudiantes indirectamente relacionados
- Establecimiento de relaciones cordiales y comunicativas con respeto mutuo
- Atención a situaciones adversas o imprevistas en el salón de clases

Renglones del informe de evaluación, cuya información se obtiene de las evaluaciones estudiantiles:

- Confección de exámenes escritos
- Corrección y entrega de exámenes (prontamente)

Otros aspectos de la evaluación que se obtienen mediante documentos, supervisión del Director, la interacción cotidiana entre colegas o informes de coordinadores, son:

- Cumplimiento de horas de oficina
- Participación en actividades académicas de mejoramiento profesional
- Participación en comités
- Participación en reuniones y otras actividades departamentales
- Tipo de relación que establece con sus pares
- Otras tareas que desempeña (coordinaciones, investigación, creación)

### Conclusión

El Seminario del Departamento de Ciencias Físicas para Profesores de Reciente Ingreso ha mostrado ser un recurso valioso para formar a los docentes en las particularidades de la enseñanza de los cursos departamentales, enmarcados en la visión de los Estudios Generales de esta Facultad. Como resultado de su participación es usual que los profesores logren el reconocimiento de sus pares departamentales y de la Facultad en procesos de evaluación muy exigentes como lo son los de cambios de rango académico y de permanencia.

Los profesores que hemos participado de él hemos interiorizado no sólo conocimientos sobre la manera como se ha hecho ciencia a través de la historia del pensamiento científico sino también de filosofía,

historia y sociología de la ciencia, además de maneras sobre cómo ser exitosos en los salones de clase, de tal forma que nuestros estudiantes se beneficien del desarrollo de destrezas intelectuales propias del quehacer científico.

El desarrollo de destrezas estrechamente relacionadas al modo de pensar científico como la formulación de problemas, el cultivo de una actitud escéptica ante la información que se recibe, el desarrollo de procesos del método experimental, el uso de procesos lógicos argumentativos, la necesidad de corroboración empírica de proposiciones referentes al mundo físico y el análisis crítico de textos, entre otras, son muestras de nuestro paso por dicho Seminario.

### Referencias

- Arzola de Calero, E. (1988). *Observaciones astronómicas*. Puerto Rico: Editorial Universidad de Puerto Rico.
- Beltrán Mari, A. (2001). *Galileo, ciencia y religión*. Barcelona: Paidós.
- Bobonis, Ernesto (s. f.) *Apuntes sobre el conocimiento científico empírico*. Documento inédito. Departamento de Ciencias Físicas. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.
- Casper, B. M. & R. J. Noer (1972). *Revolutions in Physics*. New York: Norton. Versión al español en CD, Formato *Word*, del doctor Gerardo Morell. Departamento de Ciencias Físicas, 2009.
- Chalmers, A. (n. d.). Transforming Atomic Chemistry into an Experimental Science: The Limitations of Dalton's Theory. Recuperado por E. R. O. el 13 de marzo de 2008, de <http://rutherfordjournal.org/article010101.html>
- Curd, M. and J. A. Martin (editors) (1998). *Philosophy of Science. The Central Issues*. New York: Norton.
- Departamento de Ciencias Físicas (2001). *Prontuarios de los cursos CIFI 3001 y CIFI 3002*. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.
- Departamento de Ciencias Físicas (2008). *Prontuarios de los cursos CIFI 3055 y CIFI 3065*. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.
- Departamento de Ciencias Físicas (2002). Manual de laboratorio de *Ciencias Físicas I*. San Juan, Puerto Rico: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Departamento de Ciencias Físicas (2006). Manual de laboratorio de *Ciencias Físicas I*. Edición revisada de la primera edición de 2004. San Juan, Puerto Rico: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Departamento de Ciencias Físicas (s. f.) *Preguntas guía de videos y películas*. Profesores del Departamento. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
Facultad de Estudios Generales  
Departamento de Ciencias Físicas  
Recinto de Río Piedras

- Díaz, E. (Editora) (2000). *La posciencia: El conocimiento científico en las postrimerías de la modernidad*. Buenos Aires: Biblos.
- Einstein, A. y L. Infeld (1986). *La Física; Aventura del pensamiento*. 10ma. Edición, de la 1ª. Edición de 1939. Buenos Aires, Argentina: Losada.
- Flanagan, Dr. (1989). *La ciencia ante el siglo XXI*. Madrid: Ediciones Temas de hoy.
- Follari, R. (2000). *Epistemología y sociedad: Acerca del debate contemporáneo*. Santa Fe: Homo Sapiens.
- Freire, P. (1992). Consideraciones en torno al acto de estudiar. En *La importancia de leer y el proceso de liberación*. 9ª. Edición de la primera edición de 1968. Páginas 47-53. México: Siglo XXI.
- García de la Noceda, Joaquín (Sin fecha). *Astronomía. Notas breves*. Documento inédito. Departamento de Ciencias Físicas, Universidad de Puerto Rico.
- Gellon, G. et al (2005) Lavoissier y la calcinación de los metales: Diseño e interpretación de los experimentos. En *La ciencia en el aula*. Buenos Aires: Paidós.
- Gómez, L. A. y R. Torretti (1998). *Problemas de la filosofía. Textos filosóficos clásicos y contemporáneos*. San Juan, PR: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- González-Espada, W. (2007). *Críticas al método científico: La experimentación no es la única manera de hacer ciencia*. Diario *El Nuevo Día*, 16 de enero de 2007, página 71. San Juan, Puerto Rico.
- Hempel, C. G. (1989). *Filosofía de la Ciencia Natural*. Versión en español de la versión en inglés de 1966.
- Holton, G. y S. G. Brush (1988). *Introducción a los conceptos y teorías de las ciencias físicas*. Barcelona: Reverté.
- Kuhn, T. S. (1988). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México: Breviarios del Fondo de Cultura Económica.
- Kuhn, T. (1989) ¿Qué son las revoluciones científicas? Y otros ensayos. Barcelona: Paidós.
- Lipman, M., Sharp, A. M. and F. S. Oscanyan (1980). *Philosophy in the Classroom*. PA: Temple University Press.
- Luminet, J, P. (2007) *El enigma de Copérnico*. Barcelona: Ediciones B.
- Mariani Medina, M. (2004). *La naturaleza de la ciencia y la estructura del conocimiento científico empírico. Ciencias Físicas. Lecturas selectas I: El movimiento*. Ortiz Vega, Rafael, Eva Arzola de Calero y Plácido Gómez Ramírez (editores). San Juan, Puerto Rico: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
Facultad de Estudios Generales  
Departamento de Ciencias Físicas  
Recinto de Río Piedras

- Noriega Castillo, F. (2004). *Modelo de lectura crítica de artículos científicos*. En Ortiz Vega, Rafael (2004) *Guía de estudios I. Ciencias Físicas: El movimiento*. San Juan, Puerto Rico: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Noriega Castillo, F. (1998). *Lectura de artículos científicos*. Documento inédito. Jornada Universitaria del *College Board*, la Universidad Interamericana de Puerto Rico y la Organización para el Fomento y Desarrollo del Pensamiento. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Bayamón, Puerto Rico.
- Noriega Castillo, F. (2010). *El proceso hipotético-deductivo en las Ciencias Físicas*. Documento inédito, (revisado en septiembre de 2010). Departamento de Ciencias Físicas, Facultad de Estudios Generales. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.
- Ortiz Vega, Rafael, Eva Arzola de Calero y Plácido Gómez Ramírez (editores) (2004). *Ciencias Físicas. Lecturas selectas I: El movimiento*. Departamento de Ciencias Físicas. San Juan, Puerto Rico: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Ortiz Vega, Rafael (2004) *Guía de estudios I. Ciencias Físicas: El movimiento*. San Juan, Puerto Rico: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Ortiz Vega, Rafael, Eva Arzola de Calero y Plácido Gómez Ramírez (editores) (2005). *Ciencias Físicas. Lecturas selectas II: El desarrollo de la teoría atómica*. Departamento de Ciencias Físicas. San Juan, Puerto Rico: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Ortiz Vega, Rafael (2005) *Guía de estudios II. Ciencias Físicas: El movimiento*. San Juan, Puerto Rico: Editorial de la Universidad de Puerto Rico.
- Pérez Cedeño, E. (1986). *El rumor de las estrellas*. México: Editorial Siglo Veintiuno.
- Piaget, J. y R. García (1989). *De Aristóteles a la mecánica del ímpetu. Psicogénesis e historia de la ciencia*. 4ta, edición, páginas 35-53. México: Siglo Veintiuno.
- Ríos Orlandi, Ethel (Agosto 2010). *Informe de coordinación del Seminario de Profesores de Reciente Contratación*. Documento inédito. Departamento de Ciencias Físicas, Facultad de Estudios Generales. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.
- Rodríguez, Alma (Mayo de 1998). *Seminario de Ciencias Físicas*. Documento inédito. Departamento de Ciencias Físicas, Facultad de Estudios Generales. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.
- Ruiz Jimeno, A. (2008). Partículas bellas de materia y antimateria. En *Investigación y ciencia*, 88 (55-60)
- Universidad de Puerto Rico (1990). *Reglamento General de la Universidad de Puerto Rico según revisado y enmendado*.

UNIVERSIDAD DE PUERTO RICO  
Facultad de Estudios Generales  
Departamento de Ciencias Físicas  
Recinto de Río Piedras

Universidad de Puerto Rico (1966). *Ley de la Universidad de Puerto Rico según enmendada*.

Universidad de Puerto Rico (s. f.) Marco reglamentario evaluativo de los profesores. Certificaciones Núm.

60 del Senado Académico Núm. 88 de la Junta Administrativa. <http://daarrp.uprrp.edu/daa/>

Vega Arroyo, Manuel (2009). *Estudio teórico sobre la conducción de los electrones en la molécula del ADN*. Documento sin publicar. Departamento de Ciencias Físicas, Facultad de Estudios Generales. Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.