

Un enfoque interdisciplinar de la Física General y Probabilidades y Estadística, carrera Matemática Física
An interdisciplinary approach of General Physics and Probability and Statistics, in Physics Mathematics

Rita Caridad Sánchez Serra ¹
rita.sanchez@umcc.cu

Pablo de Jesús Pacheco Peña ²
pablo.pacheco@umcc.cu

Resumen

La formación de profesores de Matemática Física, tiene en cuenta las relaciones interdisciplinarias que se establecen entre las ciencias físicas y matemáticas, incluyendo las probabilidades y estadísticas, para la comprensión de los fenómenos que se estudian en la Física Molecular, óptica, Física atómica y nuclear, las partículas elementales y cosmología. Resulta necesario perfeccionar las formas de enseñar y aprender, estableciendo las relaciones interdisciplinarias desde la didáctica de las disciplinas. Una experiencia en este campo se propone desde la didáctica de las asignaturas Física IV y Probabilidades y Estadística en la carrera Matemática Física de la

Abstract

The training of teachers of Mathematical Physics, means considering interdisciplinary relations established between the physical sciences and mathematics, including probability and statistics, for understanding of the phenomena being studied in molecular physics, optics, atomic and nuclear physics, elementary particles and cosmology. This is necessary to improve the methods of teaching and learning, establishing interdisciplinary links from own teaching disciplines. An experience in this field is proposed from the teaching of subjects Physics IV and Probability and Statistics in the race Mathematical Physics at the Matanzas University.

¹ Es Máster en Ciencias. Instructora del departamento de Ciencias Exactas Pedagógicas de la Universidad de Matanzas. Cuba.

² Es Máster en Ciencias. Asistente del departamento de Ciencias Exactas Pedagógicas de la Universidad de Matanzas. Cuba.

Universidad de Matanzas.

Palabras clave: interdisciplinariedad,
tarea integradora.

Keywords: Interdisciplinarity,
integrated task.

Introducción

La educación cubana ha asumido históricamente la misión de preparar al hombre para la vida. Este objetivo esencial cobra su máxima expresión en el contexto de la sociedad contemporánea, caracterizada por grandes adelantos científicos técnicos. Ante esta realidad la educación debe perfeccionarse, contextualizarse y prestar especial atención la asimilación de contenidos propios de la ciencia, por cuanto, el desarrollo de un país depende también del potencial científico con que cuenta. Por ello la Física y la Matemática como ciencias básicas para otras ciencias tienen gran importancia.

La formación de profesores de estas asignaturas es una prioridad del sistema educacional cubano. Las diferentes vías de realizarla han estado condicionadas por tres períodos históricos que ha transitado Cuba: colonia, república neocolonial y sociedad socialista; acorde a los resultados del desarrollo científico de las Ciencias de la Educación. En la actualidad a partir de la implementación del plan de estudio D vigente desde el año 2010 se considera la formación de un profesor de Matemática Física para la educación media, que responde a las exigencias contemporáneas que implican una visión interdisciplinar de la enseñanza de estas ciencias.

La concepción para la formación del profesional de esta carrera no es la sumatoria de contenidos y habilidades de las ciencias Físicas y Matemáticas. El cumplimiento de esta aspiración necesita la concepción del enfoque interdisciplinario que se evidencie en la forma de pensar y actuar del futuro profesional de la carrera universitaria. (Contreras, 2014, pág. 3)

En el proceso de enseñanza aprendizaje de la Física y la Matemática la interdisciplinariedad es elemento esencial, por cuanto está implícita en las propias

disciplinas, razón por la cual requiere de un conocimiento profundo de ambas ciencias y sus nexos. En las ciencias físicas, los métodos matemáticos y estadísticos contribuyen a la investigación de los fenómenos físicos objeto de estudio. Por ejemplo, el estudio de propiedades macroscópicas de los sistemas compuestos por un número muy grande de partículas o en la comprensión de las transformaciones que ocurren en el núcleo atómico, las reacciones nucleares, el comportamiento de las partículas elementales y la propia explicación a la formación de elementos químicos en el origen del universo y la evolución estelar.

Esta estrecha relación entre ambas ciencias se debe tener en cuenta de forma especial en el contexto para la formación del profesor de Matemática Física, no de manera artificial, sino como una concepción pedagógica que necesariamente implique estudiar un enfoque interdisciplinar desde la didáctica de ambas ciencias. La investigación presenta las experiencias alcanzadas por los autores en su práctica profesional durante la impartición del programa de estudio de Física General VI Física de las partículas elementales y cosmología y Probabilidades y Estadística en el contexto de la formación del profesor de Matemática Física que contribuye a la sistematización y profundización de los contenidos matemático-estadístico y físicos en la formación de profesores de Matemática y Física mediante la resolución de tareas integradoras.

Desarrollo

El objeto de estudio de la didáctica como ciencia en el proceso docente educativo actúa dialécticamente en sus dos dimensiones: una disciplinaria, objeto de las especiales o particulares y la general que busca el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias para una comprensión holística del proceso a partir de la necesidad de coordinar y diseñar las acciones entre las diferentes disciplinas del currículo que poseen diferentes criterios conceptuales y metodológicos.

Estas dimensiones de la didáctica, son el reflejo de dos tendencias que caracterizan el desarrollo de la ciencia que promueve, en una dirección el dominio especializado del saber y en la otra el desarrollo interdisciplinario. En el proceso docente

educativo, se manifiesta la contradicción entre la progresiva especialización de los propios saberes de cada disciplina y la imprescindible integración de estos en un conjunto ordenado y coherente.

La didáctica interdisciplinaria que estudia las relaciones que existen entre las disciplinas escolares debe tener en cuenta el establecimiento de metodologías, lenguajes y técnicas comunes. Tales pretensiones, deben superar la visión de la didáctica netamente como un conjunto de recursos que pone en práctica el docente, aunque retomen los aspectos positivos y mejores experiencias.

En el campo teórico metodológico la investigación para el desarrollo de esta didáctica interdisciplinaria llamada didáctica de las ciencias se han dado importantes pasos en la determinación de criterios sociológicos, epistemológicos, psicológicos y pedagógicos que la sustentan. “Una herramienta útil para esta didáctica es la identificación de las situaciones típicas de varias disciplinas, entendida como situaciones que se repiten en el proceso de enseñanza aprendizaje, para las cuales es útil encontrar formas de proceder”. (Álvarez, 2004, pág.15)

A nivel didáctico, la interdisciplinariedad debe revelarse en el sistema de sus componentes internos: Problema, objetivos, contenidos, el método, los medios, las formas de organización y evaluación.

Se destaca que la base epistemológica que permite precisar la necesidad de una didáctica interdisciplinaria está en su propio objeto.

En la relación de su saber con la realidad educativa, la interdisciplinariedad se presenta en primera instancia por la concatenación de todos los fenómenos y la unidad y complejidad de estos, que condiciona la necesidad de interrelaciones y cooperaciones entre las disciplinas que conforman el currículo, relaciones que modifican cada disciplina y la forma en que penetran la realidad, para una construcción teórica y una formación más integral del sujeto del conocimiento (Salazar, 2004, pág.40)

En la educación superior las relaciones interdisciplinarias son esenciales para la formación permanente de profesionales, porque no son un hecho aislado e independiente de cada ciencia que recibe el profesional, sino un proceso económico, social, cultural, científico y humano que caracteriza el desempeño de

cualquier profesional.

Sobre el valor de este aspecto reflexiona la doctora Fátima Addine Fernández:

Las relaciones interdisciplinarias como sistema integral del proceso y resultados en la formación profesional son uno de los índices que en la actualidad mide el éxito de la gestión universitaria, pues contempla el grado de realización de una serie de logros de profesionalidad en el egresado de la educación superior (Addine, 2004, pág.140)

La interdisciplinariedad es una vía para incrementar la calidad del proceso docente educativo que implica saltos en la calidad de la educación. Es un intercambio entre los contenidos de las disciplinas y se afianza como una necesidad social en el contexto histórico contemporáneo en la formación académica universitaria.

La importancia de la interdisciplinariedad durante la formación del profesor de Matemática Física queda expresada en el modelo del profesional que refiere:

Con este perfil se aspira a formar un profesional revolucionario con una preparación político-ideológica y científico-metodológica, que le permita dirigir el proceso educativo y en particular, el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Matemática y la Física con un enfoque interdisciplinario en que se tengan en cuenta las relaciones con la ciencia, la tecnología, la sociedad y el medio ambiente en las condiciones de la Revolución Cubana". (MINED, 2010, pág. 6)

El modo de actuación profesional del educador, es la dirección del proceso educativo encaminado a la formación integral de la personalidad de los educandos, a través de los contenidos de la Matemática y la Física, de sus relaciones interdisciplinarias con otras asignaturas.

La práctica de la interdisciplinariedad en la formación del profesional puede estar condicionada por el diseño del currículo, sin embargo, en estos no se señala explícitamente los interobjetos, problema límite o nodos interdisciplinarios, que se puedan abordar desde el punto de vista de varias disciplinas en la carrera.

La determinación de los nodos interdisciplinarios no tendría efectos en el desarrollo del currículo, sin el trabajo metodológico interdisciplinar de los profesores.

Un profesor de Matemática y Física no puede ser la suma de dos modos de actuación diferentes. No debe tener contradicciones en el desempeño a la hora de asumir una de las tareas típicas del profesor de ciencias. Por otra parte debe ser

coherente en el lenguaje que a veces difiere de una asignatura a otra y que está influido por toda la tradición en la enseñanza de ambas ciencias por separado. Por ello la formación de un profesor de Matemática y Física requiere de un enfoque interdisciplinario en el contenido de las ciencias y en sus didácticas, más allá de un acercamiento formal entre ambas asignaturas. (Pérez & Sánchez, 2015, pág. 66)

En este sentido se ha comenzado a investigar las relaciones interdisciplinarias que desde la didáctica de las asignaturas Física General y Probabilidades y Estadística pueden establecerse.

Las probabilidades es la ciencia que estudia las regularidades de hechos o fenómenos frecuentes fundamentalmente aleatorios, en ella están presente los modelos probabilísticos que constituyen una herramienta fundamental que posibilita resolver e interpretar infinidad de problemas, entre los que se encuentran los fenómenos que se estudian en Física. (Pacheco, 2014, pág. 1)

La disciplina, Probabilidades y Estadísticas posibilita que los estudiantes se apropien de métodos y técnicas de análisis descriptivo e inferencial para el estudio y solución de problemas de la vida y en particular de la realidad educativa, a partir del procesamiento, análisis e interpretación de la información de datos o valores de múltiples variables intervinientes.

Esta disciplina ocupa un lugar determinado en lograr que los educandos vivencien el proceso de la actividad científica para mejorar y transformar la realidad educativa. Esta proporciona un pensamiento probabilístico, complemento de lo determinístico, que contribuye a consolidar la concepción científica del mundo en los estudiantes al aprender cómo solucionar problemas no deterministas presentes en la vida, en particular, la Física.

La disciplina de Física general aborda los descubrimientos y leyes esenciales que en el desarrollo histórico la han convertido en una ciencia trascendente para la comprensión del mundo que le rodea, en beneficio de la naturaleza y la sociedad, en consonancia con la importancia de los contenidos que permitan la formación del futuro profesional de la educación de esta carrera.

Al conformarla en correspondencia con el objeto y desarrollo de dicha ciencia, su contenido abarca formas más simples y generales del movimiento de la materia en

su manifestación concreta como constituyente de los componentes fundamentales del Universo. Esta estudia las interacciones entre ellos y sus efectos, llegando al establecimiento de leyes y principios generales como el de simetría y conservación de magnitudes como la energía, la carga, la paridad, entre otras, sin dejar de mencionar los esfuerzos que se realizan para encontrar teorías generales que abarquen el mayor número de fenómenos, como las Teorías del Campo Unificado y de las Supercuerdas; para ello se vale de los métodos dinámicos, conservativos y estadísticos.

Su estudio no está ligado solo a la manifestación más pura del fenómeno a través del modelo físico y la conformación sobre la base y uso de herramientas matemáticas de teorías armoniosas que conforman el cuadro físico del mundo; sino también a su valor práctico, que se concreta en la explicación de cómo ellos tienen lugar en la Naturaleza, tanto viva como no viva y su capacidad para fundamentar el pasado, el presente y predecir el comportamiento de sistemas que existen espontáneamente o que el hombre crea. (Delgado, 2012, pág. 2)

El análisis del programa en ambas disciplinas evidencia que contribuye al desarrollo de una concepción científica del mundo. Sus métodos y formas de trabajo habituales impulsan la búsqueda, procesamiento y comunicación de información, aprovechando las tecnologías de la información y las comunicaciones; la conceptualización; la representación de situaciones; el razonamiento y la modelación de problemas; el planteamiento de interrogantes; la formulación y argumentación de suposiciones por diversos métodos. Se encuentran puntos de coincidencia en la aportación al desarrollo de la creatividad en los futuros egresados.

Mediante este análisis se revela que contenidos del programa de probabilidades y estadística están estrechamente interrelacionados con los de Física General, que permiten la comprensión y los análisis probabilísticos estadísticos.

Es necesario comprender que el desarrollo de la Física como ciencia ha estado muy ligado al propio desarrollo de las Probabilidades y Estadística estableciendo una relación interdisciplinar de beneficio mutuo que ha significado nuevos descubrimientos.

La Estadística es una ciencia que provee de método para el procesamiento, análisis e interpretación de la información de datos referentes a hechos o fenómenos fundamentalmente aleatorios, con el fin de explicar las regularidades con que estos se presentan y arribar a conclusiones.

La evolución de la teoría de las probabilidades está muy vinculada con la teoría de errores en el trabajo experimental de la Física. Esta teoría aparece en la ópera *Miscellánea* de Roger Cotes y al trabajo presentado por Thomas Simpson en 1755 el cual aplica por primera vez la teoría de la discusión de errores de observación. En la reedición de este trabajo dos años más tarde incluye el axioma de que errores positivos y negativos son igualmente probables y que hay unos ciertos límites asignables dentro de los cuales se encuentran todos los errores; se describen errores continuos y una curva de probabilidad.

Pierre Simon Laplace (1774) hace el primer intento de deducir una regla para la combinación de observaciones desde los principios de la teoría de probabilidades. Laplace representó la ley de probabilidades de errores mediante una curva y dedujo la ecuación para la media de tres observaciones. Daniel Bernoulli introduce el principio del máximo producto de las probabilidades de un sistema de errores concurrentes.

El método de mínimos cuadrados que se emplea para minimizar los errores en mediciones directas de magnitudes fue publicado independientemente por Adrien – Marie Legendre (1805), Robert Adrain (1808) y Carl Friedrich Gauss (1809).

Para la Física, la Estadística ha sido determinante en el estudio de propiedades macroscópicas de sistemas compuestos por un número muy grande de partículas. Para Boltzman la probabilidad de cierto estado de un gas, entendido éste como un agregado de moléculas, está determinada por el número de posibles estados microscópicos (estados mecánicos de las moléculas) compatibles con las variables termodinámicas que se empleen para definir el estado del gas, que no ha de ser necesariamente un estado de equilibrio. (Sears, 2008, pág. 540)

Luego de admitir que un sistema termodinámico evoluciona siempre hacia estados de igual o mayor probabilidad, define el estado de equilibrio como el de mayor probabilidad, que automáticamente implica una tendencia universal hacia el

equilibrio. Este método de estudio se basa en la utilización de la teoría de probabilidades y es el origen de una rama de la Física teórica: la Física Estadística. En la Física Molecular se emplean distribuciones estadísticas y valores medios. Estos son utilizados en la deducción de ecuaciones que permiten describir el recorrido libre medio de una molécula de un gas. Este recorrido libre medio está relacionado con la probabilidad de que las moléculas recorran una distancia r antes de una colisión.

Otro aspecto vinculante es la determinación de la distribución de las velocidades moleculares.

Maxwell fue el primero que resolvió el problema de la distribución de las velocidades en un gas que contiene un número grande de moléculas. A partir de este análisis estadístico se pudo demostrar que la distribución de velocidades moleculares depende de la masa de las moléculas y su temperatura. Cuanto más pequeña sea la masa mayor será la proporción de moléculas de alta velocidad a cualquier temperatura dada. Esta es la razón de que el hidrógeno pueda escapar con más probabilidad de la atmósfera a grandes altitudes que el oxígeno o el nitrógeno. (Holliday, Resnick & Krane, 2007, pág. 80)

Este aspecto trasciende los límites de la Física Molecular y es empleado en la Astrofísica en combinación con la Física Nuclear para explicar que, debido a la atmósfera tenue de la luna, para que las moléculas tengan una probabilidad pequeña de escapar de la débil atracción gravitatoria, se espera que fuesen moléculas de átomos de elementos más pesados, como los gases criptón y xenón que fueron producidos inicialmente por la desintegración radiactiva en las primeras etapas de la Luna.

La función de distribución estadística para el estudio de la Física molecular es la distribución de energías, en la que puede obtenerse una distribución alternativa del movimiento de las moléculas. Este resultado se conoce como la distribución Maxwell-Boltzman de la energía. El factor de Maxwell-Boltzman se emplea en ocasiones como una estimación aproximada de probabilidad relativa de que una partícula tenga una energía E en un conjunto de partículas caracterizadas por una temperatura T .

Este contenido es fundamental para la comprensión de otros fenómenos que se estudian en Física Atómica como el proceso de población invertida para el funcionamiento del Laser. En el modelo atómico de Neils Bohr, se proponen los estados estacionarios de energía del átomo y que el salto del electrón de una órbita estacionaria a otra va acompañado de radiación o absorción de un cuanto de energía. La probabilidad de transición absorbente depende lo mismo de las propiedades de los átomos que de la intensidad de radiación incidente. La probabilidad de la transición espontánea se define por propiedades internas de los átomos, no depende de la intensidad de la emisión incidente. La emisión que surge como resultado de la radiación se denomina forzada o inducida. Einstein demostró que la probabilidad de transiciones forzadas que van acompañadas de emisión debe ser igual a las que van acompañada de absorción de la luz.

¿Cómo se puede obtener la emisión estimulada de radiación? Es aquí donde se apela a la distribución de Maxwell y Boltzman. En esta distribución siempre habrá menos átomos en el nivel de energía superior que en el inferior. Si exponemos un sistema como este a la radiación, el proceso dominante será la absorción. Si el nivel de la población se invierte el proceso dominante es la emisión estimulada.

Ciertos aspectos de la teoría de Boltzman un cuarto de siglo antes, contribuyeron para que Max Planck introdujera el concepto de cuanto de energía en 1900. Esta es la primera relación entre dos ramas de la Física con diferentes objetos de estudio, el de Boltzman, que expone una justificación en términos mecánicos de la termodinámica y explicar ciertos comportamientos de la radiación, en el de Planck. Esta relación no fue accidental, se mantuvo y se incrementó a lo largo de más de un cuarto de siglo, con la peculiaridad de que la influencia fue recíproca: en ocasiones la Física estadística dio pautas para el desarrollo de la Física cuántica, mientras que en otras sucedió lo opuesto.

Fue Albert Einstein quien fraguó esta simbiosis. En su incesante búsqueda de una base sólida donde apoyar las nuevas concepciones cuánticas, los razonamientos de corte mecánico-estadístico, en especial los vinculados con el tema de las fluctuaciones casi nunca dejaron de figurar entre sus herramientas matemáticas

más empleadas. El análisis y la extensión de las ideas cuánticas, le permitieron asentar conceptos mecánico-estadísticos como la relación entre probabilidad y entropía y hasta le llevaron a crear una alternativa a la mecánica estadística de Boltzmann, como sucedió al establecer su teoría cuántica de los gases ideales de moléculas, entre 1924 y 1925.

El descubrimiento de la naturaleza ondulatoria-corpúscular, de la materia implicó reevaluar el lenguaje cinemático empleado para describir la posición y el movimiento de una partícula. La mecánica newtoniana clásica concibe, una partícula como un punto y es posible describir su lugar y estado de movimiento en cualquier instante en un sistema de coordenadas espacial y sus tres componentes de velocidad.

Esta descripción específica no es posible cuando se desciende a una escala suficientemente pequeña, hay limitaciones fundamentales de precisión con la que se pueden determinar la posición y la velocidad de una partícula. Muchos aspectos del comportamiento de esta se establecen sólo en términos probabilísticos. En estas condiciones la función de onda se emplea para describir la distribución de una partícula en el espacio.

En el año 1926 Max Born expuso una interpretación correcta a la función de onda; donde el cuadrado del módulo de la función de onda ($|\Psi|^2$) define la probabilidad de que la partícula sea localizada en los límites del volumen.

Del sentido de la función de onda se deduce que la mecánica cuántica tiene un carácter estadístico, por cuanto ella no permite determinar la posición de una partícula en el espacio o la trayectoria de su movimiento, sino pronosticarse con qué probabilidad puede ser encontrada en diferentes puntos del espacio.

La relación de la Mecánica Estadística y la Mecánica Cuántica se estrechó al punto de fusionarse en una sola disciplina, apta para estudiar agregados de partículas idénticas. La teoría fue establecida, en 1927, por John Von Neumann, mediante el formalismo de la llamada “matriz densidad”, que hace una rigurosa síntesis del doble papel que juega la probabilidad, ésta resulta un elemento básico con distinto significado tanto en la Física Estadística, como en la forma final de la teoría cuántica.

En las asignaturas Física General VI, Física de las partículas elementales y cosmología y Probabilidades y Estadísticas se reciben en el primer semestre de quinto año de la carrera Matemática Física. En el propio desarrollo de la Física de las partículas elementales y la cosmología es imprescindible el análisis estadístico. Satyendranath Bose, al tratar de obtener una deducción puramente cuántica de la ley de Planck presentó una nueva forma de contar estados cuánticos que permitió a Einstein, unos meses después, poner las bases de la estadística de Bose-Einstein que rige y estudia el comportamiento de los bosones. Igualmente, la distribución de Fermi - Dirac estudia el comportamiento de los fermiones. En este propio escenario, para la explicación de la formación de núcleos más simples, como el deuterio en la teoría del Big Bang se necesita interpretar la distribución de energía de la radiación en universo primigenio empleando funciones de probabilidad.

En el análisis realizado de los programas de estas asignaturas se considera que la relación objetivo, contenidos, métodos, medios y evaluación en que se plasme la relación interdisciplinaria entre éstas exigen una didáctica que permitan el desarrollo de acciones conjuntas.

Se han determinado las potencialidades para la realización de clases interdisciplinarias y tareas integradoras como formas donde se materializa la concepción de la didáctica interdisciplinaria entre las dos asignaturas. “La tarea integradora con este fin se considera una situación problémica estructurada a partir de un eje integrador conformada por actividades interdisciplinarias que tiene como eje integrador los contenidos de las dos asignaturas” (Campos, 2014, pág. 78)

Se tendrá en cuenta para la realización de la tarea integradora los resultados del diagnóstico en ambas asignaturas, así como los objetivos, contenidos y métodos de estas. En los métodos se comparte el criterio de que este posea carácter problémico y promuevan la autorreflexión y autorregulación del aprendizaje para garantizar que los estudiantes puedan consultar y trabajar con diversas fuentes bibliográficas.

Las actividades que conformen la tarea integradora responderán un criterio común de la didáctica de ambas asignaturas que responden a ser originales y amenas, en estrecho vínculo con los intereses cognoscitivos individuales y grupales que

estimulen la significatividad conceptual, experiencial y afectiva en el estudiante; que se refuercen valores y rasgos positivos de la personalidad que conlleven al logro de modos de actuación profesional y propicien el acercamiento del estudiante al camino de la actividad científica desde posiciones materialistas, sobre la base del planteamiento de hipótesis, identificación y solución de problemas con el uso de métodos investigativos.

Tarea Integradora “La cosmología del Big Bang: Nucleosíntesis”

Objetivo: Explicar a partir de la teoría del Big Bang la producción de los núcleos y átomos actuales empleando métodos probabilísticos y estadísticos de análisis para comprender el origen de la estructura del universo.

Como usted conoce a la edad de unos cuantos segundos, el universo consistía en protones electrones y neutrones. En la actualidad el universo se compone en su gran mayoría de hidrógeno y helio con una pequeña parte de elementos más pesados.

En esta tarea te proponemos dar solución al siguiente problema ¿Cómo se produjeron los núcleos y átomos actuales a partir del Big Bang? Ello te permitirá comprender cómo se conformaron los primeros átomos y a partir de ellos todas las estructuras del universo, estrella, galaxias, planetas, incluso la vida. Podrás, aplicar los conocimientos que has adquirido sobre las distribuciones de frecuencias a las condiciones del universo primigenio descrito en el modelo cosmológico del Big bang.

Te recomendamos consultes la siguiente bibliografía:

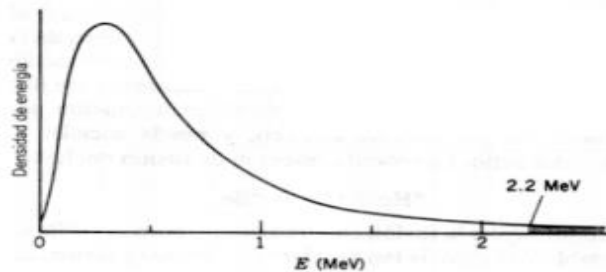
- Física Volumen 2 tomo 2, versión ampliada cuarta edición. Epígrafe 56 -6
- Física Universitaria Volumen 2 tomo 2 epígrafe 46 - 8
- Hernández, Luis y otros. Probabilidades epígrafe 7.4 pág. 319
- Guerra, Caridad y otros. Estadística epígrafe 3.3 pág. 61 y 96-111

Analice el contenido estudiado en los epígrafes señalados y conteste:

1. ¿En qué consiste el proceso de nucleosíntesis del Big bang?
2. El primer paso en la constitución de los complejos átomos es la formación de los núcleos de deuterio a partir de la combinación de un protón y un

neutrón de acuerdo con: $n + p \rightarrow d + \gamma$. ¿Qué condiciones debía tener el universo para la formación del deuterio? Explique.

3. Observe la función de distribución de la energía de Planck e interprete el significado físico de la región sombreada.



4. EL gráfico muestra el comportamiento de la distribución de frecuencias de la densidad de energía, en él se observa que hay una mayor concentración de densidad en el rango de 0 a 1 donde están presente los parámetros promedio y la desviación estándar. Al observar la cola de la distribución de frecuencias de la densidad energía vemos que cuando esta se aproxima a cero es que es posible la formación del deuterio. Desde el punto de vista estadístico los datos que están aislados en los extremos de la cola no son representativos, por qué en este caso resulta importante tenerlo en cuenta para la formación del deuterio. ¿Qué implicaciones posee el análisis estadístico realizado para comprender el proceso de la formación de los primeros átomos?
5. ¿En qué tiempo, luego de la gran explosión comienza la formación del deuterio? Por qué.

Conclusiones

La formación del profesor de Matemática Física es esencialmente interdisciplinar. Resulta necesario el estudio de las relaciones interdisciplinarias desde las didácticas de las diferentes disciplinas del plan de estudio de la carrera universitaria. En la Física general y las probabilidades y estadística, son significativos los nodos interdisciplinarios que se revelan, no solo desde los contenidos, sino de los objetivos, métodos y medios empleados. Estas relaciones interdisciplinarias

identificadas exigen formas organizativas que permitan el desarrollo de acciones conjuntas, las cuales deben ser coordinadas a partir del trabajo metodológico cooperado entre el colectivo de profesores.

Referencias bibliográficas

- Addine, F. (2004). *La interdisciplinariedad y su enfoque sistémico para el trabajo científico en la enseñanza de las ciencias*. La Habana: Pueblo y Educación
- Álvarez, M. (2004). *Interdisciplinariedad. Una Aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias*. La Habana: Edit. Pueblo y Educación.
- Campos, I. M. (2014). Metodología para implementar la interdisciplinariedad en la dirección del proceso de enseñanza- aprendizaje de la Matemática en la especialidad Maquinaria Azucarera de la Educación técnica y profesional. Tesis en opción al Grado de Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de Ciencias Pedagógicas “Juan Marinello Vidaurreta”, Cuba.
- Contreras, J. L., Torres, R., & Pérez, B. (2014) Proyecto “El perfeccionamiento de la didáctica de la matemática y la física para la formación inicial del profesional de la educación media general en la Universidad de Ciencias Pedagógicas Félix Varela, de Villa Clara”. Trabajo presentado en el XIII Taller Internacional sobre la enseñanza de la Física. La Habana
- Delgado, L. (2012) *Programa de Física General para la Licenciatura en educación Matemática Física*. La Habana: MINED.
- Holliday, D. Resnick, R. & Krane, K. (2007). *Fundamentals of Physics*. 8th Edition. La Habana: Editorial Félix Varela
- Ministerio de Educación. (2010). *Modelo del profesional de la Carrera Licenciado en educación en la especialidad Matemática Física*. La Habana: MINED
- Pacheco, P. (2014). Apuntes sobre la aplicación de la estadística en las investigaciones pedagógicas. Matanzas: Manuscrito no publicado.
- Pérez, A., & Sánchez, R. (2015). La enseñanza de la Física General I en la formación de profesores de Matemática-Física. Un enfoque interdisciplinario. *Atenas*, Vol. 2 (30), p. 65 - 77. Recuperado de: <http://atenas.mes.edu.cu>
- Salazar, D. (2004). *La interdisciplinariedad como tendencia en la enseñanza de las ciencias*. La Habana: Edit. Pueblo y Educación.
- Sears, F. & Zemansky, M. (2008). *Física Universitaria*. La Habana: Editorial Félix Varela.

Recibido: 18 de febrero de 2016

Evaluado: 11 de abril de 2016

Aprobado para su publicación: 25 de abril de 2016