

LA INTERDISCIPLINARIEDAD DESDE LAS DISCIPLINAS MATEMÁTICA Y FÍSICA EN LA LICENCIATURA EN CIENCIAS ALIMENTARIAS. LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN EL PRIMER AÑO DE LA LICENCIATURA EN CIENCIAS ALIMENTARIAS. Grisel de los A. Torres; Madeline Ochoa; Odalis Mora. Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de la Habana, Cuba. griseltr@lfal.uh.cu; madelineochoa@lfal.uh.cu; omora@lfal.uh.cu

RESUMEN

La intradisciplinariedad en la didáctica posibilita elevar la significatividad de los procesos educativos, paralelamente a la sistematización de los contenidos esenciales de las diferentes disciplinas de una carrera. El presente trabajo tiene como objetivo divulgar las experiencias de profesores de las disciplinas Matemática y Física de la Universidad de la Habana, en el diseño de programas con enfoque interdisciplinario para la Licenciatura en Ciencias Alimentarias como parte del proceso de elaboración del Plan de Estudios E y de su implementación inicial en el curso 2017 - 2018. En la investigación se emplearon el método histórico-lógico, el análisis-síntesis y el enfoque sistémico, además de las encuestas a estudiantes y entrevistas a profesores y directivos del Instituto de Farmacia y Alimentos. Como resultados, se identificaron los nodos de articulación interdisciplinaria, se elaboraron los nuevos programas analíticos de estas disciplinas y se identificaron un grupo de ejercicios de Matemática y Física que tributan a la resolución de problemas de la especialidad.

Palabras clave: interdisciplinariedad, matemática, física, programas analíticos, nodos de articulación.

THE INTERDISCIPLINARITY FROM THE DISCIPLINES OF MATHEMATICS AND PHYSICS IN THE CAREER OF FOOD SCIENCES. THE INTERDISCIPLINARITY IN FIRST YEAR OF CAREER OF FOOD SCIENCES.

ABSTRACT

Intradisciplinarity in didactics gives the possibility to elevate the significance of educational processes, in parallel with the systematization of the essential contents of the different disciplines of a career. The present work aims to disseminate the experiences of professors of the Mathematical and Physical disciplines of the University of Havana, in the design of syllabuses with an interdisciplinary approach for the Licentiates of Food Sciences as part of the process of preparation and implementation of the Study Plan E in the course 2017 - 2018. The research used historical-logical methods, analysis-synthesis and systemic approach, as well as student surveys and interviews with professors and managers of the Institute of Pharmacy and Food Sciences. As results, the nodes of interdisciplinary articulation were identified, the new analytical programs of these disciplines were elaborated and a

group of Mathematics and Physics exercises that pay tribute to the resolution of problems of the specialty were identified.

Keywords: interdisciplinarity, mathematics, Physics, analytical syllabuses, articulation nodes

INTRODUCCIÓN

La sociedad cubana actual reclama la necesidad de incorporar mayor cantidad de estudiantes a las carreras de ciencias naturales, garantizando la formación de potencial humano de alta calidad. En el VII Congreso del Partido Comunista de Cuba y en el Plan Nacional de Desarrollo Social hasta 2030 (artículos 152 y 153) se reconoce esta necesidad y se insta a dar continuidad al perfeccionamiento de la educación. Por su parte, el Ministerio de Educación Superior (MES) plantea como exigencias de este proceso, la elaboración de programas con enfoques interdisciplinarios que desde la esencialidad de sus contenidos proporcionen una reducción de la duración de las carreras (MES, 2016).

La Licenciatura en Ciencias Alimentarias es una carrera del área de las ciencias naturales que se estudia en la Universidad de la Habana (UH), centro rector, y en la Universidad de Camagüey. Dentro de los objetivos, en los diferentes planes de estudios por los que ha transitado, se refleja la necesidad de formar un profesional con alto sentido de la responsabilidad, amplia cultura, capacidades para aprender a lo largo de la vida y que pueda participar activamente en la vida socio-económica del país para dar respuesta a las exigencias de la sociedad.

En este sentido, durante el curso 2016-2017 se perfeccionaron los programas de las disciplinas Matemática y Física para el Plan de Estudios E, atendiendo a esas necesidades sociales y a las exigencias del MES. Estas disciplinas se consideran básicas y pertinentes en la carrera Ciencias Alimentarias, ya que permiten perfilar los cimientos de la comprensión y asimilación de otras disciplinas básicas específicas y del ejercicio de la profesión.

La capacidad de trabajar con la abstracción, el desarrollo del pensamiento lógico y de habilidades para el análisis crítico y la comunicación de propiedades de objetos en diferentes formas, son algunas de las capacidades desarrolladas desde la Matemática y la Física e imprescindibles para el futuro profesional. A su vez las disciplinas básicas específicas y del ejercicio de la profesión, deben utilizar estas disciplinas básicas para explicar hechos, relaciones, y modelos que refuercen el carácter científico de sus contenidos. Conectar estos contenidos mediante situaciones reales, con sentido lógico para el estudiante, es una tarea difícil y pendiente en muchas carreras universitarias.

Los profesores de los colectivos de estas disciplinas que laboran en el Instituto de Farmacia y Alimentos (IFAL) de la UH, se enfrentaron al problema: ¿cómo diseñar los programas de las disciplinas Matemática y Física, que desde la esencialidad, propicien la aplicación de sus contenidos

en las disciplinas básicas específicas y del ejercicio de la profesión de la Licenciatura en Ciencias Alimentarias?

El presente trabajo tiene como objetivo divulgar las experiencias de un grupo de profesores de Matemática y Física de la Universidad de la Habana, en el diseño de programas con enfoque interdisciplinario para la Licenciatura en Ciencias Alimentarias como parte del proceso de elaboración del Plan de Estudios E y su implementación inicial en el curso 2017 - 2018.

MATERIALES Y MÉTODOS

Al enfrentar el problema de elaborar los programas de las disciplinas para el Plan de Estudios E de esta carrera, que condujeran a una reducción de la duración de la carrera a cuatro años en el Curso regular Diurno (CRD) y 5 años en Curso por Encuentros (CPE), se desplegó un intenso trabajo científico-metodológico en el IFAL, en busca de la esencialidad y significatividad de los contenidos.

Los profesores de los colectivos de asignaturas de Física y Matemática utilizaron métodos teóricos y empíricos para enfrentar el problema. El método histórico-lógico, el análisis y la síntesis permitieron diagnosticar el proceso de enseñanza aprendizaje (PEA) de las disciplinas Matemática y Física en la Licenciatura en Ciencias Alimentarias en el IFAL, estudiar las diferentes posiciones que se asumen en relación a la interdisciplinariedad, identificar modelos didácticos interdisciplinarios generados y/o utilizados en Cuba y en otros contextos internacionales, así como analizar las posibilidades de aplicación de esos modelos en el contexto dado.

El análisis documental de planes y programas de estudios de universidades nacionales y foráneas, de las bases conceptuales del rediseño del currículo, de la bibliografía especializada para diversas disciplinas de la carrera, contribuyó a concebir los fundamentos para la elaboración de los programas de las asignaturas.

Las encuestas a estudiantes y las entrevistas a docentes y directivos del IFAL, permitieron caracterizar el estado del PEA en los dos primeros años de la carrera y conocer el nivel de integración de las disciplinas básicas y las de la especialidad.

El enfoque sistémico permitió elaborar las propuestas de programas analíticos de las disciplinas Matemática y Física, las cuales fueron sometidas a consulta con profesores expertos de otras disciplinas de la carrera y de los departamentos de Física Aplicada y de Matemática de la Universidad de la Habana.

La disciplina Matemática está compuesta por las asignaturas Matemática I, Matemática II y Bioestadística. La disciplina Física, integrada por Física I y Física II. Ambas disciplinas, en el CRD y CPE de la Licenciatura en Ciencias Alimentarias de la UH, se imparten coincidiendo Física I con Matemática II en el segundo semestre del primer año de la carrera, y Bioestadística con Física II, en el primer semestre del segundo año (MES, 2017).

Los contenidos matemáticos se consideran precedentes para la asimilación de la Física. En las asignaturas de estas disciplinas se interpretan conceptos, teoremas y métodos de trabajo que posibilitan identificar las estructuras y relaciones generales entre objetos matemáticos y físicos que les son inherentes, resolver problemas relacionados con la realidad física y consolidar la concepción científica del mundo. Establecer las relaciones e integración entre contenidos físicos y matemáticos no es una dificultad, si se apela al desarrollo lógico de estas ciencias. El reto, en ambas disciplinas, consiste en identificar los contenidos esenciales y suficientes que le posibiliten al estudiante resolver problemas de la realidad profesional, autosuperarse continuamente y que permitan a su vez, la reducción en tiempo de la carrera.

Para elaborar programas analíticos con enfoque interdisciplinario y posteriormente implementar un proceso docente con esas características, de forma coherente, consciente y con la óptima calidad, que garantice el cumplimiento de los objetivos de cada asignatura, de las disciplinas y del Plan de Estudio, es preciso asumir una definición de interdisciplinariedad.

Desde la antigüedad se refieren intentos de integrar los conocimientos en las escuelas. La interdisciplinariedad ha sido objeto de estudio de numerosos investigadores desde finales del siglo XIX. En Cuba se destacan los trabajos de M. Álvarez (1999), F. Perera (2000), B. Fernández de Alaiza (2000), S. Núñez (2001), F. Addine (2001), D. Salazar (2001), J. Fiallo (2001), entre otros; los cuales aportan definiciones, teorías y modelos valiosos, cuya implementación debe propiciar la sistematización, solidez e integración de contenidos asimilados durante el estudio de una o varias disciplinas, y elevar la motivación por la carrera al hacer significativos los procesos educativos, paralelamente al desarrollo de habilidades para su crecimiento a lo largo de la vida.

Al definir la interdisciplinariedad algunos autores la consideran como: proceso (Fernández de Alaiza, 2000; Fiallo, 2001), atributo del método (Álvarez, 1999); principio didáctico (Núñez, 2001) procedimientos didácticos (Addine, 2001), filosofía de vida y de trabajo (Perera, 2000; Fiallo, 2001), estrategia didáctica (Salazar, 2001). Los investigadores mencionados coinciden en la necesidad de no solo declarar la interdisciplinariedad en los programas, sino en ejercerla durante el desarrollo de los currículos, aspecto de suma complejidad y que viene a dar respuesta al problema creado con la disciplinariedad (Álvarez *et al.*, 2004).

Al analizar la relación que se establece entre la disciplinariedad y la interdisciplinariedad la investigadora Marta Álvarez Pérez (2004, p10) asevera que: “No puede hablarse de interdisciplinariedad sin saberes disciplinares, ni de disciplinariedad sin desentrañar la compleja madeja de relaciones que se dan en la realidad”.

Las autoras del presente trabajo coinciden con la investigadora Berta Fernández de Alaiza en que la interdisciplinariedad se debe asumir como un “proceso significativo de “enriquecimiento” del

currículum y de “aprendizaje” de sus actores que se alcanza como resultado de reconocer y desarrollar los nexos existentes entre las diferentes disciplinas de un Plan de Estudio, a través de todas las componentes de los sistemas didácticos de cada una de ellas y que convergen hacia una reciprocidad de intercambios que dan como resultado un enriquecimiento mutuo.” (2000, p16). La investigadora propone una vía para desarrollar la interdisciplinariedad en la enseñanza universitaria basada en el método de los nodos de articulación interdisciplinarios, comprendidos como “contenidos esenciales de un tema de una asignatura o de una disciplina que incluyen los conocimientos, las habilidades y los valores asociados a él y que sirven de base a un proceso de articulación interdisciplinaria en una carrera universitaria dada” (2000, p38).

La interdisciplinariedad, como proceso en la enseñanza universitaria, debe transitar por diferentes etapas durante el diseño y desarrollo del currículum. Según Jorge Fiallo Rodríguez “la integración es una etapa necesaria que contribuye a la interdisciplinariedad” durante la cual se realiza una “organización y estudio de los contenidos de las disciplinas, es una etapa para la interacción que sólo puede ocurrir en un régimen de coparticipación, reciprocidad, mutualidad (condiciones esenciales para la efectividad de un trabajo interdisciplinar)” (2001, p27). Este investigador afirma que la integración de disciplinas se manifiesta mediante las relaciones interdisciplinarias, entendidas como una condición didáctica que permite cumplir el principio de sistematicidad de la enseñanza y contribuir a la formación integral del estudiante.

Luego de concebir las bases conceptuales del diseño del Plan de Estudios, la elaboración de los programas de las diferentes disciplinas, es una de las etapas fundamentales en el establecimiento de las relaciones interdisciplinarias. Es imprescindible por tanto, analizar los contenidos que conforman cada disciplina, donde se introduce y refuerza cada conocimiento, identificar las disciplinas que lo utilizan para explicar hechos o teorías, o lo aplican en la resolución de problemas, revisar minuciosamente la bibliografía disponible, y analizar cómo se utilizará para la comprensión de conceptos, la contextualización y comprensión de los contenidos objetos de estudio (Rodríguez *et al.*, 2016; Vanegas *et al.*, 2016).

Si bien es cierto que al organizar los contenidos en una disciplina debe existir la unidad entre la lógica interna de la ciencia y la lógica del proceso de enseñanza aprendizaje, también es imprescindible tener en cuenta aquellos contenidos que se derivan del modelo del profesional (MES, 2016). Formar un profesional competente transita por la enseñanza y el aprendizaje de conocimientos y habilidades, del desarrollo de hábitos y valores, que le permitan al estudiante resolver adecuadamente los problemas profesionales con compromiso, perseverancia, autonomía, y eficiencia.

El enfoque sistémico y científico para estructurar los contenidos crea las bases para la representación integral del mismo por el estudiante, le permite alcanzar mayor solidez en los conocimientos

asimilados y alcanzar un alto grado de generalización y aplicabilidad. Pero no basta con la coherencia entre los contenidos que aborda una disciplina, sino que es imprescindible la correspondencia entre el lenguaje científico (Carvajal, 2010), los símbolos, las notaciones, y los tiempos en que se imparten los contenidos en cada disciplina que estén estrechamente relacionadas. Si existen repeticiones de contenidos o se abordan en disciplinas diferentes el mismo contenido usando terminologías diferentes, al estudiante se le dificulta realizar asociaciones y por ende, se interrumpe el carácter sistemático y científico del PEA. Se considera una necesidad para lograr la integración adecuada de los contenidos, estructurar las disciplinas con un enfoque intra e interdisciplinario.

Fernando Perera Cumerma (2000) recomienda usar el principio interdisciplinario profesional en la formación de los profesionales universitarios, concibiendo este como director del proceso de enseñanza aprendizaje hacia la preparación de un futuro profesional capaz de solucionar integralmente los problemas que enfrentará en su desempeño profesional. No se puede perder de vista en este proceso la elaboración de sistemas de tareas en las disciplinas, a partir de estos problemas y atendiendo a los diferentes niveles de asimilación de los contenidos (Díaz *et al.*, 2014; Ledesma *et al.*, 2016).

La aplicación de este principio tiene como implicaciones didácticas el establecimiento de relaciones interdisciplinarias con disciplinas básicas específicas y del ejercicio de la profesión, y la búsqueda de marcos integradores para estructurar el proceso de resolución de problemas.

En este trabajo se asume que el método de los nodos de articulación interdisciplinarios aplicado por Fernández de Alaiza es adecuado para concebir la interdisciplinariedad entre Matemática y Física en la Licenciatura en Ciencias Alimentarias y que la concepción metodológica de estas disciplinas debe sustentarse en el principio interdisciplinario profesional.

RESULTADOS

Teniendo como base los fundamentos teóricos asumidos, se diseñaron los programas de las disciplinas Matemática y Física que resultaron aprobados en el año 2017 por la Comisión Nacional de Carrera de la Licenciatura en Ciencias Alimentarias.

Estos programas diseñados con enfoques interdisciplinarios, reflejan la esencialidad de sus contenidos, e incluyen orientaciones metodológicas sustentadas en el principio interdisciplinario profesional, cuyo cumplimiento en el desarrollo de los currículos, propician la aplicación de los contenidos básicos en las disciplinas básicas específicas y del ejercicio de la profesión. La esencialidad de los contenidos se logró al identificar los nodos de articulación interdisciplinaria en las disciplinas Matemática y Física, y establecer las relaciones interdisciplinarias de estas con la especialidad.

Los nodos de la disciplina Matemática, que constituyen contenidos esenciales para la comprensión y resolución de problemas intramatemáticos y vinculados a Física son los siguientes: vector, función real y vectorial, límite de una función en un punto, derivada, integral y ecuación diferencial.

En Física los nodos fueron identificados por cada una de sus asignaturas. En Física I los nodos son: Mecánica del punto material (cinemática, dinámica, trabajo y energía en la traslación); Mecánica del sistema de puntos materiales (movimiento lineal y movimiento de rotación); Estática y dinámica de los fluidos; Oscilaciones y ondas mecánicas. En Física II se identificaron los nodos: Electroestática y corriente eléctrica directa; Magnetismo; Electromagnetismo y corriente alterna; Naturaleza de la luz, óptica geométrica y polarización; Interferencia y difracción; Radiación y absorción térmica, efecto fotoeléctrico y radioactividad.

La tabla 1 refleja el carácter interdisciplinario de algunos de los nodos de articulación identificados en Matemática y Física I a nivel horizontal en el primer año de la carrera. Como ejemplo de relación interdisciplinaria entre estas asignaturas, se puede citar el empleo de la derivada en los conceptos: velocidad y aceleración (lineal y angular) instantáneas; potencia instantánea; fuerza conservativa como derivada de la función energía potencial; gasto de flujo volumétrico y gasto de flujo másico; velocidad y aceleración de las oscilaciones periódicas, y velocidad de las ondas mecánicas.

Otro ejemplo lo constituye el empleo de la integral en algunos conceptos físicos tales como: trabajo efectuado por una fuerza constante o variable; posición del centro de masa en cuerpo sólido con distribución continua; impulso de la fuerza neta que actúa sobre la partícula y trabajo efectuado por un torque.

Tabla 1. Matriz de relaciones interdisciplinarias entre nodos de Matemática y Física I

Física I Matemática	Mecánica del punto material	Mecánica del sistema de puntos materiales	Estática y dinámica de los fluidos	Oscilaciones y ondas
Función real y vectorial	X	X	X	X
Vector	X	X	X	
Límite de funciones	X	X	X	X
Derivada	X	X	X	X
Integral	X	X		
Ecuaciones diferenciales	X	X	X	X

Las relaciones interdisciplinarias identificadas desde la Matemática, no son exclusivas con la Física. En el primer año de la carrera, se establecen relaciones interdisciplinarias entre Matemática y la

asignatura de Química General (disciplina Química y Bioquímica de los Alimentos). Por ejemplo, el concepto derivada de una función real en un punto, se utiliza en Química al estudiar la velocidad de cualquier proceso químico y la variación de la concentración de las sustancias reaccionantes o resultantes con el tiempo.

Para mostrar la interdisciplinariedad a nivel vertical a lo largo de la carrera, se toma la disciplina Física como eje articulador entre la Matemática y otras disciplinas de la carrera, como se observa en la figura 1.

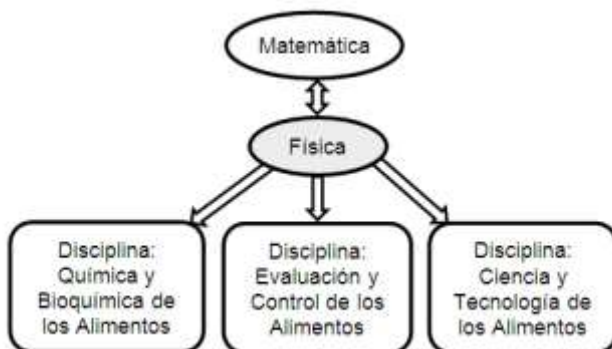


Figura 1. Interdisciplinariedad a nivel vertical

Para ello, se pone como ejemplo en Física I, el nodo Estática y Dinámica de los Fluidos como se muestra en la figura 2. A través del concepto derivada estudiado en Matemática, se explica la razón de flujo (gasto o caudal) de un fluido, ya sea volumétrico o másico, que son conceptos fundamentales al analizar el movimiento de un fluido. A su vez, los conceptos estudiados en el nodo Estática y Dinámica de los Fluidos, sirven de base para explicar lo relacionado con: la ley de conservación de la masa y con ello, el flujo de fluidos; el transporte de fluidos; las propiedades mecánicas de los alimentos; el envase de alimentos y la conservación de los alimentos a altas presiones hidrostáticas en la disciplina Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

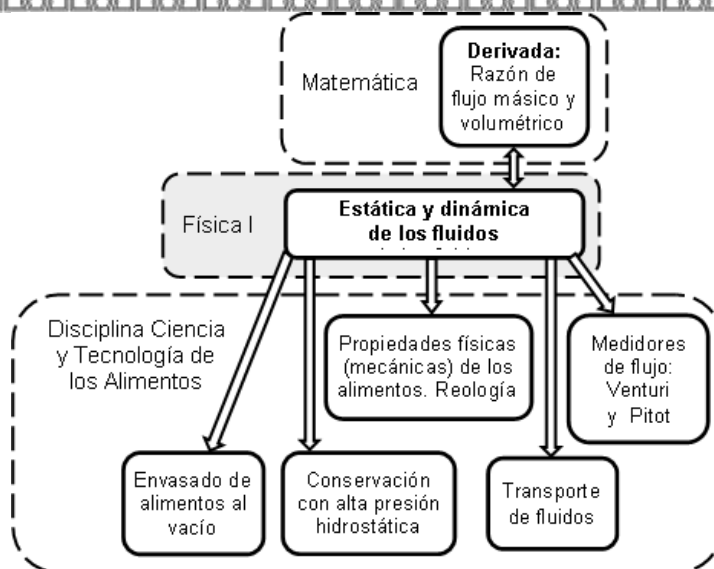


Figura 2. Interdisciplinariedad desde Física I a nivel vertical

La tabla 2 refleja las relaciones interdisciplinarias entre algunos nodos de articulación identificados entre la disciplina Matemática y la asignatura Física II.

Tabla 2. Matriz de relaciones interdisciplinarias entre algunos nodos de Matemática y Física II

Física II \ Matemática	Electrostática y corriente directa	Magnetismo	Electro-magnetismo y corriente alterna	Naturaleza de la luz, lentes delgadas y polarización
Función real y vectorial	X	X	X	X
Vector	X	X	X	
Límite de funciones	X	X	X	
Derivada	X	X	X	
Integral	X	X	X	
Ecuaciones diferenciales	X	X	X	

La derivada en Física II se utiliza en los conceptos: corriente eléctrica; fuerza electromotriz inducida (fem) en una o varias espiras, entre otros. Las integrales son empleadas en las ecuaciones de Maxwell, que sirven de base al electromagnetismo; en el trabajo realizado por una fuerza eléctrica no

constante durante el desplazamiento y en el potencial debido a una distribución continua de carga a lo largo de una línea, de una superficie o de un volumen.

En el caso de Física II, se resalta la relación establecida entre los nodos de la Matemática, los nodos “Magnetismo” y “Electromagnetismo y corriente alterna”, y las disciplinas de la especialidad, lo que se aprecia en la figura 3.

Utilizando las Ecuaciones Diferenciales y en general, los contenidos básicos del Cálculo Diferencial e Integral, se estudian: la Ley de Gauss del Magnetismo, la Ley de Inducción de Faraday (o ley de la Inducción electromagnética) y la Ley de Ampere Generalizada, que son tres de las ecuaciones de Maxwell, las cuales sirven de base al estudio del Electromagnetismo. El contenido de este nodo es parte de los conocimientos necesarios para comprender el principio en que se basa: la espectrometría de masa utilizada como método de análisis químico en la disciplina Evaluación y Control de Alimentos; el horno de microonda; la cocina de inducción; el flujómetro electromagnético; el removedor electromagnético; la conservación de los alimentos a través de campos magnéticos oscilantes, y otras aplicaciones que forman parte de la disciplina Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

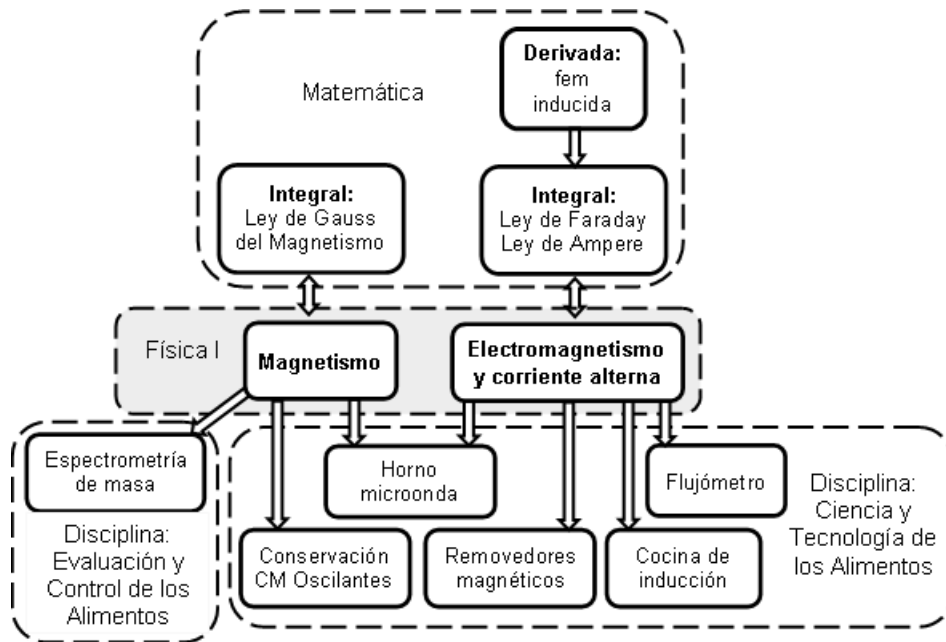


Figura 3. Interdisciplinariedad desde Física II a nivel vertical

Otro de los resultados de este trabajo científico-metodológico es la identificación de un grupo de ejercicios de Matemática y Física que tributan a la resolución de problemas de la especialidad y que permitieron conformar un sistema de tareas interdisciplinarias. Al considerar la disciplina Física como eje articulador entre la Matemática y otras disciplinas de la Licenciatura Ciencias Alimentarias, se

seleccionaron (Krasnov, 1990; Giancolli, 2009; Young y Freedman, 2009; Stewart, 2013) o confeccionaron ejercicios integradores, básicos y obligatorios para el aprendizaje de la Física como ciencia y se reelaboraron algunos problemas contextualizando sus contenidos a la especialidad.

Un ejemplo de este resultado lo constituye la forma en que se exponen la teoría y los ejercicios, donde se interrelacionan los nodos cognitivos: Derivada, Integral, Magnetismo, Electromagnetismo y corriente alterna que se muestran en la figura 3.

Para definir el concepto Flujo Magnético, que precede el estudio de la Ley de Faraday y la Ley de Ampere, el estudiante debe poseer habilidades en el trabajo con vectores, la derivada, y la integral. "El flujo magnético se puede considerar proporcional al número de líneas del campo magnético que pasan a través del área encerrada por la espira" (Giancoli, 2009, p760). En esta definición, el diferencial de flujo se calcula como: $d\phi_B = B_{\perp} dA = B \cos \varphi dA = \vec{B} \cdot d\vec{A}$ y el flujo total se obtiene a partir de un proceso de integración: $\phi_B = \int \vec{B} d\vec{A} = \int B \cos \varphi dA$, donde se evidencia la interrelación entre los contenidos (nodos) de Matemática y Física descritos.

La Ley de Faraday establece que "la fuerza electromotriz inducida en una espira cerrada es igual al negativo de la tasa de cambio del flujo magnético a través de la espira a través del tiempo" (Young y Freedman, 2009, p996), y se calcula por $\mathcal{E} = -\frac{d\phi_B}{dt}$, que sirve como basamento teórico para describir el funcionamiento de diferentes equipos (por ejemplo: la cocina de inducción, flujómetro o caudalímetro electromagnético, removedores magnéticos) vinculados con problemas de la disciplina Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

DISCUSIÓN

Los programas analíticos de las disciplinas Matemática y Física diseñados para el Plan de Estudio E, son resultado de un estudio teórico previo que permitió asumir definiciones y concepciones metodológicas, las cuales quedan plasmadas en el presente trabajo. En estos documentos se recogen los contenidos esenciales cuya asimilación adecuada, por parte del estudiante, propiciará su aplicación en las disciplinas básicas específicas y del ejercicio de la profesión. Con las indicaciones metodológicas incluidas en esos programas se conduce, al profesor de estas disciplinas, a minimizar las distancias existentes entre la interdisciplinariedad declarada en ellos y el desarrollo de los procesos de enseñanza-aprendizaje de estas ciencias.

En el proceso de implementación inicial del Plan de Estudio E para las modalidades presencial y semipresencial de la Licenciatura en Ciencias Alimentarias, se identificaron algunas dificultades, aún

no resueltas. Un ejemplo ha sido la planificación de las asignaturas de Matemática II y Física I en el segundo semestre del primer año de la carrera, la cual no garantiza la necesaria precedencia de los temas Cálculo Diferencial y Cálculo Integral para el estudio de algunos contenidos de Física I como son: el trabajo efectuado por una fuerza (mecánica) constante o variable y la posición del centro de masa en cuerpo sólido con distribución continua. Se pueden tomar medidas organizativas de planificación, pero ello complejiza dicho proceso. En este caso se recomienda buscar soluciones a través del trabajo metodológico interdisciplinar.

A pesar de que en estos programas de las disciplinas Matemática y Física, se recogen los contenidos esenciales, hay conceptos que sirven de base para interpretar otros en diversas asignaturas, que no están incluidos. Un ejemplo de ello lo constituye la integral de línea, uno de los contenidos que se incluía en la Matemática II en el Plan de Estudios D (2008) y que no forma parte del programa de esa asignatura en el Plan E. Las ecuaciones de Maxwell que se estudian en Física II, se resuelven por integrales de línea, lo que conlleva orientar a los estudiantes la búsqueda de información relacionada con ese contenido, la solución de tareas interdisciplinarias extracurriculares o buscar otras variantes para resolver estas dificultades a través del trabajo metodológico conjunto entre las disciplinas implicadas.

Otra dificultad que se ha observado en esta implementación inicial del Plan de Estudio E, ha sido que el estudiante que ingresa a esta carrera posee limitaciones para asimilar la matemática y la física de este nivel, tiene enormes vacíos de conocimientos previos que le impiden comprender contenidos nuevos con facilidad y realizar transferencias a nuevas situaciones. Esta situación se agudiza en el Curso por Encuentro, pues muchos de esos estudiantes llevan tiempo alejados de las aulas y han perdido habilidades para realizar el estudio independiente. Algunos alumnos prefieren que se dedique tiempo de la clase a llenar los vacíos de conocimientos que poseen y no a intentar relacionar contenidos de asignaturas, que por sí mismas resultan difíciles de comprender, y hacen resistencia a la vinculación de los contenidos con la vida, aunque precisamente sea este hecho el que le dé sentido al contenido.

A lo antes expuesto se suma que en la bibliografía de las disciplinas Matemática y Física, de que se dispone en la actualidad, los problemas y ejercicios apenas se ajustan a la especialidad.

Ha sido un reto para los profesores, buscar diferentes vías para que los estudiantes comprendan la importancia de los contenidos de ambas disciplinas en su relación con las Ciencias Alimentarias y por tanto, se motiven por las mismas. Para ello, se deben contextualizar los problemas, orientar tareas investigativas interdisciplinarias para resolver en equipos y después discutir en plenaria. Propiciar la

elaboración de trabajos interdisciplinarios y su exposición en las Jornadas Científicas Estudiantiles u otros eventos científicos, son acciones que no se deben menospreciar en la implementación de la interdisciplinariedad en esta carrera. Es necesario orientar el uso de las Tecnologías de la Informática y las Comunicaciones, a través de programas profesionales, aplicaciones para móviles y acceso a sitios web que contribuyan al cumplimiento de los objetivos de aprendizaje y sean atractivos para los alumnos.

La evaluación constituye un aspecto pendiente para lograr coherencia en la interdisciplinariedad declarada. Es una necesidad incluir en el sistema de evaluación de las asignaturas de ciencias básicas, algunos problemas interdisciplinarios que reflejen el nivel de articulación real alcanzado en las disciplinas.

Todos estos aspectos deberán ser objeto del trabajo científico metodológico en los próximos cursos durante el desarrollo del Plan de Estudio E.

Se recomienda que el presente trabajo sirva de base para profundizar en la interdisciplinariedad desde la Matemática y la Física en la Licenciatura en Ciencias Farmacéuticas.

LITERATURA CITADA

1. Ministerio de Educación Superior. Documento base para el diseño de los planes de estudios “E”. La Habana: Ministerio de Educación Superior; 2016.
2. Ministerio de Educación Superior. Plan de Estudio E de la carrera Licenciatura en Ciencias Alimentarias. La Habana: Ministerio de Educación Superior; 2017.
3. Álvarez Pérez M, Fiallo Rodríguez J, Salazar Fernández D, García Ruiz J, Colunga Santos S, Perera Cumerma F, et al. Interdisciplinariedad: Una aproximación desde la enseñanza aprendizaje de las ciencias. Ciudad de la Habana: Editorial Pueblo y Educación; 2004.
4. Fernández de Alaiza B. La interdisciplinariedad como base de una estrategia para el perfeccionamiento del diseño curricular de una carrera de ciencias técnicas y su aplicación en la Ingeniería en Automática en la República de Cuba (tesis doctoral). Ciudad de la Habana: Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echevarría”; 2000.
5. Fiallo Rodríguez J. La interdisciplinariedad en el currículo: utopía o realidad educativa. Ciudad de la Habana: Instituto Central de Ciencias Pedagógicas; 2001.
6. Rodríguez Rivero L, Ponce Valdés Y, Pérez González A. La comprensión matemática de las funciones en interdisciplinariedad con la Física a través de problemas de la vida práctica. Revista Iberoamericana de Educación. 2016; 47: 176-191.

7. Vanegas Vanegas D, Celis Duarte R.A, Becerra Riaño J. S. Modelo interdisciplinar de intervención pedagógico-didáctica propulsor de un proceso de enseñanza-aprendizaje de calidad. Revista Universidad y Sociedad. 2016; 8 (1): 151-158.
8. Carvajal Escobar, Y. Interdisciplinariedad: desafío para la educación superior y la investigación. Revista Luna Azul. 2010; 31 (julio-diciembre): 156-169.
9. Perera Cumerma F. La formación interdisciplinar de los profesores de Ciencias: un ejemplo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Física (tesis doctoral). La Habana. Instituto Superior Pedagógico "Enrique José Varona". 2000.
10. Díaz Otálvaro C, Anacona Martínez AK, Marín Acevedo HD. La interdisciplinariedad a través de la resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje de la Física. Medellín: Universidad de Antioquia, 2014.
11. Ledesma Santos G, Rodríguez Corvea L, Lazo Rodríguez M, Calderón Mora M. Sistema de tareas docentes interdisciplinarias para contribuir al aprendizaje de los métodos estadísticos. Gaceta medica espiritvana. Universidad de Ciencias Médicas. 2016; 18 (2).
12. Krasnov M. Curso de matemáticas superiores para ingenieros. Tomos I y II. Moscú: Editorial MIR, 1990.
13. Giancoli DC. Física para ciencias e Ingeniería con física moderna. 4 ed. México: Pearson Educación, 2009.
14. Young HD, Freedman RA. Física Universitaria. 12 ed. México: Pearson Educación, 2009.
15. Stewart J. Cálculo con Trascendentes Tempranas. La Habana: Editorial Pueblo y Educación, 2013.