

ACERCAMIENTOS A LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA ENSEÑANZA – APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

**La interdisciplinariedad en la enseñanza – aprendizaje de las
Ciencias.**

Dra. Marta Alvarez Pérez

Interdisciplinariedad: un reto para el docente.

Ms. C. Silvia Núñez Junco

**La formación interdisciplinaria de los profesores: Una necesidad
del proceso de enseñanza – aprendizaje de las Ciencias.**

Dr. Fernando Perera Cumerma

LA INTERDISCIPLINARIEDAD EN LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

Dra. Marta Álvarez Pérez
Metodóloga de Matemáticas
Ministerio de Educación

Históricamente la interdisciplinariedad ha surgido como resultado de dos motivaciones fundamentales: una académica (epistemológica) y otra instrumental. La primera tiene como objetivo la reunificación del saber y el logro de un cuadro conceptual global, mientras que la segunda, pretende investigar multilateralmente la realidad, por el propio carácter variado, multifacético y complejo de la misma y la necesidad de obtener un saber rápidamente aplicable, en consonancia con la creciente interrelación entre ciencia, tecnología y sociedad (CTS).

Los orígenes de la interdisciplinariedad datan de la antigüedad, pero no nos referiremos a ello en este contexto. Sólo apuntaremos que su renovado impulso a partir de la segunda mitad de este siglo ha traído consigo la generalización de formas cooperadas de investigación, la producción de cambios estructurales en las instituciones científicas y universitarias, así como nuevas relaciones entre ellas y la sociedad y los sectores productivos.

En el ámbito epistemológico este tema es sumamente polémico y se ha caracterizado por la ambigüedad y la confusión de términos, por ejemplo, con el de integración. Así, hay quienes eluden dar un concepto, lo definen incluyéndolo en el propio definiens, lo identifican con la búsqueda de los núcleos conceptuales comunes a varias disciplinas o lo ven como la combinación de varias de ellas para resolver una tarea dada, entre otras variantes.

A nuestro juicio la interdisciplinariedad debe apreciarse como un atributo del método que permite dirigir el proceso de resolución de problemas complejos de la realidad a partir de formas de pensar y actitudes sui generis asociadas a la necesidad de comunicarse, cotejar y evaluar aportaciones, integrar datos, plantear interrogantes, determinar lo necesario de lo superfluo, buscar marcos integradores, interactuar con hechos, validar supuestos y extraer conclusiones.¹ Por cuanto el método es el contenido de la teoría y ésta lo es de aquél, no se niega con esta formulación que la interdisciplinariedad penetra en el qué; sólo se enfatiza que tiene que ver más con el cómo que con el qué.

¹ véase Álvarez Pérez, Marta: La interdisciplinariedad en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias exactas en la escuela media. En: Resúmenes del Congreso Pedagogía 2001, La Habana, Cuba.

En un proceso disciplinar, nuestras preguntas y los métodos que usamos para responderlas determinan nuestras respuestas; sin embargo, cuando las disciplinas por separado no proporcionan las preguntas y respuestas adecuadas a nuestros problemas, es que entra en juego la interdisciplinariedad.² Ahora bien, entre interdisciplinariedad y disciplinariedad existe una relación dialéctica, No puede hablarse de interdisciplinariedad sin saberes disciplinares, ni de disciplinariedad sin desentrañar la compleja madeja de relaciones que se dan en la realidad

La interdisciplinariedad, tal y como la definimos anteriormente, puede considerarse como un concepto superior al que están subordinados otros tales como multidisciplinariedad, el propio de interdisciplinariedad y el de transdisciplinariedad, por sólo citar algunos. También sobre estos conceptos existen múltiples acepciones. Asumimos que la multidisciplinariedad, como forma de aproximación al conocimiento, conduce a la cooperación entre disciplinas que tienen algo en común; la interdisciplinariedad (en sentido estrecho), a la revelación de algo que se encuentra en la frontera común a varias disciplinas; mientras que la transdisciplinariedad, a la fundamentación o explicación de las disciplinas desde ese algo común.

La interdisciplinariedad en su sentido amplio ha encontrado también resonancia en la esfera educacional en sus dos vertientes, la académica y la instrumental. Según Miguel Fernández (1994) la interdisciplinariedad en el ámbito educativo tiene dos objetivos fundamentales:

“1. Que los intelectuales y profesionales del mañana sirvan para algo real en el mundo que viene.

2. Que los individuos adquieran los hábitos de análisis y síntesis que les permitan orientarse en la realidad en que viven”

Luego, la interdisciplinariedad persigue contribuir a la cultura integral y a la formación de una concepción científica del mundo en los alumnos, desarrollar en ellos un pensamiento humanista y científico y por demás creador, que les permita adaptarse a los cambios de contexto y abordar problemas de interés social desde la óptica de varias disciplinas y que les posibilite por ende asumir actitudes críticas y responsables ante las políticas sociales, científicas y tecnológicas que los afecten.

A estos objetivos desde el punto de vista del aprendizaje de los alumnos se subordina el diseño, ejecución y evaluación del currículo, incluido el trabajo metodológico de los docentes, con el fin de armonizar y cohesionar las influencias, enfoques y métodos con que los diversos agentes intervienen en el proceso de enseñanza - aprendizaje.

En este trabajo se ha tratado el tema de la interdisciplinariedad desde la óptica del diseño, desarrollo y evaluación del currículo de ciencias. En concreto se hace una propuesta de cómo proceder en el el diseño del currículo, en la preparación didáctico-metodológica de los docentes y la evaluación de los aprendizajes, desde una óptica interdisciplinar.

² véase: Williams, J.T.:Interdisciplinarity:The Meme for the Space Between the Books. <http://intertwining.org/meme.htm>

En lo que sigue entenderemos por currículum un proyecto que se distingue por su carácter sistémico, motivado, problémico, investigativo y de proceso, que consta de tres subprocesos que se relacionan dialécticamente: el de diseño, desarrollo y evaluación del currículum. (Castro, F., 2 000)

El diseño curricular se concibe como un proceso en el que se concretan las intenciones educativas en un proyecto, que partiendo del diagnóstico de la realidad escolar establece sus problemas y necesidades para proyectar los objetivos, contenidos, métodos, medios, formas de organización y evaluación, que permitan satisfacerlas. El desarrollo del currículum será la concreción del diseño adelantado en el proceso de enseñanza - aprendizaje y la evaluación (de los aprendizajes, del estado de diseño del currículum y del desempeño docente), la retroalimentación del proyecto, que permitirá su ajuste permanente. (Álvarez de Zayas, R. M., 1995)

En nuestro país el currículum se organiza por disciplinas, aún cuando se planifican otras actividades de carácter variado, que lo integran y complementan, por ejemplo: las labores productivas en el huerto, parcela o área experimental, excursiones, concursos, cátedras pioneriles, sociedades científicas, círculos de interés, etc Su diseño a nivel macro se ha realizado atendiendo al orden lógico entre los sistemas de conceptos y habilidades de las diversas disciplinas escolares y a la sistematización de conceptos, procedimientos y modos de actuación dentro de una misma disciplina en uno y varios cursos, de modo de ir logrando progresivos grados en la profundización y ampliación de los conocimientos.

Ya en el desarrollo del currículum se aprecian en los últimos años avances en el establecimiento de nexos entre las disciplinas para estimular un aprendizaje significativo y relevante los alumnos, en la medida en que se trata de revelar la significación social de los contenidos y la relación que existe entre los sistemas de conocimientos y habilidades de unas y otras . Sin embargo, no se excluyen dificultades como las siguientes:

- Las situaciones de aprendizaje que se proponen a los alumnos no siempre motivan suficientemente a los mismos ni comprometen su trabajo intelectual hasta el punto de dejar una huella tanto en el plano de sus conocimientos, como en el de sus procesos de pensamiento y modos de actuación.**
- Las tareas que se plantean generalmente son cerradas, no repercuten en los sistemas de clases de varias asignaturas, y pocas veces exigen que los alumnos trabajen de forma grupal, de modo de propiciar que estos se comuniquen, se planteen interrogantes y conjeturas y confronten sus puntos de vista.**
- No se aprovechan al máximo los conocimientos previos, vivencias y experiencias que los alumnos pueden obtener a través de revistas y periódicos, la comunidad o las**

actividades experimentales que realizan, limitándose de esta forma el número y la calidad de las fuentes que se consultan.

Estos problemas apuntan hacia la necesidad de desarrollar un pensamiento complejo (Morin, E., 1994) en los alumnos y una forma de aprender, que puede potenciarse mediante la interdisciplinariedad³. Partiendo de la definición dada anteriormente de este concepto y extrapolándolo hacia el ámbito escolar, puede inferirse que para que los alumnos se acerquen de forma interdisciplinaria al conocimiento en determinados momentos de sus estudios, debería proponérseles actividades que, expresadas en tareas concretas, se caracterizaran por⁴:

- a) su carácter realista,
- b) su naturaleza compleja,
- c) su carácter abierto,
- d) la exigencia de trabajar colectivamente,
- e) la necesidad de utilizar múltiples fuentes cualitativamente diferentes de áreas distintas,
- f) la obligación de emplear y desarrollar procedimientos y recursos complejos y diversos.⁵

De este modo pudieran considerarse como indicadores de que los alumnos han adquirido un nuevo conocimiento de forma interdisciplinaria los que a continuación se relacionan:

- la cantidad y complejidad de interrogantes planteadas y resueltas,
- el número y calidad de los procedimientos y productos desarrollados.
- la motivación y nivel de pertenencia alcanzado por los alumnos con la tarea,
- la eficacia en la discusión, definición, distribución y valoración colectiva de las tareas,
- la cantidad y calidad de fuentes consultadas de áreas diversas.

Si compartimos la idea que la práctica de la interdisciplinariedad está condicionada por el diseño del currículo, es preciso contar con procedimientos que nos permitan hacerlo. Sin embargo, en los currículos no se señala explícitamente, por regla general, los “interobjetos”, “problemas límite” o “nodos interdisciplinarios” que se pueden abordar desde el punto de vista de varias disciplinas, de acuerdo con las capacidades diversas de los alumnos.

A continuación trataremos de sustentar un procedimiento que favorezca una construcción interdisciplinaria de los aprendizajes de los alumnos. Para ello requerimos precisar qué se entiende por nodo cognitivo. Como tal, entendemos un

³ En lo adelante nos referiremos al concepto de interdisciplinariedad en su acepción más amplia..

⁴ véase también los requisitos planteados por García Ruiz en su tesis de grado "Metodología para un enfoque interdisciplinario desde la Matemática destinada a fortalecer la preparación profesional del Contador., 2001.

⁵ Por supuesto, e) y f) se desprenden de la propia naturaleza compleja de la tarea

punto de acumulación de conocimientos (conceptos, proposiciones, leyes, principios, teorías, modelos) en torno a un concepto o una habilidad. Los alumnos, con el apoyo del profesor, van estableciendo de forma consciente esta estructura de nodo, la que se hace perdurable al ser activada para aplicarla, modificarla (enriquecerla o transformarla) o conectarla con otro nodo (Hernández, H., 1993). Llamaremos entonces nodos principales a aquellos que se distinguen por su relevancia cultural o sus aplicaciones a la práctica (Álvarez, M., 1999a)). De especial importancia será entonces la planificación de tareas, que permitan activar estos nodos.

En un diseño a nivel macro del currículo habría que partir, a nuestro juicio, de la determinación de problemas relevantes que respondan a las necesidades sociales y los objetivos generales de la formación. En principio tales problemas deben responder a los criterios que a continuación se relacionan:

- su importancia social y para la creación de actitudes comprometidas con la solución de los problemas de nuestra sociedad.
- su relevancia para la cultura y la formación de una concepción científica del mundo en los estudiantes.
- su interés para la formación de personalidades capaces de disfrutar la obra del hombre y la naturaleza.
- el tiempo disponible para trabajar de manera interdisciplinaria a través de los distintos componentes del Plan de Estudio.
- los intereses y capacidades diversas de los estudiantes.

Seguidamente habría que determinar los componentes cognitivos, metodológicos y axiológicos de los problemas relevantes determinados, así como los nodos cognitivos principales de las distintas disciplinas que concurren en su resolución. El componente cognitivo del problema considerado constituye entonces un nodo interdisciplinario que conecta a los nodos principales de las distintas disciplinas.

Ahora bien, a nivel meso y micro es posible seguir un camino inverso en el diseño de los currícula, es decir, pueden determinarse primeramente los nodos principales de las distintas disciplinas y conectarlos, teniendo como punto de mira las necesidades del contexto y los objetivos de los programas directores y de disciplina, estableciendo de este modo las relaciones de interdependencia, convergencia y complementariedad entre las disciplinas (Álvarez, M., 1999 b).

Según Ezequiel Ander-Egg existen un conjunto de condiciones para que sea posible la interdisciplinaria como práctica educativa y en su nexos con las didácticas particulares. Estas condiciones son:

1. Que cada profesor participante tenga una “buena” (o al menos aceptable) formación en su disciplina.
2. Que todos los docentes tengan un real interés para llevar a cabo una tarea interdisciplinaria, y no tan solo por cumplir una formalidad que le viene impuesta, ya sea por otros colegas o por la dirección del instituto, colegio o escuela.
3. Que los alumnos se encuentren motivados para realizar un trabajo de esta naturaleza, difícilmente lo estarán si antes los profesores no tienen un mínimo de entusiasmo por la tarea y si no son capaces de proponer un tema lo suficiente atractivo e interesante.
4. Que todos los profesores interioricen todos aquellos aspectos sustanciales que comporta una concepción y enfoque interdisciplinario.
5. Que como tarea previa se elabore un marco referencial en el que se integren, organicen y articulen los aspectos fragmentarios que han sido considerados desde cada una de las asignaturas / disciplinas implicadas.
6. Que se trabaje con un marco referencial que sea el encuadramiento de la estrategia pedagógica que ha de permitir una adecuada coordinación y articulación de los trabajos puntuales que se realizan en cada asignatura.
7. Elegir un tema que, por su naturaleza , se preste a la realización de un trabajo interdisciplinar de carácter pedagógico, habida cuenta que profesores y alumnos no son científicos, sino educadores y educandos.
8. No partir del supuesto de que hay que integrar todas las asignaturas, sino solo aquellas que puedan aportar de manera significativa al tema o problema escogido como objeto de estudio.
9. Comenzar la actividad con una lectura, comentario y discusión del marco referencial para tener una visión de conjunto del trabajo y para compartir un enfoque común.
10. Conjuntamente, y en el momento en que los profesores van haciendo los aportes específicos de sus respectivas disciplinas, ir perfilando los grupos de alumnos que han de trabajar en profundidad temas concretos y puntuales. Los grupos de trabajo definitivos se han de constituir conforme a los intereses y capacidades de los alumnos, una vez que se haya realizado un cierto desarrollo del tema.
11. Realizar los montajes necesarios para la presentación de los resultados del trabajo interdisciplinar. Esto comporta desde la confección de las hojas informativas y carteles hasta el acondicionamiento del local y la organización de los montajes que fuesen necesarios, procurando un carácter unitario y un orden lógico.
12. Llevar a cabo la presentación del tema o problema estudiado interdisciplinariamente. Esta presentación puede hacerse para el conjunto de la

comunidad educativa (profesores, alumnos, padres) o para la comunidad (barrio, pueblo o ciudad) cuando la índole del tema así lo aconseje. (Ander-Egg, 1993, pp 76-77)

En las condiciones del sistema de educación cubano, un procedimiento para el establecimiento de relaciones interdisciplinarias sería, a nuestro juicio:

- 1) Estudiar los documentos rectores del nivel de enseñanza en cuestión, incluyendo los programas directores y de las distintas disciplinas del área.
- 2) Diagnosticar el contexto (alumnos, profesores, escuela, familia, comunidad).
- 3) Determinar el problema pedagógico y los objetivos que se deben priorizar de acuerdo con el contexto.
- 4) Construir el marco referencial.
- 5) Elaborar las situaciones de aprendizaje que permitan el logro de los objetivos desde la óptica de distintas disciplinas escolares. O sea, seleccionar los problemas, objetivos, contenidos, métodos, medios, formas organizativas y de evaluación a utilizar (modelo didáctico), teniendo en cuenta las condiciones del contexto.
- 6) Aplicar el modelo didáctico que permita organizar el pensamiento de los alumnos y dirigir sus acciones hacia los objetivos propuestos.
- 7) Evaluar de consuno con los alumnos (y la comunidad escolar y circundante) el interés, la significatividad y productividad de los aprendizajes y los valores y actitudes reflejadas, la calidad de las tareas planteadas y su dirección por el docente.

Como se aprecia, todas las acciones se dirigen a determinar y satisfacer las necesidades educativas del contexto, así como a evaluar la eficacia de las mismas. Ilustremos esto brevemente:

Supongamos que como resultado de un diagnóstico sistemático e integral, la escuela se ha planteado como objetivo lograr que las actividades que se realizan en el área productiva de la escuela adquieran sentido y significado para los alumnos. Con este fin se puede proponer a los mismos el problema de cómo atender los cultivos y predecir sus resultados económicos, lo cual sin dudas dará lugar a múltiples tareas que se pueden realizar por equipos. Los componentes cognitivos, metodológicos y axiológicos de este problema son los siguientes:

Componentes cognitivos
Condiciones físico-mecánicas, químicas y climáticas del medio.

Componentes metodológicos
Técnicas experimentales

Componentes axiológicos
Responsabilidad
Conciencia de la necesidad de cuidar el medio

Estado de erosión de los mismos.		ambiente.
Características de los cultivos posibles, atención que requieren. Papel de la biotecnología en el mundo actual.	Técnicas de búsqueda y exposición de la información	Motivación positiva hacia las disciplinas
Importancia de los cultivos posibles para la alimentación y/o la medicina alternativa y/o el mantenimiento del ecosistema.	Técnicas para la atención cultural de los cultivos.	Respeto al trabajo de otros
Planificación de los recursos necesarios	Métodos matemáticos	Conciencia de la necesidad de una nutrición adecuada y una agricultura sustentable
Preparación y mejoramiento de los suelos	Métodos matemáticos	Ahorro
Estimación de poblaciones y cosechas y planificación de su distribución.		Actitud positiva ante el trabajo
Producción e interpretación de información estadística	Técnicas de procesamiento e interpretación de la información	Significado de la propiedad y la producción socialista. Espíritu crítico y autocrítico.

Se impone entonces elaborar un marco referencial para los diferentes componentes cognitivos, señalando los conceptos, proposiciones, leyes, principios, teorías, leyes y modelos de las distintas disciplinas que convergen, se complementan o guardan una relación de interdependencia en torno a ellos. La tarea planteada pudiera ser averiguar qué cultivos conviene realizar en el huerto de la escuela y de ahí derivarse otras. Por ejemplo, en relación con la preparación y mejoramiento del suelo, serían útiles las explicaciones que pueden provenir del área de Ciencias, pero también de otras, que incluso no forman parte del plan de estudios.

La proyección del trabajo conjunto al nivel de cada escuela debe realizarse para buscar coherencia y racionalidad en el diseño de las situaciones de aprendizaje, concibiendo estas de modo que permitan, en el orden científico y organizativo (horarios, uso de la fuerza profesoral, disponibilidad de locales y base material de estudio), una estrategia integrada.

Es imprescindible que los docentes dominen los nexos y relaciones que existen entre las disciplinas escolares a partir del conocimiento de los objetivos comunes en la formación de los educandos, las potencialidades que brindan los contenidos para el desarrollo de la personalidad, las posibles formas de organizar la docencia, los métodos de enseñanza particulares, las concepciones en el sistema de evaluación y las especificidades en el

trabajo con la literatura docente y los medios de enseñanza Luego se requiere que las reuniones de los claustros y departamentos sean más eficientes con el propósito de fortalecer el trabajo metodológico, de superación e investigación de carácter interdisciplinario.

Sobre este tema de la preparación didáctico-metodológica que requieren los docentes nos parece necesario reflexionar primeramente acerca de qué es Didáctica. Para Carlos Álvarez de Zayas en sus Lecciones de Didáctica General esta "estudia el proceso docente - educativo, el cual posee una fundamentación esencial y teórica y está dirigido a la educación, desarrollo e instrucción de las nuevas generaciones, dicho proceso está tutelado por un personal especializado formado para ello, los docentes" En relación con las categorías continúa señalando: "El problema, la situación de un objeto que genera una necesidad en un sujeto que desarrolla un proceso para su transformación. El objetivo, el propósito, la aspiración que el sujeto se propone alcanzar en el proceso para que, una vez transformado, satisfaga su necesidad y resuelva el problema. El contenido, los diferentes objetos de las ciencias seleccionados para desarrollar el proceso. El método, la organización interna del proceso docente - educativo, en tanto procesos de comunicación y acción; son los pasos que desarrolla el sujeto en su interacción con el objeto, a lo largo del proceso docente. Los medios, herramientas que se utilizan para el desarrollo del proceso. La forma, organización que se adopta desde el punto de vista temporal y organizacional en la relación docente - discente para desarrollar este proceso. La evaluación, constatación periódica del desarrollo del proceso, de modificación del objeto." (Álvarez de Zayas,1998,p 35)

En el contexto del proyecto cubano "Técnicas de Estimulación del Desarrollo Intelectual" se ha redefinido el concepto Didáctica, a la cual se ha atribuido además el calificativo de integradora, por asumir el desarrollo integral de la personalidad de los alumnos como resultado de su actividad y comunicación en el proceso de enseñanza - aprendizaje. Esta nueva definición concibe la Didáctica no sólo como teoría de la enseñanza (de la didaxis), sino también del aprendizaje, teniendo en cuenta el vínculo entre educación, instrucción y desarrollo.

¿Y qué son las didácticas particulares sino síntesis e integración? Hay en ellas cuatro dimensiones: De la ciencia que da nombre a la asignatura, de la filosofía, la sociología, la psicología , la pedagogía, epistemología e historia de la ciencia en cuestión, de la propia experiencia acumulada por los colectivos y profesores innovadores y la propia experiencia personal de aula. Las didácticas interrelacionan esas dimensiones y adquieren su propia autonomía.

Además, para lograr una interdependencia, convergencia y complementariedad, entre las disciplinas escolares, ¿qué tipo de didáctica será necesaria?, ¿será necesaria una formación didáctica interdisciplinaria?, ¿cómo lograrla? Las respuestas a las dos primeras preguntas se han movido de una pretensión de que el docente domine todas las didácticas específicas de un área, a una concepción en que posea una teoría general que le permita favorecer perspectivas transversales.

Una didáctica interdisciplinaria que estudiase las relaciones que existen entre las disciplinas escolares debería contemplar el establecimiento de metodologías, lenguajes y técnicas comunes. En la elaboración de la teoría de una tal didáctica, específicamente, de una didáctica de las ciencias (¿y la tecnología?) se ha avanzado en lo que respecta a la determinación de las ideas sociológicas, epistemológicas, psicológicas y pedagógicas que le pueden servir de base, al esbozo de sus objetivos, a la elaboración de criterios para la selección del contenido y la elaboración de metodologías generales.

A nuestro juicio, sería necesario también atender a “situaciones típicas” de varias disciplinas, entiéndase situaciones que se repiten en el proceso de enseñanza - aprendizaje, para las cuales es útil encontrar formas comunes de proceder, digamos, la formación y fijación de conceptos, el análisis de textos, la formulación y resolución de problemas, el desarrollo de actividades experimentales, etc. Por eso han resultado útiles los talleres desarrollados con docentes en este sentido, donde a partir de una preparación se desarrollan tareas como las siguientes:

- Explique a través de un ejemplo de su asignatura cómo se puede realizar la formación de conceptos.
- Elabore un sistema de tareas para consolidar un concepto que se enseña en un grado dado.
- Explique sobre la base de un ejemplo cómo Ud. realiza el análisis de un texto en su asignatura.
- Elabore un sistema de tareas para fijar el contenido de una proposición, hecho, principio o ley que se estudia en su asignatura.
- Elabore tareas propias de su asignatura, que propicien la sistematización de conocimientos, habilidades y modos de la actividad mental.
- Elabore de conjunto con otros profesores tareas complejas que propician un aprendizaje interdisciplinar.

Una didáctica de las ciencias debería hacer propuestas concretas de cómo tratar metodológicamente temas que se reconozcan como los más importantes en cada nivel de enseñanza. Una de las mayores dificultades radica precisamente en la preparación didáctica y metodológica de todos los docentes que actúan sobre un grupo de alumnos para incidir sobre sus modos de actuación y los resultados de los aprendizajes de manera decisiva.

Es imprescindible que se tenga en cuenta que la vía idónea para construir conocimientos de forma interdisciplinaria es la actividad investigativa, por las características propias de este tipo de actividad que coinciden en esencia con las apuntadas en un párrafo anterior. Si la forma fundamental de la actividad investigativa actual son los proyectos, es lógico pensar que los profesores deben capacitarse para dirigir proyectos con sus alumnos. Estos proyectos, además de tener los atributos señalados para las tareas con carácter interdisciplinar, deben tener sobre todo un fin social.

La evaluación del aprendizaje es también una tarea permanente del colectivo docente. La calidad de este a más largo plazo pudiera valorarse en tres dimensiones: la solidez e integración de los conocimientos y procedimientos (profundidad conceptual, rigor en la comunicación de las ideas, seguridad, rapidez, autorregulación y control en la resolución de ejercicios), el poder de transferencia de los mismos (fluidez, originalidad, flexibilidad e independencia cognoscitiva, expresadas en la posibilidad de identificar situaciones problemáticas, formular conjeturas, recoger y organizar la información necesaria, resolver problemas, tomar decisiones y valorar los resultados y el proceder empleado) y la dimensión actitudinal. En esta última dimensión sugerimos considerar las actitudes científicas (la curiosidad, la responsabilidad, el respeto a la opinión de otros, la valoración del trabajo en equipo, el espíritu crítico y autocrítico, la tenacidad), las actitudes hacia la ciencia y su aprendizaje (Gil, D. 1994), y las actitudes hacia los valores sociales de la ciencia, como componente de la tríada ciencia - tecnología - sociedad. (Sanmartí, N. y Tarín, R., 1999)

La calidad del diseño del currículo habría que analizarla también en dos dimensiones: en el plano de la teoría didáctica y metodológica reflejada en los documentos rectores del currículo y en el de la práctica educativa. A un nivel micro de diseño, habría que valorar tanto la calidad del diseño de los componentes no personales del proceso como los resultados de su aplicación. (En relación con esto puede consultarse Álvarez, M., 1993). La evaluación del desempeño del docente se debería proyectar al menos en tres dimensiones: la formativa, la de inserción de su labor en el proyecto educativo de la escuela y la investigativa. (véase Castro, F, 2 000.) Los indicadores estarían en dependencia de lo que para cada docente concreto se requiera priorizar y de las condiciones del contexto. Por último habría que valorar la calidad con que se realiza la propia evaluación del proyecto curricular.

Aunque no existen muchas experiencias en relación con la práctica del interdisciplinariedad, las puntuales que se han desarrollado indican que esta es una vía importante para crear motivos e intereses hacia el aprendizaje, hacer la enseñanza grata y vinculada a la vida, activar a los alumnos y capacitarlos para que adquieran estrategias de aprendizaje que les permitan resolver problemas reales, dando rienda suelta a su creatividad. La consolidación de estilos cooperativos de trabajo entre los profesores, la ampliación de su cultura y la actualización didáctica, así como la conjugación de un clima de libertad para crear, unido al necesario control y la evaluación del desempeño docente, son algunos de los retos más importantes a vencer en lo adelante.

LITERATURA

- 1) Álvarez Pérez, Marta: La validación de los planes de estudio de la formación de profesores. En: Resúmenes del Congreso Internacional Pedagogía 93
- 2) Álvarez Pérez, Marta: Potencialidades de la relación interdisciplinaria en los Institutos Superiores Pedagógicos. En: Resúmenes del Congreso Internacional Pedagogía 99. La Habana, 1999 a.

- 3) _____: Sí a la interdisciplinariedad. En Revista Educación No. 97. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, 1999 b.
- 4) _____: La interdisciplinariedad en los Departamentos de Ciencias Exactas de la educación media. En: Resúmenes del I Congreso Internacional de Didáctica de las Ciencias. La Habana, 1999 c.
- 5) _____: La interdisciplinariedad en la enseñanza - aprendizaje de la Matemática en la educación media básica. En: Resúmenes del Congreso Internacional Pedagogía 2001. La Habana, 2001.
- 6) Álvarez de Zayas, Carlos: *Lecciones de Didáctica General*. Impresión Edinalco. Medellín Colombia. 1998. .
- 7) Álvarez de Zayas, Rita Marina: Diseño curricular. Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño, La Habana, 1995.
- 8) Ander-Egg Ezequiel: *Interdisciplinariedad en educación*. Magisterio del Río de La Plata. Argentina.1993.
- 9) Colectivo de autores: ¿Area o disciplinas? En: Infancia y aprendizaje 1994,65.
- 10)D Hainaut, L. y otros: Programas de estudios de Educación Permanente. UNESCO, París, 1980.
- 11)Fernández Pérez, Miguel: Las tareas de la profesión de enseñar. Siglo Veintiuno de España. Editorial S.A. 1994.
- 12)Fiallo, J.: La relación intermaterias: una vía para incrementar la calidad de la Educación. Editorial Pueblo y Educación, La Habana, 1996.
- 13)Gil, Daniel y otros: Formación del profesorado de las ciencias y la matemática. Tendencias y experiencias innovadoras. Editorial Popular, S. A. España, 1994.
- 14)Hernández Fernández, Herminia: Didáctica de la Matemática. Artículos para el debate. Quito, 1993.
- 15)Lenoir, Yves: Didáctica e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. Tomado del Laboratorio de Pesquisa Interdisciplinar en Didáctica de las Disciplinas de Canadá, 1999. (Traducido por la UFRPE)

- 16) Mañalich Suárez, Rosario: La clase -taller: un punto de vista en la formación de profesores de Literatura. En: Revista Ciencias Pedagógicas, La Habana, Cuba, 1990
- 17) _____: "Interdisciplinariedad y didáctica". En: Revista *Educación*. Agosto 1998. La Habana.
- 18) _____ y Marta Álvarez: Hacia una formación interdisciplinaria del profesorado. En: Curso prerreunión del Congreso Internacional Maestro 2000. Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño. La Habana, 2000.
- 19) García Ruiz, Jorge: Metodología para un enfoque interdisciplinario desde la Matemática destinada a fortalecer la preparación profesional del Contador. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas. Camagüey, 2001.
- 20) Mined: Programas, libros de texto y precisiones para el desarrollo de los programas de las asignaturas de los departamentos de ciencias exactas y naturales en las secundarias básicas seleccionadas para el curso 1999 - 2000.
- 21) _____: Elementos básicos de agricultura para vincular el proceso docente a las áreas productivas de los institutos preuniversitarios en el campo. Segunda parte.
- 22) Morin, Edgar: *Introducción al pensamiento complejo*. Editorial Gedisa. Barcelona. España, 1994.
- 23) Nieda, Juana y Macedo, B.: Un currículo científico para estudiantes de 11 a 14 años. Publicación de la OEI y la UNESCO. España, 1997.
- 24) Perera Cumerma, Fernando: La formación interdisciplinar de los profesores de Ciencias: un ejemplo en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la Física. Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Pedagógicas.
- 25) Piaget, Jean: "La epistemología de las relaciones interdisciplinarias". En: Ponencias publicadas por la Asociación Nacional de Universidades e Institutos de Enseñanza Superior. México, 1979.
- 26) Sanmartí, N. y Tarín, R. : Valores y actitudes. ¿Se puede aprender ciencia sin ellos?. En Alambique No. 22. Barcelona, Graó, 1999.
- 27) Torres Santomé, Jurjo: *Globalización e interdisciplinariedad: el curriculum integrado*. Ed. Morata. Madrid, 1994.

- 28) Twining Williams, Joanne: Interdisciplinarity: The Meme for the Space between the Books. <http://intertwining.org/meme.htm>
- 29) Portela, R., Alvarez, M y Ramis, L: Un enfoque pedagógico de la relación ciencia, tecnología y sociedad. Pendiente de publicación en Revista Desafío Escolar, 1999.
- 30) Zilberstein, J., Portela, R. y Mc Pherson, M.: Didáctica integradora de las ciencias. Experiencia cubana. Editorial Academia, La Habana, 1999.

INTERDISCIPLINARIEDAD: UN RETO PARA EL DOCENTE

MSc Silvia Núñez Junco.
Jefa del Departamento de Ciencias Naturales.
ISP " Rubén Martínez Villena".
La Habana.

INTRODUCCIÓN

Para todos es conocida la necesidad de establecer relaciones entre las distintas ciencias cuando se van a analizar hechos de la vida diaria y también de la Ciencia y de la Tecnología. Esto se hizo cotidiano desde el momento mismo en que las Ciencias comenzaron su desarrollo independiente, por lo que un reclamo muy difundido es aquel que invoca a establecer la interdisciplinariedad.

Definir este término es algo difícil, debemos tener presente el criterio de muchos autores, puesto que cada uno de ellos aporta algo particular, pero en lo que todos están de acuerdo es que en esencia es una filosofía de trabajo que implica la colaboración de un colectivo de personas, en este caso de profesores y maestros, teniendo presente que cada uno de los que intervenga en esta labor común tenga competencia en su disciplina y ciertos conocimientos de los contenidos y métodos de trabajo de las otras.

La interdisciplinariedad no puede ser espontánea, debe colegiarse entre todos los integrantes del colectivo pedagógico, para que sea considerada una estrategia de enseñanza aprendizaje, en la cual el centro sea el sujeto que aprende y para el colectivo pedagógico un método de trabajo, que ha de convertirse en método de trabajo de sus alumnos.

Es también un criterio que prevalece aquel que señala a la interdisciplinariedad como propiciatoria de un cambio no solo conceptual, sino también metodológico y actitudinal.

¿Cómo se define a la interdisciplinariedad?. Según la pedagoga argentina María Ochoa Gasca es: " un requerimiento innovador dirigido a superar un saber fragmentado".." es una combinación ordenada de disciplinas y ciencias"(1)

Miguel Fernández Pérez, profesor español señala que": la interdisciplinariedad no es un diseño de contenidos mezclados en un currículo, sino como objeto curricular es una manera de pensar, es un hábito de aproximación a la construcción de cualquier conocimiento, que al ser método didáctico, deviene método del alumno. (2)

Algunos pedagogos cubanos han valorado la importancia de las relaciones interdisciplinarias y como influyen en el desarrollo cognoscitivo del estudiante; el investigador Jorge Fiallo del ICCP plantea que son": una vía efectiva que contribuye al logro de la relación mutua del sistema de conceptos, leyes y teorías que se abordan en la escuela" (3).

Señala además que " son una condición didáctica que permite cumplir el principio de la sistematicidad de la enseñanza y asegurar el reflejo consecuente de las relaciones objetivas vigentes en la naturaleza y la sociedad, mediante el contenido de las diferentes disciplinas que integran el plan de estudio de la escuela actual".(4)

El profesor Fernando Perera, Doctor en Ciencias Pedagógicas, en su trabajo "Interdisciplinariedad y Currículo"(1998) las define como: "la estrategia didáctica que

prepara al estudiante para realizar transferencias de contenidos que les permitan solucionar holísticamente los problemas que enfrentarán en su futuro desempeño profesional”(5).

Para el Doctor Alberto Caballero la interdisciplinariedad es": el verdadero lenguaje de la naturaleza y la sociedad, su existencia y movimiento, que se expresa en la enseñanza mediante situaciones de aprendizaje creadas con ese fin, reflejo de la realidad natural y social(6)

A pesar de que el consenso general es concluyente a favor de establecer la interdisciplinariedad, es algo difícil encontrar ejemplificadas las vías que permitan llevarla a cabo, es un desafío no exento de dificultades, sobran los buenos deseos pero, existen factores que atentan contra este trabajo que podemos resumir en:

- ⇒ La concepción curricular de los planes de formación de profesores no favorecía la formación de profesores con una concepción interdisciplinaria.
- ⇒ Los docentes no tienen los conocimientos de otras ciencias y disciplinas, que les permitan proyectar y participar en proyectos interdisciplinarios.
- ⇒ La predisposición de los docentes a cambios en las formas y vías de impartir la docencia
- ⇒ La no- conceptualización del proceso de enseñanza aprendizaje como un proceso activo, dinámico, grupal e individual, social y contextualizado.

La conceptualización de la interdisciplinariedad no puede verse únicamente ceñida a las relaciones entre las ciencias, sino de una forma más amplia como:

- ⇒ Relaciones entre las disciplinas (reflejo de las ciencias en el Currículo escolar) y las Ciencias.
- ⇒ Fundamento epistemológico, que permite el análisis de los fenómenos de la Naturaleza y la Sociedad como un todo.
- ⇒ Método didáctico, declarado por la Didáctica General y las Didácticas de las ciencias particulares.

En nuestras condiciones es necesario tener en cuenta la importancia del colectivo pedagógico, del claustro para la puesta en práctica de nuestro proyecto educativo; en el que el trabajo interdisciplinario debe ser primordial.

En nuestra experiencia de trabajo en la formación de profesores, hemos constatado que en el Colectivo Pedagógico es donde se debe originar el trabajo interdisciplinario, por lo que definimos la interdisciplinariedad como": la estrategia que asume un colectivo pedagógico, como principio didáctico, para propiciar la formación del futuro docente y su desempeño en un contexto educacional" (7)

En ese colectivo deben cumplirse las siguientes condiciones:

- ⇒ Cada docente debe ser competente en su disciplina y tener ciertos conocimientos de los contenidos y métodos de las otras.
- ⇒ Debe tener una actitud abierta a nuevos métodos de abordaje de la realidad.
- ⇒ No debe pensar que su criterio es el único y que su verdad es absoluta.

Los docentes de ese colectivo deben comprender el proceso de enseñanza aprendizaje según el análisis de la MSc Verena Páez planteado en su Tesis de Maestría"; es un proceso dialéctico, institucional, dirigido, sistemático, bilateral y activo, de naturaleza social y grupal, contextual e individual. En él se generan estrategias de enseñanza aprendizaje; sobre la base de la actividad y de la comunicación, maestros y alumnos construyen y reconstruyen el conocimiento, se forman valores y se aprenden las conductas más

deseables para la sociedad y desde lo individual. Es un proceso altamente influenciado por el contexto familiar y comunitario" (8)

En el Departamento de Ciencias Naturales o en otros Departamentos se necesita estructurar un colectivo que cumpla con las condiciones señaladas anteriormente, debe trabajarse en las Reuniones de Departamento los aspectos conceptuales y metodológicos de cada disciplina particular y de la Didáctica General, para propiciar la preparación del docente que le permita enfrentar el trabajo interdisciplinario en el colectivo.

En cada claustrillo y colectivo de año debe estructurarse el trabajo interdisciplinar, para propiciar la aplicación del principio de la interdisciplinariedad en cada clase, en cada asignatura, por cada miembro del colectivo, para lograr la formación de hábitos y habilidades que son objetivos de cada grado y de cada año en la formación de profesores en el ISP.

Este pensamiento interdisciplinar y su concreción en la cada clase debe favorecer que el alumno se enfrente a situaciones que han de ser resueltas aplicando este tipo de concepción, esto propiciará que la asuma como método propio de trabajo, que debe favorecer la formación de hábitos intelectuales, la comprensión holística de la realidad, la posibilidad de intervención en todas las esferas de la vida

DESARROLLO

¿Qué vías podemos utilizar para realizar un proceso de enseñanza aprendizaje donde se aplique sistemáticamente la interdisciplinariedad?

Si defendemos que debe partirse del Departamento Docente, en cada una de las actividades metodológicas y de otro tipo que se realicen en el mismo debe estar presente este principio. En las actividades deben estar involucrados todos los docentes de todas las asignaturas y disciplinas, por esto pueden aparecer actividades como:

⇒ Análisis de las potencialidades de cada una de las disciplinas para lograr un trabajo interdisciplinario.

Esta actividad implica un trabajo colectivo en el que se deben determinar los nodos interdisciplinarios(Caballero 1999), también la discusión en los colectivos de los conocimientos básicos tanto metodológicos como científicos de las asignaturas, con el propósito de que todos los profesores sean capaces en sus ciencias y tengan conocimientos básicos de las otras que están en el Departamento.

Una vía que puede ser utilizada, que ha sido llevada a la práctica con buenos resultados(Colectivo Pedagógico 1^{er} año Biología del ISPEJV Plan de Estudios C), que está reflejada en sendas Tesis de Maestría (Perera 1999, Núñez 2000), es en la que se presenta a los alumnos situaciones de aprendizaje que para ser resueltas impliquen un análisis interdisciplinario del fenómeno y a la vez una investigación por parte de los estudiantes, que propician el desarrollo de las habilidades investigativas, de búsqueda bibliográfica, de confección de resúmenes, etc., habilidades que debe poseer todo profesional de la educación.

Ejemplos de estas situaciones pueden ser:

- ❖ ¿ Por qué se prepara a los deportistas de alto rendimiento, durante determinado periodo de tiempo, en puntos geográficos de altura elevada?
- ❖ ¿Qué procesos relacionados con el agua se producen en la naturaleza que dan origen a la formación de cuevas y de formas cársticas?
- ❖ ¿Por qué puede llegar a la retina el haz de luz, que nos permite la visión?.
- ❖ ¿ Tienen sed los peces?

Todas estas situaciones de aprendizaje para ser resueltas por los alumnos(tanto del ISP como de las escuelas de EGPL), conllevan a un análisis interdisciplinario del fenómeno, que lleva implícito que el estudiante participe de su propio aprendizaje, por lo que debe ser significativo para él.

Otra vía que puede ser utilizada para realizar este trabajo es la realización de Trabajos Prácticos, en los que intervengan diferentes disciplinas y/o asignaturas, a partir de la concepción del trabajo del Departamento y del Colectivo de Año y que tiene una salida en trabajos relacionados con el Medio Ambiente y la Cultura Ambiental, en el que pueden intervenir la Química, la Geografía, la Biología, la Física, La Matemática, el Español y la Historia en un análisis holístico del problema.

Teniendo en cuenta la fundamentación anterior se comenzó a trabajar la interdisciplinariedad entre la Química, la Biología y Geografía en el sistema de conocimientos de la Química General y las demás disciplinas del Departamento de Ciencias Naturales.

Esto permitirá a partir de la relación interdisciplinaria, lograr en los estudiantes, una mejor asimilación de los contenidos y los métodos de la Química que servirían para explicar los diferentes fenómenos biológicos y geográficos.

La importancia de establecer la interdisciplinariedad puede estar sustentada en las siguientes consideraciones.-

- El sostenido e indefinible desarrollo científico técnico, que lleva a la formación de grupos multidisciplinarios.
- La estructuración del sistema nacional de enseñanza en Departamentos Docentes, al igual que en los ISP, lo que implica un trabajo interdisciplinario.
- El desarrollo de las Ciencias Pedagógicas, que conceptualizan el trabajo docente y redimensionan el proceso de enseñanza aprendizaje.

Es importante tener en cuenta además que el profesor como elemento orientador del proceso docente, es a la vez un investigador y debe adentrarse cada vez más en el estudio de los problemas referentes al aprendizaje de sus alumnos; para modificar sus métodos y los modelos de actuación, esta será su labor cotidiana en el aula, lo que le permitirá lograr un proceso de enseñanza aprendizaje dialéctico y novedoso.

Por esto, pensamos que la interdisciplinariedad se convierte en una manera de pensar, un hábito que nos permite la aproximación a cualquier conocimiento y por lo tanto, es un principio didáctico que debe ser asumido por el alumno, en este caso el futuro profesor, que deberá emplear los métodos de enseñanza aprendizaje más acorde con las exigencias, que implica un trabajo

interdisciplinario.

Debemos tener presente que deseamos formar un profesor capacitado para realizar modificaciones a su práctica cotidiana, mejorar su docencia y que constantemente este modificando su accionar, debe tener cierta concepción acerca de la epistemología de las Ciencias y de la investigación científica, cosa tanto más significativa por cuanto hay un extraordinario desarrollo de la Ciencia y la Técnica y es un reclamo mundial a la alfabetización en Ciencias y Tecnologías.

Esto implica que en muchos países se están realizando reformas curriculares que propician el fortalecimiento de la calidad del estudiante y su capacitación en Ciencias y Tecnologías, pero también las investigaciones en Pedagogía, que favorecen el desarrollo de una práctica y una teoría de la enseñanza acorde con los nuevos requerimientos, aspecto este que en nuestro país se le presta marcada importancia, esto nos llevó a investigar cómo llevar a la práctica pedagógica cotidiana la interdisciplinariedad como principio didáctico.

Por todo lo antes expuesto nos hemos propuesto trabajar con vistas a resolver el siguiente problema de investigación:

¿Cómo propiciar la interdisciplinariedad entre la Química General, la Biología y la Geografía?

Este problema está enmarcado en el tema de investigación:

La relación interdisciplinaria como elemento fundamental del proceso de enseñanza aprendizaje de las Ciencias Naturales.

El objeto de nuestra investigación está en:

El proceso de enseñanza aprendizaje de la Química en la formación de los estudiantes de Biología y la Geografía.

El campo de acción:

La interdisciplinariedad entre la Química, la Biología y la Geografía.

El objetivo de la investigación está dirigido a:

Proponer una estrategia metodológica, basada en un modelo de aprendizaje por investigación dirigida, que propicie la relación interdisciplinaria Química, la Biología y la Geografía.

Teniendo en cuenta todos los antecedentes y los resultados obtenidos defendemos las siguientes ideas:

❖ *La interdisciplinariedad, como principio didáctico, debe favorecer el desarrollo cognitivo del estudiante y brindarle un método de trabajo que propicie su desempeño profesional.*

❖ *La aplicación de una estrategia de aprendizaje, utilizando el modelo de aprendizaje por investigación dirigida, deberá propiciar la preparación del estudiante y prepararlo para su labor docente investigativa.*

Este tema brinda la posibilidad de analizar la interdisciplinariedad en las clases y que se perpetúe como principio didáctico, puesto que se estudian procesos biológicos y geográficos entre los que están implicados iones, procesos

en disolución acuosa, sistemas coloidales, procesos de oxidación reducción y otros que generalmente no son estudiados a pesar de ser importante en los procesos de la vida. Propicia una formación científica en nuestros estudiantes, favoreciendo su formación integral y multidisciplinaria, lo que redundará en una labor docente de excelencia.

La novedad del trabajo consiste en que se establece la relación interdisciplinaria entre la Química, la Biología y la Geografía sistemáticamente en un trabajo pedagógico y metodológico, lo que sin duda alguna contribuye a la formación integral del educando y la utilización de la variante de aprendizaje por investigación dirigida, que acerca al estudiante a los aspectos esenciales de la investigación científica, lo cual será una de las tareas que deberá realizar como docente.

Fundamentación de la estrategia.

El análisis del desarrollo histórico de los diferentes paradigmas de aprendizaje nos ha llevado a determinar que una de las variantes que se utiliza actualmente para lograr un aprendizaje significativo es el de investigación dirigida, la cual tiene como base epistemológica el acercamiento que puede producirse entre el aprendizaje y la investigación científica; además de tomar en cuenta aspectos esenciales de ésta como son su contextualización (la relaciones ciencia- tecnología - sociedad) y los componentes afectivos(interés por la tarea, clima favorable para el trabajo, etc. Esta variante de aprendizaje favorece la instrumentación de la interdisciplinaria pues potencia la participación del alumno en la búsqueda y adquisición del conocimiento.

Asumir el proceso de aprendizaje como investigación dirigida significa pensar que los alumnos han de trabajar como si constituyeran un grupo científico de investigación, en el cual los investigadores noveles investigarán en aspectos que son conocidos por los directores de la investigación (los profesores) que tendrán a su cargo la dirección del proceso, pero que darán libertad de acción a los investigadores para que desarrollen actividades como, investigación bibliográfica, realización de excursiones didácticas, de entrevistas a expertos, diseño de experimentos u otras, que les permitan participar activamente en la obtención del conocimiento.

No se trata de hacer creer a los estudiantes que los conocimientos se adquieren con esa aparente facilidad, pero si ponerlos en reiteradas ocasiones ante situaciones, que los familiarice con el trabajo investigativo que tendrían que desarrollar, puesto que es una de las actividades inherentes a su labor pedagógica.

Una crítica que se haga a este modelo puede estar relacionada con las habilidades que poseen los estudiantes para desarrollar esta actividad, por supuesto, en las primeras actividades que se realicen según este modelo existirán dificultades que poco a poco, en la medida que el alumno asuma su rol, irá venciendo y al final ha de preferir el aprendizaje de esta manera.

Los cambios que se han producido en los últimos años han llevado a la concepción de nuevas exigencias en las capacidades y destrezas profesionales que deben ser formadas desde las aulas universitarias para favorecer la formación de hábitos y habilidades.

El saber de los profesores no debe reducirse al conocimiento académico y formal de una disciplina concreta. El nuevo saber profesional debe organizarse en esquemas de conocimientos teórico - prácticos de carácter integrador, debe orientar y dirigir conscientemente la conducta del

estudiante, pero adaptándose al contexto escolar sin inhibir la espontaneidad y la naturalidad imprescindible de los procesos de enseñanza aprendizaje.

Esto conlleva a un saber profesional evolutivo y dinámico, a un proceso de actualización permanente, superando el tradicionalismo y la rutina.

Para contextualizar el modelo de aprendizaje por investigación dirigida se han tenido en cuenta las necesidades de la escuela cubana actual y muy especialmente las características del proceso de formación de docentes, siendo una de ellas la inserción a la práctica docente a partir del primer año de estudios en una práctica laboral investigativa, por lo que es fundamental que al enfrentarse a la labor docente estén preparados, tanto desde el punto de vista metodológico, como del contenido de la Ciencia y de algunos aspectos relacionados con la investigación científica.

La estrategia que se propone lleva implícita la aplicación sistemática de la interdisciplinariedad, sitúa al alumno como eje fundamental del proceso de enseñanza aprendizaje y constructor de su propio conocimiento, está sustentada en las ideas vigotskianas de la zona de desarrollo próximo y en las ideas de la Pedagogía Cubana, para propiciar la formación de un docente que debe tener como atributos:

➤ *Conocer su disciplina con profundidad, sus leyes, teorías y conceptos fundamentales; así como los conceptos básicos esenciales de otras disciplinas que le permitan participar en proyectos interdisciplinarios.*

➤ *Haberse iniciado en la investigación de manera que le permita la comprensión de la metodología científica.*

➤ *Tener una cierta concepción epistemológica acerca de las ciencias, del método científico y de otras formas de conocimiento, para que su conocimiento científico disciplinar no sea neutral y absoluto, sino condicionado a la historia, la sociedad y con una aplicación práctica.*

➤ *Establecer relaciones entre su disciplina y los problemas socioambientales, para que pueda proyectarse en ese aspecto.*

➤ *Superar la idea de que los alumnos aprenden escuchando y memorizando lo que les da el profesor, como si no pudieran pensar y tener sus propias explicaciones sobre los hechos y fenómenos que se les presentan.*

➤ *Saber diseñar planes de actividades para favorecer la investigación de sus alumnos que deben ser:*

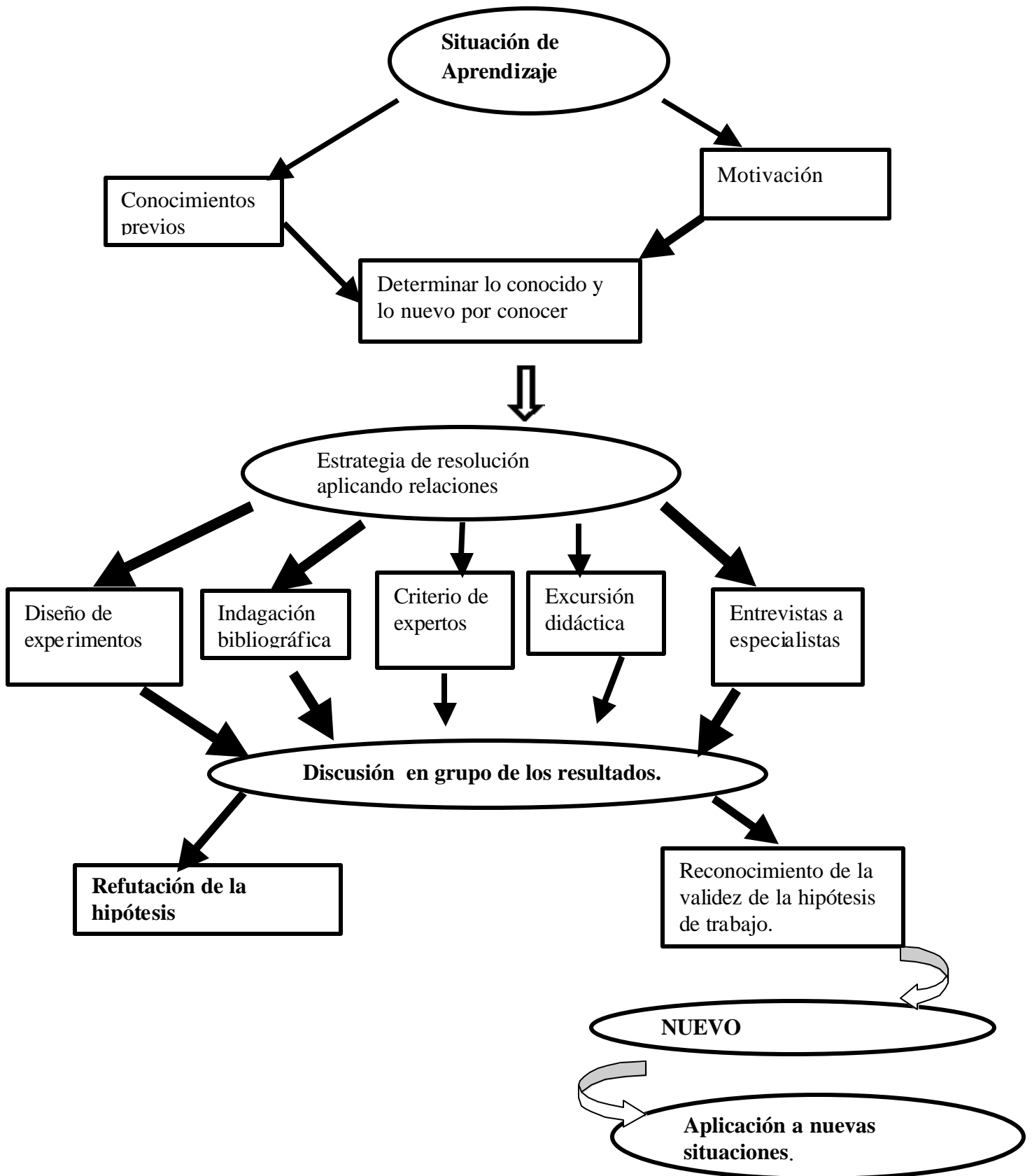
- *.- para acceder al pensamiento espontáneo de los alumnos y para motivarlos.*
- *.- para formular y definir en qué se va a investigar.*
- *.- para contrastar con las concepciones de los estudiantes.*
- *.- para aplicar el conocimiento adquirido en la investigación.(9)*

Partiendo de lo anteriormente expuesto nuestra estrategia se caracteriza por:

- *Presentación de situaciones de aprendizaje a los alumnos.*
- *Determinación, por parte de los alumnos, de lo conocido y lo nuevo por conocer.*
- *Determinar una estrategia de resolución aplicando relaciones interdisciplinarias.*
- *Estructuración de colectivos de investigación, con sus variantes propias de trabajo.*

- *Discusión grupal de resultados.*
- *Valoración de los resultados.*
- *Obtención del nuevo conocimiento.*
- *Aplicación de los resultados a nuevas situaciones en el marco de las relaciones Ciencia-Tecnología- Sociedad.*

Propuesta de estrategia



Llevar a la práctica educativa la variante analizada puede ser posible a partir de la realización de una estrategia metodológica que amalgame la aplicación sistemática de la interdisciplinariedad y la investigación dirigida, en una estructura coherente, que sea factible de ser modificada y llevada a la práctica por cualquiera de las disciplinas del curriculum.

Se presentan a los alumnos situaciones de aprendizaje, que deben ser reales o muy próximas a la realidad, contextualizadas y que motiven al alumno a resolverlas. El proceso para su solución debe estar necesariamente basado en la aplicación de relaciones interdisciplinarias y en una investigación por parte de los alumnos.

Los alumnos con los conocimientos previos que poseen analizan la situación planteada y determinan en qué aspectos debe profundizar para llegar a su solución, lo que implica un proceso de investigación, de formulación de hipótesis de trabajo o preguntas científicas que los guiarán. Se producirán conflictos cognitivos, no solo en relación con los esquemas conceptuales sino también a los procedimientos o estrategias que utilizan normalmente, así como a los valores, actitudes y normas asimiladas. De esta manera se obtiene un cambio no solo conceptual, sino metodológico y actitudinal.

Todo esto favorece que el profesor actúe como investigador de la acción que se realiza en el aula, lo que provoca una mejoría significativa de su docencia al capacitarle para valorarla de forma crítica, son como hipótesis de trabajo en investigación acción que le permiten variar su estrategia según los resultados obtenidos.

Por supuesto las actividades deben propiciar el interés por resolverlas en los alumnos además de que deben estar enmarcadas en un contexto teórico que permita su contextualización y en un contexto psicológico, dado por la necesidad de que estén acordes con las capacidades de los alumnos y sobre todo, deben ser consideradas reales por los alumnos para que favorezcan la motivación.

La estrategia propuesta parte de presentar al alumno situaciones de aprendizaje en las que se relacionen hechos o fenómenos biológicos y/o geográficos que para ser explicados requieren de la aplicación de la interdisciplinariedad entre la Química y la Biología. Los alumnos analizan las situaciones y según sus conocimientos previos, sus vivencias afectivas y su motivación, determinan los aspectos a los que debe dirigir su atención.

Una vez determinado esto trazarán una estrategia de resolución, que debe tener como eje fundamental la interdisciplinariedad y que puede estar conformada por:

➤ *La realización de una indagación bibliográfica en los libros de Química, de Biología, Geografía y de otras disciplinas afines además de utilizar los textos de éstas en la EGPL*

➤ *Formulación de hipótesis de trabajo sobre el objetivo a lograr. Debe tenerse en cuenta que esto puede ser un obstáculo adicional que se presente a los estudiantes, el profesor en las primeras actividades de este tipo, debe ayudar a confeccionar.*

➤ *Es posible el diseño de experimentos sencillos que pueden llevarse al laboratorio y en los cuales los alumnos verifiquen o no las hipótesis propuestas.*

➤ *Deben ser consultados especialistas, para determinar criterios de expertos, en las disciplinas Química, Biología y Geografía, así como médicos, botánicos y otros profesionales que pueden con su conocimiento beneficiar la adquisición de datos y modelos explicativos.*

➤ *Realización de excursiones científicas.*

➤ *Selección de noticias (de medios de prensa, libros, anuncios, etc.) que planteen situaciones relacionadas con las analizadas y resolverlas.*

➤ *Observación y explicación de fenómenos relacionados con las situaciones planteadas.*

➤ *Otras.*

Los alumnos realizarán esas actividades en equipos de investigación, no necesariamente con la presencia del profesor, lo que permitirá desarrollar su independencia cognoscitiva.

Todos los resultados que se obtengan por los pequeños grupos de investigación deberán ser analizados en sesiones de debate, que propicien el intercambio científico, la discusión grupal, la obtención de un resultado integrado, que debe estar explicado sobre la base del sistema conceptual de la Química que ha permitido la explicación de los fenómenos biológicos que se estudian en las situaciones planteadas.

Esto puede ser una refutación de las hipótesis planteadas, lo que implicaría un rediseño de la estrategia y una nueva búsqueda de resultados, o un nuevo conocimiento, que estaría dado por que:

MODIFICA:

- *Los conocimientos previos que tenían los alumnos, toda vez que los amplían o los profundizan.*
- *Los métodos para obtener esos conocimientos, puesto que tuvo necesidad de alejarse de los métodos de trabajo tradicionales y construyó o reconstruyó su propio conocimiento.*
- *Actitudes, pues propicia cambios en su disposición para enfrentar la tarea.*

PROPICIA:

➤ *La aplicación del conocimiento a situaciones contextualizadas en el marco de la relación ciencia-tecnología-sociedad.*

GENERA:

➤ *Nuevos problemas que llevan implícito la aplicación de la interdisciplinariedad a la resolución de nuevas situaciones de aprendizaje.*

Es criterio de la autora que con la aplicación de esta estrategia se debe favorecer:

➤ *El desarrollo de hábitos y habilidades de carácter investigativo.*

➤ *Por la necesidad de realizar trabajos en grupo se propicia la formación de valores como el de solidaridad, responsabilidad.*

➤ *La expresión oral.*

➤ *El desarrollo de habilidades comunicativas en las relaciones interpersonales.*

➤ *La formación del futuro profesor como un investigador, de su propia práctica educativa, siendo esta una de las tareas que deberá realizar durante su desempeño profesional.*

➤ *Un acercamiento a la relación interdisciplinaria como método de trabajo.*

➤ *Pone de manifiesto la necesidad de la integración de grupos multidisciplinarios para realizar investigaciones en la actualidad.*

Se presentará a continuación en análisis realizado en el Departamento de Ciencias Naturales del ISP "Rubén Martínez Villena" para el trabajo interdisciplinario en la formación de profesores de Biología.

Un problema que se puede presentar a los profesores de Biología, tanto de la EGPL como de los Institutos Superiores Pedagógicos, está en el cuestionamiento acerca de: *¿Es posible el análisis y explicación de los fenómenos biológicos, desde una perspectiva pedagógica, sobre la base de la interdisciplinariedad entre la Química y la Biología?*. Para evidenciar la posibilidad de dar respuesta a esta interrogante se propone la estructuración del programa de Química para Biología en módulos que al ser explicados sobre la base de la aplicación del principio de la interdisciplinariedad, aplicando una estrategia de aprendizaje por investigación dirigida brindarán al futuro profesor de Biología las habilidades necesarias para desarrollar su trabajo docente.

Los módulos serán analizados por los alumnos y estudiados a partir de un aprendizaje por investigación dirigida, lo que propiciará un acercamiento al método científico, un aprendizaje significativo y el desarrollo personal del estudiante, además de fomentar la utilización de la interdisciplinariedad como principio didáctico.

Los módulos que a continuación proponemos abarcan todos los contenidos que se estudian en el programa actual.

Módulos.

- Los elementos químicos de interés biológico.
- Las reacciones químicas, la energía y la termoregulación en los sistemas biológicos.
- La velocidad de las reacciones, los procesos enzimáticos y los procesos de la vida.
- La vida transcurre en una disolución acuosa.

- La variable fisiológica pH y su influencia en los procesos biológicos.
- Los procesos de oxidación reducción en los procesos biológicos.

Para ejemplificar la metodología a seguir se presentará el trabajo a realizar para resolver el módulo correspondiente a:

- ❑ La variable fisiológica pH y su influencia en los procesos biológicos.

En la primera actividad de este módulo se entregará a los estudiantes las guías de actividades correspondientes, que incluyen una serie de preguntas que activen la esfera inductora de la personalidad de los estudiantes.

- ¿Qué iones son los que caracterizan el equilibrio Iónico del agua? ¿Cuáles son sus concentraciones en el agua pura?.
- ¿Cómo puede usted conocer si una muestra de sustancia tiene propiedades ácidas o básicas?
- Explique qué ocurre en cada una de las situaciones siguientes:
 - A un tubo de ensayos que contiene una disolución de ácido acético se le añaden dos gotas del indicador metil naranja.
 - A la mezcla formada en el apartado anterior se le añade una porción de la sal acetato de sodio.
- Un paciente que tiene gripe ingiere cloruro de amonio ($\text{NH}_4 \text{Cl}$) como expectorante. Por curiosidad introduce un papel de tornasol en el frasco del medicamento y el papel se colorea de rojo. ¿Puede explicar lo sucedido?. Justifique utilizando los conceptos estudiados en el Preuniversitario.

Con las respuestas a estas preguntas los alumnos tendrán actualizados los conocimientos imprescindibles para resolver las situaciones de aprendizaje que se plantean y que son:

- ❖ >¿Qué alteraciones en la variable fisiológica pH tiene lugar en el organismo de un asmático antes y después de una crisis?.
- ❖ >¿Para sembrar papas y tener una cosecha óptima es necesario un suelo de pH= 5, ¿qué haría usted si el suelo que va a trabajar tiene pH =9?.
- ❖ >Al realizar un esfuerzo físico nuestro organismo sufre alteraciones, entre otras el proceso de ventilación se hace más rápido, ¿qué cambios se producen en el pH de los líquidos corporales y que mecanismos se encargan de restablecerlo a límites normales?.
- ❖ >¿Por qué cuando una persona tiene acidez estomacal se le recomienda tomar un antiácido, por ejemplo, bicarbonato?.
- ❖ >Las plantas asimilan con mayor intensidad el Fe (II) que el Fe (III), ¿ cómo influye en este proceso el pH del suelo?.

Los alumnos pueden basarse para realizar su trabajo en las hipótesis, preguntas científicas o ideas a defender que determinaron en el taller realizado al inicio del módulo y que pueden ser las siguientes.

- ◆ La variable fisiológica pH es fundamental para que los procesos biológicos se produzcan adecuadamente.
- ◆ Si el pH de los líquidos corporales se altera se producen estados clínicos en el individuo.
- ◆ Existen sustancias químicas que no permiten que se produzcan cambios bruscos en el pH y que toman parte en los procesos biológicos.
- ◆ Las sales son sustancias químicas que al disolverse en agua producen disoluciones con características ácido base determinadas.
- ◆ La degradación de los nutrientes en los organismos vivos está influenciada por el pH en el que se produzca el proceso.

Debe señalarse que como resultado de su trabajo investigativo los alumnos han de apropiarse de los conocimientos que le permitan explicar los cambios que se producen en la variable fisiológica pH, la importancia de esta para el mantenimiento adecuado de los procesos vitales, la incidencia que tienen los sistemas amortiguadores o buffers en la regulación del pH, las anomalías que pueden presentarse en infinidad de procesos biológicos si los valores del pH se alteran y los estados de acidosis y alcalosis que pueden llevar al individuo a estados clínicos de significativa importancia.

Además los alumnos deben de determinar la importancia de esta variable fisiológica para la degradación de los diferentes nutrientes que llegan a los organismos vivos, la influencia de determinados valores de pH en la asimilación con mayor o menor intensidad de un determinado elemento químico.

Este nuevo conocimiento brindará a los estudiantes la posibilidad de resolver nuevas situaciones, que se les planteen durante el desarrollo de las diferentes asignaturas enmarcadas en las relaciones Ciencia - Tecnología - Sociedad.

Concebir el proceso de enseñanza aprendizaje según esta alternativa metodológica debe propiciar que el futuro profesor adquiera hábitos y habilidades que les son inherentes, profundice en los aspectos conceptuales de las Ciencias y la Metodología Científica, en un trabajo pedagógico interdisciplinario que debe favorecer su desempeño profesional en la práctica pedagógica de la realidad cubana.

Los resultados de la aplicación de esta metodología, que ha sido aplicada durante más de 10 años, con algunas variantes dadas por la contextualización a nuevas condiciones, pueden catalogarse de buenos, los alumnos que han trabajado las asignaturas con esta concepción consideran que les ha facilitado su desempeño como docentes y a la vez les ha propiciado una comprensión más completa de los problemas de la Naturaleza y de la Sociedad que pueden ser resueltos aplicando la interdisciplinariedad como método de trabajo.

No hemos descuidado la aplicación de la interdisciplinariedad para la formación de profesores de Geografía, proponiendo la realización de actividades dentro de las diferentes asignaturas del plan de estudios que lleven implícita esta concepción.

Puede señalar la realización dentro de las Prácticas de Campo de la especialidad de análisis químicos sencillos de muestras de suelos, rocas, aguas, etc, la explicación de la ocurrencia de determinado fenómeno geográfico a partir del análisis de los posibles procesos químicos y biológicos que están relacionados con ellos, por ejemplo, los procesos de formación de las formas cárnicas, la formación de las electitas en determinadas condiciones dentro de las cuevas, los procesos de contaminación de las aguas, los procesos de degradación de la capa de ozono y su repercusión en los animales y las plantas.

Teniendo en cuenta que es importante no solo formar a las nuevas generaciones de profesores en esta concepción, sino también, a los profesores que están en ejercicio se ha estructurado el Diplomado " Enfoque interdisciplinario de las Ciencias Naturales", que a partir del estudio del curso permite el enfoque interdisciplinario de la Biología, la Geografía y la Química.

Además se han elaborado materiales de corte metodológico para el trabajo en el Departamento Docente que ejemplifican las vías de cómo desde la concepción del Plan de Trabajo Metodológico y desde la clase, aplicando la Resolución Ministerial 01 /2000, lograr la aplicación sistemática de la interdisciplinariedad como principio didáctico de impostergable realización.

Es nuestro criterio que el principal resultado de este trabajo es el de brindar a los profesores ejemplos de vías que pueden ser utilizadas en la aplicación sistemática de este principio, teniendo en cuenta que en nuestras aulas aún no es cotidiana su aplicación, por supuesto, la estructuración del Sistema Nacional de Enseñanza en Departamentos Docentes, los avances de la Ciencia y la Técnica y la contemporaneidad nos imponen este reto que la Escuela Cubana y los maestros y profesores debemos asumir.

Conclusiones

La aplicación sistemática del principio de la interdisciplinariedad debe ser inherente a la práctica pedagógica de la Escuela Cubana actual, para esto es necesario que los nuevos planes de formación de profesores, las nuevas concepciones de trabajo docente estén permeadas de esta necesidad, por lo cual se hace evidente que enfrentar este reto y vencerlo debe propiciar la formación de una cultura general integral en los ciudadanos y prepararlos para enfrentar el desarrollo del siglo XXI.

Bibliografía

1. -Altman,A.: La enseñanza interdisciplinaria entre la Biología y otras ciencias en Checoslovaquia. Editorial Patria. Argentina. Junio 1994. p12-19.

2. .-Alvarez de Zayas, Carlos: Hacia una escuela de excelencia. Editorial AB. Bolivia. 1997.
3. .-Ander Egg, Ezequiel: Colección de respuestas educativas. Editorial Magisterio Río de La Plata. Buenos Aires. Argentina.
4. .-Bermúdez, Rogelio y Maricela Rodríguez: Teoría y Metodología del aprendizaje. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. 1996.
5. .-Butucelea, Alex: Arquitectura de la vida. Editorial Científico Técnica. Ciudad de La Habana. 1987.
6. .-Cardellá Rosales, Lidia y otros.: Bioquímica. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. 1986.
7. ----- Tomo I
8. -----.- tomo II
9. -----.- tomo III
10. .-Devlin, Robert: Fisiología Vegetal. Ediciones Omega. S.A. Barcelona. España. 1975
11. .-Escudero Núñez, Juan: Tendencias actuales en la investigación educativa: los desafíos de la investigación crítica. Revista Curriculum. Universidad de La Laguna . Canarias. No 2. 1990.
12. .-Fernaund Bethencourt, I.M.: Las ciencias interdisciplinarias. Documentación Sistema Educativo. U. U. L. L: Madrid. Noviembre 1978.
13. .-Fernández Pérez, Miguel: Las tareas de la profesión de enseñar Editorial Escuela Española. Madrid. 1994.
14. .-Fiallo Rodríguez, Jorge: Las relaciones intermaterias: una vía para incrementar la calidad de la Educación. Editorial Pueblo y Educación. 1996.
15. -----: La relación interdisciplinaria una vía para la integración de la escuela a la vida. En evento Pedagogía 95. MC 3359. Biblioteca del MINED. 14 h.
16. .-Furió Más, Carlos et al: Contribución de la resolución de problemas como investigación al paradigma constructivista de aprendizaje de las ciencias. Universidad de Valencia. España. En revista Investigación en la escuela. No 24. Año 1994. Diada Editora. Sevilla.
17. .-Gil Pérez, Daniel: Contribución de la Historia y la Filosofía de las Ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza por investigación. Enseñanza de las Ciencias. 11 (2). 1993.
18. -----: El fracaso en la resolución de problemas de Física. Una investigación orientada por nuevos supuestos. Enseñanza de las Ciencias 6 (2) 1988.
19. .-Gozzer, Geovanni: Un concepto aún mal definido la interdisciplinariedad. Perspectivas. París UNESCO. 12 (3) 1982.
20. .-Jackson, M. L.: Análisis químico de Suelos. Ediciones Revolucionarias. La Habana. 1980.

21. León Avendaño, Rafael.- Química General Superior. Editorial Pueblo y Educación. Ciudad de La Habana. 1991.
22. -----¿Tienen sed los peces?. Material mimeografiado. Dpto de Química.ISPEJV.1993. 15 h
23. Meidan, Helena.- La enseñanza de las Matemáticas a través de la Historia. Manuscrito. M. C. 4447. La Habana.
24. Mezquita Pla, Cristobal.- Nociones de Físico química aplicadas a la Biología. Manuscrito. Biblioteca del MINED.1971.
25. Ministerio de Educación.- Institutos Superiores Pedagógicos. Licenciatura en Educación. Carrera de Biología. 1990.
26. Morris Garrets, J.- Físico química para biólogos. Editorial Oriente. Santiago de Cuba.1984
27. Núñez Jover, Jorge.- Sobre la noción de interdisciplinariedad y los sistemas complejos. Tomado de Epistemología, interdisciplinariedad y Medicina. Material inédito. 1999.
28. Núñez Junco, Silvia.- La interdisciplinariedad en la formación de los profesores de ciencias naturales. En Habana Ciencias 99. ISPRMV. Cuba. 1999.
29. -----: La química y la vida. Una propuesta interdisciplinar. Monografía inédita. ISPEJV. 1998.
30. -----: El equilibrio ácido base y su relación con el funcionamiento del organismo. Revista Varona No 1 .1990.
31. -----: Elementos químicos de interés biológico. Material de apoyo a la docencia. Impresión ligera. !994. 25 h.
32. Ochoa Gasca, María.- Entre Física y Química, Biología. Cuadernos del Colegio. No 30. México. 1986.
33. -----.- Vínculos interdisciplinarios entre la Química y la Biología. Cuadernos del Colegio. No 38. México. 1990.
34. Páez Suárez, Verena: Contextualizar e individualizar el proceso de enseñanza aprendizaje desde lo social y grupal: Una propuesta teórico metodológica. Tesis de Maestría. ISPEJV. Ciudad de La Habana. 1998.
35. Perera Cumerma, Fernando: El enfoque interdisciplinar en la formación de los profesores de Biología. Tesis en opción al título de Doctor en Ciencias Pedagógicas (en elaboración). ISPEJV.1999.
36. Porlan Ariza, Rafael.- El saber práctico de los profesores especialistas. Aportaciones desde las didácticas específicas. En revista Investigación en la escuela. No 24. Año 1994
37. Torres San Tomé, Jurjo.- Contenidos interdisciplinarios relevantes. Cuadernos de Pedagogía. No 225. Barcelona. Mayo 1994.
38. Vasco, Carlos E.- Convergencias acerca de las ciencias naturales. Universidad Nacional de Colombia. Educación y Cultura. No 19. Bogotá. Colombia. 1989.

LA FORMACIÓN INTERDISCIPLINARIA DE LOS PROFESORES: UNA NECESIDAD DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS.

DrC. Fernando Perera Cumerma
ISP “Enrique José Varona”. La Habana.

“ De lo cual se deduce que se enseñan muy mal las ciencias cuando su enseñanza no va precedida de un vago y general diseño de toda la cultura, pues no hay nadie que pueda ser instruido de tal manera que resulte perfecto en cualquier ciencia particular sin relación con las demás”.

Juan Amos Comenio

La educación contemporánea debe caracterizarse, tanto en la estructuración curricular como en el desarrollo metodológico del quehacer pedagógico, por la integración de los contenidos (conocimientos, habilidades, actitudes y valores) y por experiencias que faciliten una comprensión más reflexiva y crítica de la realidad. Se plantea la necesidad de una educación básica que forme a un individuo “no fragmentado” y lo prepare para una educación permanente. Una educación que revalorice, además, “sus aspectos éticos y culturales” (Delors J. 1996,21), basada en cuatro pilares: “Aprender a conocer, aprender a actuar, aprender a vivir juntos y aprender a ser” (Delors J. 1996,10).

En correspondencia con el contexto actual en que se desarrolla la educación, las cuestiones sobre la enseñanza aprendizaje de las ciencias ocupan un plano de atención de primerísima importancia. El carácter social de la ciencia y de la tecnología, hasta cierto punto soslayado hasta fines de la década de los años 50 de nuestro siglo, principalmente en occidente, ocupa hoy un lugar destacado en la investigación académica, en la política pública y en la educación.

La enseñanza de las ciencias debe favorecer que el ciudadano común tenga un “cierto grado de comprensión científica” (Russell B. 1996), que perciba la ciencia como una actividad cultural, que contribuya a prepararlo para la vida. Que aprenda a conocer “teniendo en cuenta los rápidos cambios derivados de los avances de la ciencia “ (Delors J. 1996,17), como una de las premisas para la educación permanente.

El significado de la educación científica es expresado claramente por Ershov Y. (1987): “Cuando el hombre aprende a ver la interconexión de la ciencia y la sociedad le es más fácil comprender y apreciar los hechos y fenómenos de la realidad. Con mayor seguridad asume responsabilidad por todo lo que ocurre en el mundo, sin lo cual, propiamente dicho, no hay ni puede haber un auténtico científico y ciudadano” (29). Esta educación científica del individuo ha de conducirlo *no sólo a saber de ciencia, sino también sobre la ciencia*: sus aspectos culturales, epistemológicos, éticos, sus relaciones con la tecnología y su repercusión social (Núñez J.1998).

La necesidad de inevitables cambios en la enseñanza de las ciencias naturales, sus problemas y tendencias innovadoras, han sido y son objeto de continua reflexión y debates en distintos escenarios.

Durante el V Taller Internacional sobre Enseñanza de la Física y el I Congreso Iberoamericano de Didáctica de las Ciencias Experimentales y la Matemática, celebrado en diciembre de 1999 en La Habana, se reflexionó acerca de las cuestiones actuales de la enseñanza de las ciencias. Entre los participantes existió consenso en destacar entre aquellas cuestiones y problemas que requieren una mayor atención:

- La necesidad de encarar con urgencia la introducción en la práctica de la interdisciplinariedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias, por ser esta una de las características esenciales de la actividad investigadora y del desarrollo social.
- Revisar y cambiar las concepciones sobre la formación y superación de los profesores de ciencias, puesto que una de las premisas para lograr las transformaciones es su adecuada preparación, como principales encargados de ejecutarlas.
- Prestar mayor atención, en el campo de las investigaciones de la Didáctica de las Ciencias, a los problemas de la formación y superación de los maestros, profesores y directivos.

Es imposible lograr cambios en la educación científica desde posiciones tradicionales, encerradas en marcos disciplinares descontextualizados de la realidad, dentro de los cuales aún algunos pretenden realizarlos.

Por lo general el modelo de enseñanza aprendizaje de las ciencias se mantiene siendo el mismo que criticó el ilustre pedagogo cubano Enrique José Varona, cuando escribió: *“se elabora un programa, se amolda al programa un texto, el profesor se esclaviza al texto, y el alumno aprende que cuanto necesita es contestar de cualquier modo a una serie de preguntas estereotipadas”* (69).

Estos planteamientos indican la necesidad urgente de un profundo cambio en las concepciones acerca de la enseñanza aprendizaje de las ciencias, lo *que* exige una urgente revisión de la formación y la superación de los maestros, profesores y directivos. Es importante tener presente que *“no basta con diseñar cuidadosamente y fundamentadamente un currículo si el profesorado no ha recibido la preparación adecuada para recibirlo”* (Gil D. 1996,8).

Macedo B. y Furió M. (1999) advierten que hoy se hace necesario investigar en Didáctica de las Ciencias en la esfera de la formación de profesores. Estas han estado separadas y su unión es la clave para que surjan cambios efectivos en la enseñanza aprendizaje de las ciencias en nuestros países iberoamericanos.

Hasta hoy no se *ha prestado suficiente atención al análisis e introducción en la práctica de la interdisciplinariedad en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y quizás menos aún en la preparación y superación de los profesores*. En la enseñanza de las ciencias la interdisciplinariedad existe en el plano teórico. Quizás pudieran encontrarse algunas aplicaciones en la práctica, pero estas serían puntuales.

La interdisciplinariedad, como aspiración o tendencia hacia la unidad del saber, ha estado presente en todas las etapas de la historia de la ciencia. Pero la intensificación actual de las relaciones entre las ciencias naturales, sociales y técnicas adquieren rasgos cualitativamente nuevos: lo que antes constituía un conjunto de episodios aislados, hoy se manifiesta como proceso ininterrumpido, que afecta a la misma ciencia, a sus conexiones con la práctica y a la vida del ser

humano.

La interdisciplinariedad, y las prácticas educativas integradoras, tienen sus bases en la internacionalización y complejización de la vida social, económica, política y cultural, uno de cuyos principales motores es el desarrollo de la ciencia y de la tecnología. “*La interdisciplinariedad no es un objetivo abstracto sino el movimiento del conocimiento desencadenado por las necesidades de la actividad científica vinculada a la práctica social*” (Núñez J. 1998b,5).

La imposibilidad de soslayar la interdisciplinariedad en la enseñanza contemporánea, y en particular de las ciencias, radica en que actualmente es, como nunca antes, una necesidad objetiva del desarrollo de la actividad humana. Esta se manifiesta, entre otros, en las siguientes razones:

- *El aumento de la complejidad de los objetos de la investigación científica.*
- *La naturaleza altamente compleja y variable de la propia realidad.*
- *Una parte importante de la búsqueda científica transcurre hoy en las fronteras o zonas de “empalme” de varias ciencias.*
- *El creciente proceso de integración ciencia-tecnología-producción.*
- *La necesidad de abordar los aspectos morales y axiológicos de la actividad investigadora contemporánea.*
- *La necesidad de resolver problemas globales complejos.*
- *La internacionalización de las investigaciones y de la producción.*

“El enfoque integral que considera la interacción de las ciencias sociales, naturales y técnicas, así como la estrecha relación que guarda la teoría con la práctica y el hombre, se convierte cada vez más en una de las peculiaridades fundamentales del progreso de la ciencia en las condiciones actuales” (Frolov I. 1987,33).

La interdisciplinariedad significa, ante todo, un cambio de actitud frente a los problemas del conocimiento, una sustitución de la concepción fragmentaria por una unitaria del hombre y de la realidad en que vive. Como afirma Fazenda I. (1994), la interdisciplinariedad presupone un compromiso con la totalidad.

En la literatura sobre el tema existe consenso en que es imposible dar una definición de interdisciplinariedad. Como apunta Ferreira M.A. (1994), quien trate de conceptualizarla está limitando su alcance, niega su propia práctica. A su vez, existe también consenso en destacarla *como una forma de pensar y de proceder para conocer y resolver cualquier problema de la realidad y que requiere de la convicción y de la cooperación entre las personas.*

En la esfera educacional la interdisciplinariedad ha sido tratada más como cuestión teórica que llevada a la práctica en el aula. Ha sido declarada en los diseños curriculares y documentos metodológicos como intención, como aspiración, pero no se ha concretado en la práctica pedagógica mediante acciones específicas.

Es muy importante y urgente hoy, pasar de las posiciones declarativas a las acciones prácticas. Existe una apreciable distancia entre la declarada interdisciplinariedad de los currículos y su ejercicio durante el desarrollo de los mismos.

El término “interdisciplinariedad” es usado indiscriminadamente y se vincula usualmente con cualquier reunión de distintos especialistas con el fin de analizar determinado problema, aunque esta no rebase el mero intercambio. Esto es causa de que, en general, no existe claridad en cuanto a su significado o alcance, lo que atenta contra la posibilidad misma de lograr algún nivel de interdisciplinariedad en el proceso.

Puede constatarse que en el ámbito escolar se califica así lo mismo a un encuentro casi fortuito o informal entre dos docentes para aplicar los conocimientos de una asignatura en otra, que a determinada actividad, quizás impactante pero puntual, con cierto nivel de relación entre disciplinas (Perera F.1996). “... los intentos por integrar el aprendizaje en torno de temas o problemas más amplios representa, a lo sumo, un trabajo hecho con retazos del contenido existente: combinar las materias en vez de integrar las ideas constituye la regla antes que la excepción” (Taba H. 1974, 536).

Para Ander-Egg, abordar la interdisciplinariedad en el ámbito educativo significa considerar cualquier intervención que se realice “como un aspecto de la totalidad o de las totalidades de las que forma parte” (63). Esta precisión es clave para entender el carácter sistémico de la interdisciplinariedad, en tanto que fundamento para la elaboración de una estrategia de enseñanza aprendizaje, partiendo de entender el carácter de sistema complejo de este proceso.

La interdisciplinariedad no puede ser resultado de la actividad espontánea, aislada y ocasional, sino una de las bases de una concepción pedagógica centrada en el sujeto, meditada, instrumentada y ejecutada por el colectivo pedagógico. La intervención del colectivo no debe limitarse a la relación entre los conocimientos, sino abarcar toda la labor educativa, basada en la propia actuación profesional, la motivación y el ejemplo de los profesores.

El examen de la interdisciplinariedad solo desde el punto de vista de las relaciones entre los conocimientos de varias disciplinas constituye un error ampliamente difundido.

La interdisciplinariedad no niega las disciplinas, sino que se relaciona dialécticamente con ellas. Los planteamientos interdisciplinarios surgen y se desarrollan apoyándose en las disciplinas. La interdisciplinariedad será más rica cuanto más se enriquezcan las disciplinas y estas a su vez, se enriquecen a través del contacto interdisciplinario entre ellas.

En este sentido también resulta esclarecedor el criterio de Lück H. (1994), quien considera que la interdisciplinariedad “es un proceso que integra a los educadores en un trabajo conjunto, de interacción entre las disciplinas del currículo entre sí y con la realidad, para superar la fragmentación de la enseñanza, objetivando la formación integral de los alumnos, a fin de que puedan ejercer críticamente la ciudadanía, mediante una visión global del mundo y ser capaces de enfrentar los problemas complejos, amplios y globales de la realidad actual” (64).

Al analizar las distintas posiciones acerca de la interdisciplinariedad, puede concluirse que la esencia de esta radica en la actividad de las personas que la llevan a cabo, que se caracteriza por la cooperación orgánica y la flexibilidad entre los miembros del equipo; la comunicación y la desaparición de barreras; el enriquecimiento mutuo de saberes; la exaltación de valores como la solidaridad, la honestidad, la laboriosidad, la tenacidad, el respeto y confianza mutuos. Todo ello

con el fin de avanzar en la búsqueda de nuevos campos de la investigación y del saber, desencadenar la creatividad, ampliar el cuadro científico del mundo, profundizar en los problemas de la realidad, encararlos y resolverlos.

Para instrumentar la interdisciplinariedad se requiere, ante todo:

- de una convicción y una disposición para efectuar cambios
- que las personas dominen su disciplina y tengan un conocimiento de los fundamentos básicos de aquellas con las que debe relacionarse en el proceso
- dominar el contexto en que se actúa
- trabajen en colectivo para propiciar el intercambio con vistas a la determinación de áreas comunes y coordinen acciones, con un lenguaje común, en un clima de cooperación y flexibilidad
- es necesaria una evaluación continua del proceso para su perfeccionamiento y actualización.

Existe un criterio unánime sobre las enormes dificultades, objetivas y subjetivas, que afronta la interdisciplinariedad para su implementación, tales como: la formación disciplinar de los sujetos, la poca disposición y preparación para producir cambios y para desarrollar acciones interdisciplinarias, barreras administrativas y estructurales de las instituciones.

Al respecto, Taba H. (1974) asevera: "La unificación de las materias ha constituido un problema educacional desde la época de los herbartianos... Al mismo tiempo, nos hallamos muy lejos de haberla logrado, en parte, debido al temor de perder el aprendizaje disciplinado al prescindir del estudio de las materias especializadas, y en parte, porque aún no se han encontrado bases efectivas para la unificación de las materias escolares" (392).

Las razones que explican el fracaso de los intentos para relacionar las materias enseñadas simultáneamente pueden resumirse en los aspectos siguientes:

- en la práctica los intentos tienden a ser reducidos a poco más que métodos administrativos
- a menudo las personas encargadas de llevarlos a cabo no dominan las respectivas disciplinas y no pueden captar su esencia,
- suponer que los maestros a cargo de las materias que se deben unir puedan lograr algún tipo de relación,
- escasez de profesores competentes para enseñar de acuerdo con las nuevas exigencias,
- falta de guías y materiales apropiados,
- el poco éxito de los esfuerzos debido a la escasa atención prestada a las estructuras en torno a las cuales lograr la integración,
- aunar materias sin efectuar cambios de organización apropiados para estas, generalmente ha dado como resultado que una materia se convierta en "la criada" de la otra.

Los rasgos esenciales de la interdisciplinariedad se expresan en las siguientes ideas:

La interdisciplinariedad se pone en acción a la hora de enfrentarse y resolver los problemas de la realidad y requiere de la convicción y del espíritu de colaboración entre las personas.

*La interdisciplinariedad es una manera de analizar y conocer **los aspectos de la realidad que un enfoque disciplinar nos ocultaría**, y de actuar sobre ella.*

*No es solo una cuestión teórica, **es ante todo una práctica y se perfecciona con ella**. Es necesaria para la investigación y la enseñanza y para la creación de modelos más explicativos de la compleja realidad.*

*La interdisciplinariedad sirve como estrategia para una **mayor fluidez entre el trabajo teórico y el práctico**.*

***No es una receta**, ni es una directiva. **Es un proceso**, puesto que se fomenta y perfecciona paulatinamente, durante la propia actividad práctica.*

La interdisciplinariedad facilita el aprendizaje de los estudiantes, quienes reciben los conocimientos debidamente articulados, a la vez que revela el nexo entre los distintos fenómenos y procesos de la realidad que son objeto de estudio, superando la fragmentación del saber. Los capacita para hacer transferencias de contenidos y aplicarlos en la solución de problemas nuevos. Implica formar en los estudiantes valores y actitudes y una visión del mundo globalizadora.

La interdisciplinariedad no debe considerarse una “varita mágica” que resolverá todos los problemas de la formación integral del individuo, que es multifactorial. Debe valorarse como una necesidad para estructurar el complejo sistema de influencias encaminado a lograr ese objetivo.

Pueden apuntarse algunas de las principales ventajas del proceso de enseñanza aprendizaje basado en la interdisciplinariedad:

- *El trabajo interdisciplinar contribuye a la formación de un verdadero colectivo pedagógico, a su consolidación en el trabajo, ya sea en el ámbito de departamento, claustro o institución escolar.*
- *Permite a los estudiantes situar los problemas y extender los vínculos que unen fenómenos aparentemente inconexos, adquiriendo visiones más generales de la realidad.*
- *Facilita la transferencia de los conocimientos y de los métodos adquiridos, a otros marcos disciplinares más tradicionales.*
- *Los estudiantes pueden aplicar los conocimientos, métodos y procedimientos aprendidos para detectar, analizar y resolver problemas nuevos.*
- *Aumenta la motivación de los estudiantes porque les es posible abordar distintos temas que sean de su interés.*
- *Es un enfoque económico desde el punto de vista de la relación entre la cantidad de adquisiciones y la cantidad de aprendizajes y potencia la eficiencia de esta relación.*
- *Contribuye a la formación de hábitos de búsqueda de nuevos saberes, a la independencia y a la creatividad.*
- *El empleo de métodos que impliquen el desarrollo de lo interdisciplinar coloca a los estudiantes en posición activa ante la adquisición del conocimiento, contribuyendo a crear hábitos de trabajo en colectivo.*
- *Contribuye a la formación ideológica y de valores (ciudadanos críticos,*

reflexivos, responsables, solidarios, patriotas)

Para los profesores resulta imprescindible entender la esencia de la interdisciplinariedad si desean el éxito de su labor pedagógica. Los marcos disciplinares rígidos que imperan entre el profesorado son uno de los escollos que entorpecen la interdisciplinariedad del proceso enseñanza aprendizaje. “Enseño como me enseñaron” es una frase que oculta en ocasiones una resistencia al cambio de las concepciones metodológicas y es, por lo general, señal de una deficiente formación profesional, basada en un modelo educativo “tradicional” que reproducen en el aula (currículo oculto).

La introducción de la interdisciplinariedad implica una transformación profunda en los métodos de enseñanza y requiere de un cambio de actitud y de las relaciones entre los docentes y entre estos y los estudiantes.

Se requiere de un profesor que tenga pensamiento interdisciplinar como premisa para que pueda transmitir esta forma de pensar y proceder a todos sus alumnos.

Mas, un modo interdisciplinar para acometer cualquier actividad y culminarla exitosamente, para conocer y analizar la realidad, es fruto de una formación basada en un enfoque interdisciplinar. Los profesores deben demostrar poseer estas cualidades y ser capaces de formarlas a su vez en los estudiantes, mediante el ejemplo de su actuación profesional.

Sin embargo, al abordar la realidad para conocer lo que ocurre, surge una serie de interrogantes:

- ¿Responde el diseño y desarrollo de los currículos a estas necesidades?
- ¿ Existe en todos los docentes una idea clara, concientizada y amplia, de la interdisciplinariedad y de su importancia?
- ¿ Hasta qué punto es considerada y está presente en su actividad pedagógica diaria y hasta qué punto está presente solamente en el discurso?
- ¿ Se refleja la relación interdisciplinar de las ciencias durante su enseñanza?

La necesidad de una formación interdisciplinar de los profesores

El importante papel de los profesores en la necesidad estratégica del cambio curricular en la escuela pone en primer plano la cuestión de la formación profesional de los mismos. El enfoque interdisciplinar del proceso de enseñanza-aprendizaje implica la formación de un nuevo tipo de profesor que, entre otras cualidades:

- asuma actitudes y comportamientos congruentes, nuevos, como para permitir que estos los susciten en otros,
- no incremente la cantidad de información de los estudiantes, sino que favorezca la integración de los conocimientos,
- suministre marcos de pensamientos interdisciplinarios, que permitan a los estudiantes situar los problemas y extender los vínculos que unen fenómenos aparentemente inconexos (Gómez G. 1976).

La deficiente preparación interdisciplinar de los profesores de ciencias en Iberoamérica es uno de los resultados del Diagnóstico sobre la Formación Inicial y Permanente del Profesorado de Ciencias y Matemática (Nivel Medio) en los Países Iberoamericanos. En él se concluye que “se revela una estructuración de la formación del profesorado como un modelo sumativo de saberes específicos (de la materia a enseñar) y conocimientos generales sobre psicología y pedagogía, pensando quizás que la integración entre ambos se va a producir de

manera espontánea” (Carrascosa J. 1994,15). En este sentido se analiza el papel integrador que pueden jugar las didácticas específicas en la fundamentación teórica de la formación docente.

Estimamos que además de considerar a las didácticas específicas de las asignaturas de la especialidad, debe contemplarse también explícitamente, *en nuestras condiciones particulares, el carácter integrador que deben tener todas las disciplinas y asignaturas, puesto que en el diseño y en el desarrollo de todas ellas debe estar presente el enfoque profesional*. A su vez, debieran establecerse claramente los vínculos entre estas disciplinas y asignaturas con las didácticas específicas, que tendrían el papel rector de esta integración.

El enfoque profesional de cada disciplina lleva implícita, en su esencia, la necesidad de su enfoque interdisciplinar. La acción encaminada a lograr una formación profesional integral del estudiante no es inherente a una o dos disciplinas o asignaturas, sino que requiere de la interdisciplinariedad.

Es erróneo, por tanto, considerar el enfoque profesional y la interdisciplinariedad como dos aspectos diferentes de la formación profesional. Una formación profesional disciplinar y fragmentaria, tal como sucede en la actualidad, no puede proporcionar al estudiante una formación interdisciplinar.

Considerar que la formación profesional presupone tácitamente una formación interdisciplinar se ha convertido con el tiempo en una idea “de sentido común”. Esto significa que asumir acríticamente esta idea, en vez de favorecer la atención a la formación interdisciplinar de los futuros profesionales, la ha anulado. Además, ha impedido avizorar los peligros que entraña la formación profesional disciplinar, fragmentaria, que se ha venido practicando.

La interdisciplinariedad, insistimos, no es cuestión teórica, hay que instrumentarla y practicarla en el sistema de influencias que reciben los estudiantes y formarla en estos, ante todo, mediante nuestro propio proceder profesional.

Por lo que hasta aquí se ha analizado y por la inobjetable exigencia, dictada por nuestro tiempo, de asumir explícitamente la interdisciplinariedad como práctica en la formación profesional, es necesaria la aplicación del principio de la interdisciplinariedad, al que preferimos llamar principio *interdisciplinar-profesional*, para el diseño y desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje. Esta denominación no significa una dicotomía, sino que tiene el objetivo de reforzar, precisamente, el carácter interdisciplinar que, en su esencia, debe tener la formación de los futuros profesores de ciencias.

Este principio encuentra su fundamento en la realidad objetiva, en la vida misma. En la tendencia hacia la integración, que caracteriza a la etapa actual del desarrollo de la humanidad.

La interdisciplinariedad en la estructuración de cualquier proceso de enseñanza-aprendizaje dinamiza, en el marco de los componentes internos de este proceso, las relaciones que la institución social tiene con la vida, con el medio social en el que está inmerso y se contextualiza. Por ello en la formación del profesional de la docencia se convierte en un elemento que *no puede darse al margen de la profesionalidad*.

El principio interdisciplinar - profesional es aquel que dirige el proceso de enseñanza aprendizaje hacia la preparación de un futuro profesional capaz de solucionar integralmente los problemas que enfrentará en su futuro desempeño profesional.

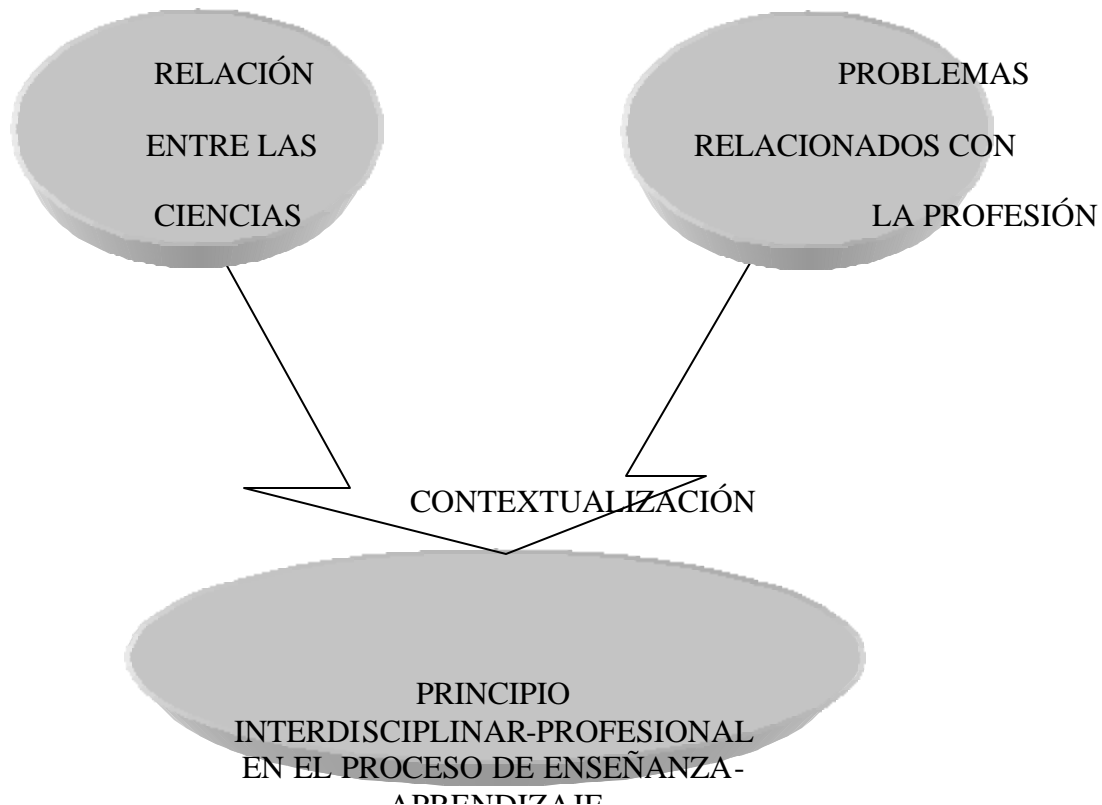
Este principio significa la dirección del proceso de enseñanza aprendizaje que involucra y compromete a los sujetos en la apropiación activa de conocimientos, habilidades y valores, a través del establecimiento de vínculos interdisciplinarios, con el objetivo de contribuir a formarlos como profesionales capaces de resolver de manera integral los problemas que enfrentarán en su práctica laboral y de autosuperarse, actualizando continuamente sus conocimientos.

Es imposible soslayar este principio si se desea que la formación del futuro profesional de la docencia sea una formación contextualizada con su época, con su entorno, comprometida con las necesidades y demandas de la sociedad y del país en que vive, al mismo tiempo que sea científica, profundamente humana y le permita a este profesional trascender formas tradicionales de interacción con los sujetos de aprendizaje, que le faciliten su crecimiento.

Un profesional de la docencia es interdisciplinario cuando:

- *manifieste un dominio integral de su contexto de actuación profesional,*
- *valore el proceso educativo como un sistema complejo, considerando las intervenciones que planifica y realiza como una parte de la totalidad, por lo que debe ser capaz de asumir críticamente su actividad y de valorar sus alcances y consecuencias,*
- *conciba la actividad pedagógica como una actividad esencialmente interdisciplinar y aplique métodos científicos, para analizar, acometer y resolver los problemas,*
- *sea capaz de profundizar y de actualizar constantemente sus conocimientos científicos y sus procedimientos metodológicos, de acuerdo a los constantes cambios que le impone la época en que vive,*
- *refleje en su trabajo las características de la actividad científica contemporánea, diseñando y orientando la participación activa de sus discípulos, que les proporcione una correcta visión de la ciencia y de la época en que viven,*
- *mediante su propio ejemplo, forme en sus discípulos valores y actitudes, así como una forma de pensar interdisciplinar, como parte de su educación científica como ciudadanos.*

La unidad de las relaciones entre las ciencias y los problemas de la profesión se contextualizan en el proceso de enseñanza-aprendizaje con la correcta aplicación, en la práctica, del principio interdisciplinar-profesional. Esto pudiera representarse esquemáticamente de la siguiente manera:



Una metodología interdisciplinar-profesional para la formación de profesores de ciencias

Para resolver el problema de cómo diseñar y desarrollar la enseñanza-aprendizaje de la Física para que contribuyera a la formación interdisciplinar de los profesores de ciencias y eliminara el rechazo hacia esta disciplina, se desarrolló una investigación didáctica con tal fin, en la que se elaboró y aplicó una metodología denominada *interdisciplinar-profesional*.

La metodología interdisciplinar-profesional fue el resultado de un largo proceso de búsqueda de alternativas didácticas para resolver, en la esfera de la formación de profesores de ciencias, los conocidos problemas que confronta la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y, en particular, de la Física.

La metodología cumple con un conjunto de exigencias generales, que se plasman en la práctica pedagógica mediante un conjunto de acciones. Fue aplicada durante la confección y el desarrollo del programa de la disciplina Física para la Carrera de Biología de la Licenciatura en Educación en el Instituto Superior Pedagógico “Enrique José Varona” (Perera F. 2000). Al estar basada en la interdisciplinariedad, la metodología propuesta implica un cambio en las concepciones metodológicas y un abandono de las ideas de sentido común en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Consecuentemente, a continuación se expresan las exigencias generales de la metodología interdisciplinar-profesional que proponemos. Estas exigencias constituyen, conjuntamente con las acciones desplegadas para su aplicación, sus rasgos distintivos que determinan sus diferencias cualitativas con respecto a otras metodologías que se utilizan en la enseñanza de la Física para la formación profesional.

EXIGENCIAS GENERALES DE LA METODOLOGÍA INTERDISCIPLINAR-PROFESIONAL

1. *La interdisciplinariedad entre las ciencias (conocimientos, métodos, actitudes y valores, lenguaje).*
2. *La relación entre el contenido de la ciencia y los métodos y las formas de trabajo empleados en su enseñanza.*
3. *Atención a los problemas de la formación profesional.*
4. *Carácter interdisciplinar del proceso de enseñanza aprendizaje.*
5. *Relaciones dialógicas entre los sujetos que intervienen en el proceso.*
6. *Flexibilidad y carácter abierto. Perfeccionamiento continuo del proceso.*
7. *Carácter sistémico del proceso.*

El carácter sistémico del proceso de enseñanza-aprendizaje implica que ha de considerarse el lugar y el aporte de la disciplina o asignatura a la formación integral del profesional y sus relaciones con el resto de las disciplinas, no solo con las de la especialidad (Perera F. 1998).

El enfoque interdisciplinar-profesional presupone que uno de sus rasgos sea la participación democrática de las personas que intervienen en su desarrollo. *Son de suma importancia las relaciones profesor-estudiante y cómo el primero desempeña su rol, que debe servir como modelo de actuación profesional para los estudiantes* (Martínez M. 1999, Gil D. 1994).

Un nuevo estilo de relaciones interpersonales entre los sujetos en el proceso enseñanza aprendizaje es requisito para desarrollar un sujeto activo, independiente y creativo. Por estas razones, un elemento significativo de la metodología lo constituye la relación profesor-alumno desde las posiciones de una pedagogía del diálogo, en la que el educador no solamente enseña y dirige, sino que acompaña al otro, estimula su análisis, su reflexión y facilita la construcción conjunta del conocimiento y un mutuo enriquecimiento. “Cuando se piensa como fin de la educación la formación integral, es necesario establecer los intereses de todos los actores implicados” (Chagín M. 1998,39).

También es necesario educar a los estudiantes para que asuman el rol de sujetos de su aprendizaje y de interlocutores, para lo que, en general no están preparados.

El planteamiento de las exigencias para una metodología sería letra muerta si esta no se concreta en su aplicación práctica. En este caso quedaría la metodología interdisciplinar-profesional como otro de los abundantes ejemplos de propuestas teóricas para introducir la interdisciplinariedad que, en definitiva, nada aportan a la solución de los problemas del proceso enseñanza aprendizaje.

A continuación se relacionan las principales acciones para el desarrollo de la metodología interdisciplinar-profesional. Dado que la introducción de la interdisciplinariedad como problema pedagógico no es lineal, sino multifactorial, compleja y difícil (Durasévich Y.

1972), ha de tenerse claridad en que esta propuesta no debe asumirse ni como una secuencia lineal de acciones, ni como una receta. Debe analizarse dialéctica y contextualizadamente.

PRINCIPALES ACCIONES PARA DESARROLLAR LA METODOLOGÍA

1. *Estudio y análisis de las premisas o puntos de partida.*
2. *Estudio de la ciencia con la que se establecerá la relación interdisciplinar.*
3. *Consulta de los documentos curriculares de la Carrera.*
4. *Trabajo del equipo interdisciplinar para la determinación de las necesidades de la Carrera.*
5. *Diseño interdisciplinar del programa.*
6. *Diseño, desarrollo y evaluación del sistema de tareas interdisciplinar-profesional, en las distintas formas de organización de la docencia.*
7. *Elaboración de los materiales docentes apropiados.*

Conjuntamente con el diagnóstico realizado, se trabajó sistemáticamente en un equipo interdisciplinar con el objetivo de precisar las necesidades de la carrera y el sistema de conocimientos físicos para satisfacerlas, buscando las áreas que permitieran el mayor número de transferencias. Sobre estas bases se determinaron los temas biológicos que requerían, como soporte, de un conocimiento físico para su comprensión, además de la contribución de la disciplina Física a la formación profesional integral de los estudiantes.

El diseño del sistema de tareas interdisciplinar-profesional diseñado y aplicado consta de tareas cuyo enunciado direcciona la ejecución de la relación interdisciplinar entre la Física y la Biología, así como la aplicación por los estudiantes de métodos de trabajo científico, potenciando el método de trabajo interdisciplinar.

El contenido de las tareas de este sistema está vinculado con los intereses cognoscitivos y profesionales de los estudiantes y exigen la participación comprometida de los mismos, basada en la actividad investigativa orientada por el profesor. Algunos rasgos que lo distinguen de otros sistemas de tareas pudieran ser que, con un enfoque profesional:

- *Revelan las relaciones interdisciplinarias entre las ciencias: conocimientos, métodos de investigación y de enseñanza, actitudes y valores.*
- *Revelan las relaciones ciencia-tecnología-sociedad.*
- *Su solución requiere la integración, la generalización y la transferencia de los conocimientos, para la solución de problemas relacionados con la vida y con su futuro desempeño profesional.*
- *Propician abordar los aspectos axiológicos de las ciencias y su tratamiento metodológico.*
- *Propician el análisis de distintos aspectos de la didáctica de las ciencias.*
- *Familiariza a los estudiantes con los conocimientos de la ciencia de su futura profesión.*
- *Desarrollan habilidades profesionales.*

¿Cómo se revela la interdisciplinariedad en el sistema de tareas y durante la solución de estas? ¿Cómo este contribuye a la formación interdisciplinar-profesional de los estudiantes?

Por la importancia que tienen para la lógica de trabajo del profesor de Biología, en la realización del sistema de tareas se presta especial atención a la discusión de los modelos y

de los métodos de análisis de las distintas situaciones del objeto físico y cómo estos son utilizados por la Biología.

Las tareas promueven también el análisis y discusión de las razones por las que los métodos de análisis de la Física, como el energético y el gráfico, se encuentran entre las herramientas fundamentales para el estudio de los fenómenos biológicos. Se analiza a través de ejemplos concretos la aplicación de estos en el campo de las ciencias biológicas, *fundamentalmente de aquellos que se estudian en la Biología de la enseñanza media (secundaria básica y preuniversitaria)*.

Al resolver las tareas, siempre que es oportuno, se analiza cómo las aplicaciones de la Física examinadas pudieran ser introducidas en la enseñanza aprendizaje de la Biología en la escuela. En estos momentos los estudiantes examinan las posibilidades de síntesis interdisciplinar en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Biología en la escuela, asumiendo el rol de profesores.

La configuración, el desarrollo y la evaluación del sistema de tareas interdisciplinar-profesional favorece en los estudiantes:

- Asumir una actitud reflexiva y crítica ante la ciencia y sus repercusiones éticas y sociales, particularmente ante la Física y la Biología.
- Desarrollar una forma de pensar y de actuar interdisciplinares, con todas las implicaciones que de ellas se derivan.
- Asumir una posición de investigadores. No es ocioso destacar que dentro de la actividad científica aquella que despliega *el profesor como investigador e innovador de su contexto de actuación profesional*.
- Descubrir por sí mismos, durante su actividad independiente, la importancia del conocimiento de la Física para los profesionales vinculados con las ciencias biológicas, así como fundamento para el desarrollo y aplicación de modernas tecnologías y para la explicación de procesos y fenómenos de la vida, lo que produce un cambio en sus actitudes hacia el estudio de la Física.
- La familiarización con la bibliografía de su especialidad, de nivel medio y superior, lo que constituye otra contribución de la disciplina Física a la integración de los componentes académico, investigativo y laboral del proceso de su formación profesional.
- Familiarizarse con los conocimientos biológicos, en la medida que aprenden Física.
- Desarrollar habilidades profesionales relacionadas, entre otras, con la comunicación interpersonal; la búsqueda y actualización de información; la contextualización, la integración y la aplicación de los conocimientos.
- El desarrollo de su independencia cognoscitiva.
- La formación de normas de conducta y de valores, como la laboriosidad, la responsabilidad, la tenacidad, la solidaridad y la honestidad.

El carácter interdisciplinar del curso de Física, dirigido a estudiantes del primer año, planteó la necesidad de utilizar, como parte de su bibliografía, textos de Biología de la enseñanza superior y de la escuela media y literatura de divulgación

científica. Fue preciso elaborar especialmente los materiales docentes del curso, para el estudio, la orientación y el trabajo de los estudiantes para la realización del sistema de tareas.

Por razones de espacio no se exponen ejemplos concretos de la aplicación de la metodología. Estos pueden ser encontrados en otros trabajos del autor (Perera F. 2000).

Esta metodología está avalada por su continua aplicación y perfeccionamiento, durante casi dos décadas, con resultados satisfactorios concretos, no solo en la formación de profesores de Biología, sino también de otras especialidades, así como en otras carreras no pedagógicas. Las exigencias en que esta metodología se sustenta ofrecen la posibilidad de su generalización y aplicación en otros contextos de la formación profesional, con sus correspondientes adecuaciones.

La metodología interdisciplinar-profesional podría ser un referente o una fuente para las transformaciones que, basadas en el enfoque interdisciplinar de la formación profesional de los profesores y de su superación de postgrado, deben ocurrir en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, en correspondencia con las exigencias que a este y a la escuela dicta nuestro tiempo.

Bibliografía:

Ander-Egg, E. - Interdisciplinariedad en educación. Editorial Magisterio del Río de la Plata. Buenos Aires. 1994.

Carrascosa, J.- Análisis de la formación continuada y permanente del profesorado de ciencias. En: La formación continuada y permanente del profesorado de ciencias en Iberoamérica. pp.7-44. Tomo 5. IBERCIMA, OEI. España. 1994.

Colectivo de autores.- Tendencias Pedagógicas contemporáneas. CEPES .UH . La Habana. 1991

Comenio, J.A.- Juan Amos Comenio 1592-1670. Páginas escogidas. Facultad de Educación. Universidad de La Habana. La Habana. 1959

Chagín, M.- Naturaleza transaccional de la pedagogía dialógica. En: Ensayos disciplinares. N° 1. Septiembre. pp.37-50. Universidad Autónoma del Caribe. Colombia. 1998.

Delors, J.- La educación encierra un tesoro. Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI. Ediciones UNESCO. París. 1996.

_____.- Formar a los protagonistas del futuro. En: El Correo de la UNESCO. Abril. pp. 6-11. París. 1996.

Ershov, Y.- Ciencia, cultura, sociedad. En: Ciencias Sociales. N° 2 (68). pp-24-29. Editorial Ciencias Sociales. Moscú. 1987.

Fazenda, I.- Práticas interdisciplinares na escola. Editorial Cortez. Sao Paulo, Brasil. 1994.

Ferreira, M.A.- Ciência e interdisciplinaridade. En: Práticas interdisciplinares na escola. pp.19-22. Editorial Cortez. Sao Paulo, Brasil. 1994.

Frolov, I.- Interacción de las ciencias y los valores humanitarios. En: Ciencias sociales N°2(68). Editorial Ciencias Sociales. Moscú. 1987.

Gil D.- Orientaciones didácticas para la formación continuada del profesorado de ciencias. En: Diagnóstico sobre la formación inicial y permanente del profesorado de ciencias y matemática en los países iberoamericanos. Nivel medio. pp.71-81. IBERCIMA. OEI. España. 1994a.

-----.-. Concepciones del profesorado sobre la ciencia y la enseñanza de las ciencias. Curso de postgrado. IPLAC. La Habana. 1996.

García J. y otros.- Curso: Dirección y diseño curricular. Resumen de contenido. mm. ISPEJV. La Habana. 1993.

Gómez Galo.- Universidad e interdisciplinariedad. Conferencia dictada en la Universidad de Xochimilco. Nov. México. mm. 1976.

Lück H.- Pedagogía interdisciplinar. Fundamentos teórico-metodológicos. 2ª edición. Petrópolis. Editorial Vozes. Brasil. 1994.

Macedo, B. y Furió, M.- Mesa redonda del I Congreso Iberoamericano de Enseñanza de las Ciencias y la Matemática. IPLAC. La Habana. 1999.

Perera, F.- Las relaciones interdisciplinarias de la Física en las carreras de Química y de Biología de la Licenciatura en Educación. Ponencia a la Reunión Científica de Profesores de la Facultad de C. Naturales. La Habana. 1986.

-----.- Efectividad del curso de Física General para biólogos en el aumento de la calidad del aprendizaje y de la motivación profesional de los estudiantes. ISPEJV.mm La Habana. 1995.

-----.- Seminarios y orientación profesional. Tercer Taller Internacional de enseñanza de la Física.IPLAC. La Habana. 1996.

-----.- Interdisciplinariedad en los Departamentos de Ciencias. Material para el postgrado a los J.Dpto. de Ciencias de la enseñanza media. ISPEJV. La Habana. 1998.

-----.- La Formación Interdisciplinaria de los Profesores de Ciencias: un ejemplo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la física. Tesis Doctoral. La Habana. 2000.

Taba, H.- Elaboración del currículo. Teoría y Práctica. Editorial Troquel S.A. Buenos Aires.1974.

Torres J.- Globalización e interdisciplinariedad: el currículo integrado. Editorial Morata S.L. Colección Pedagogía. Madrid. 1994.

Núñez, J.- La ciencia y la tecnología como procesos sociales. Lo que la educación científica no debería olvidar. Soporte electrónico. La Habana. 1998a.

-----.- Algunas nociones de interdisciplinariedad y los sistemas complejos. Fotocopia. La Habana. 1998b.

Varona, E.J.- Trabajos sobre educación y enseñanza. Editorial Pueblo y Educación. La Habana. 1992.