

## Enfoque interdisciplinario en el desarrollo de habilidades topográficas de la carrera de ingeniería civil

### *Focus interdisciplinary in the development of topographical abilities of the career of civil engineering*

MSc.Dania O. Abreu Hernández. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cujae). La Habana. Cuba. Profesora Auxiliar.

E-mail: [daniah@civil.cujae.edu.cu](mailto:daniah@civil.cujae.edu.cu).

Dr C .Manuel de la Rúa Batistapau. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría (Cujae). La Habana. Cuba. Profesor Titular

E-mail: [mrúa@crea.cujae.edu.cu](mailto:mrúa@crea.cujae.edu.cu).

---

Recibido noviembre 2017

Aprobado enero 2018

---

#### **Resumen**

Para las carreras de ingeniería resulta imprescindible en los últimos años concebir la formación de los profesionales desde un enfoque interdisciplinario que contribuya a que los estudiantes establezcan nexos entre las diferentes ramas del saber relacionadas con su especialidad. En tal sentido se realiza una investigación en la Universidad Tecnológica de la Habana que tiene entre sus objetivos identificar las relaciones interdisciplinarias que contribuyan al desarrollo de habilidades topográficas en la carrera de Ingeniería Civil. En la presente investigación se obtienen resultados que evidencian las relaciones interdisciplinarias de forma explícita por ciclos de disciplinas e internamente mediante una aproximación a los componentes didácticos del proceso de enseñanza aprendizaje en la carrera, lo cual constituye uno de los elementos que caracterizan el nuevo modelo didáctico actuante en esta especialidad.

**Palabras clave:** relaciones interdisciplinarias, habilidades topográficas, disciplinas

#### **Abstract**

For the engineering careers it is indispensable to conceive the formation of the professionals from an interdisciplinary focus that contributes to that the students establish nexuses among the different branches of the knowledge related with their specialty. In such a sense it is carried out an investigation in the Technological University of the Havana that has among their objectives to identify the interdisciplinary relationships that contribute to the development of topographical abilities in the career of civil engineering. Presently article results are exposed in those that these interdisciplinary relationships in an external way are represented by cycles of disciplines and internally by means of an approach to the didactic components of the process of teaching learning in the career, that which constitutes one of the new didactic model's components of this specialty.

**Keyword:** interdisciplinary relationships, topographical abilities, disciplinary

## **Introducción**

Uno de los principales retos de la Educación Superior en Cuba es transformar la visión que tradicionalmente se ha tenido sobre la organización del proceso de enseñanza aprendizaje mediante las diferentes disciplinas del diseño curricular de las carreras. Esto implica que el diseño curricular se conciba desde un enfoque sistémico que promueva relaciones interdisciplinarias y transdisciplinarias.<sup>1</sup>

Este enfoque rompe con el esquema fragmentado que históricamente se ha consignado a las disciplinas y amplía las posibilidades de análisis de los estudiantes, que protagonistas de su aprendizaje encuentran herramientas para solucionar problemas de su práctica profesional según el área del conocimiento de que se trate, más allá de las fronteras de una disciplina <sup>2</sup>

Para ello es preciso definir correctamente el modelo del profesional que se necesita formar, establecer los objetivos generales de la carrera y organizar por disciplinas la estructura curricular, pero identificando los nexos existentes entre ellas.

En el diseño curricular de las carreras de ciencias técnicas en especial las ingenierías, se identifican por ciclos de formación, un conjunto de disciplinas que van desde las de formación general hasta las del ciclo de formación especializada. Asociada a ellas se encuentra la Disciplina Principal Integradora como eje vertical en el que se vinculan los conocimientos adquiridos durante la carrera y en los últimos tiempos se introducen asignaturas optativas que flexibilizan el currículo atendiendo a las necesidades educativas de los estudiantes y al contexto específico definido por cada universidad.<sup>3</sup>

## **Desarrollo**

En la carrera de Ingeniería Civil el enfoque interdisciplinario exige que la estructuración curricular sea flexible a los cambios que ocurren en el contexto en que se desarrolla esta especialidad, actualmente caracterizada por el empleo de nuevas tecnologías, métodos y técnicas de trabajo, que dan lugar a importantes cambios en las principales actividades que forman parte en el desempeño profesional de los ingenieros civiles, por los que es necesario redefinir las habilidades profesionales de la carrera en función del contexto actual.

En este caso se encuentran las habilidades topográficas del ingeniero civil, que son objeto de estudio en una investigación de doctorado en la Universidad Tecnológica de la Habana, por lo que es objetivo del presente artículo presentar los resultados de la modelación realizada sobre las relaciones interdisciplinarias de la carrera en torno al desarrollo de las habilidades citadas.

### *Materiales y métodos*

En la investigación realizada para el estudio del desarrollo de habilidades topográficas en la carrera de Ingeniería Civil tiene se identifica como objetivo general determinar un modelo didáctico para el desarrollo de habilidades topográficas en la carrera de Ingeniería Civil que responda a las exigencias actuales en la enseñanza de la Topografía en Cuba y el mundo. Para ello se emplean un conjunto de métodos de investigación que reconocen en el proceso a la modelación, determinando la lógica de los análisis realizados a partir de tres etapas fundamentales: del conocimiento, de las transformaciones y de la implementación.

En el artículo se presentan resultados de la etapa de transformaciones que develan 'dentro del diseño del modelo didáctico un enfoque interdisciplinario conducente al

desarrollo de habilidades topográficas en el escenarios docente, desde las diferentes formas organizativas y teniendo en cuenta los componentes didácticos de proceso de enseñanza aprendizaje que tiene lugar en las disciplinas.

Se pone de manifiesto el enfoque sistémico por la manera en que se conciben las relaciones interdisciplinarias como un sistema, en el que se interrelacionan las diferentes disciplinas que forman parte del diseño curricular de la carrera.

La investigación fue realizada en la Universidad Tecnológica de la Habana, desde el curso 2012-2013, en el que se realizó el diagnóstico sobre el estado del desarrollo de habilidades topográficas. Durante los tres cursos siguientes mediante el método de acciones progresivas en escenarios de aplicación se definieron los escenarios y las acciones para su aplicación en todos los grupos del segundo año de la carrera.

### *Resultados*

Se modelaron las relaciones interdisciplinarias para el desarrollo de habilidades topográficas en la carrera de ingeniería Civil que establece a partir del modelo del profesional la formación de ingenieros capaces de resolver problemas de la práctica profesional relacionados con la proyección, ejecución, mantenimiento y conservación de obras de ingeniería civil, entre las que se destacan las vías de comunicación y edificaciones. [0]

Entre las habilidades profesionales de la carrera cobran identidad las habilidades topográficas definidas por la autora de la investigación que se realiza sobre el tema como “dominio del sistema complejo de las acciones que desde las actividades de la Topografía se precisan realizar para solucionar problemas propios de la profesión”. Su desarrollo se realiza de manera intencionada desde los primeros años de la carrera. El estudiante en este momento de su formación cuenta con conocimientos adquiridos de forma escolarizada y por sus vivencias personales que son precedentes para las disciplinas que forman parte del currículo.

El desarrollo de las habilidades topográficas visto desde un enfoque interdisciplinario requiere entonces de un análisis en el que se definan en qué medida se insertan en el diseño curricular de la carrera en dos planos fundamentales. Externamente se analiza su interrelación con disciplinas y asignaturas e internamente se analiza la relación con los componentes didácticos del proceso de enseñanza aprendizaje.

Se identifican en el ciclo de formación general las disciplinas relacionadas con las ciencias básicas comunes para la formación de ingenieros, en el ciclo de formación especializada las disciplinas que son específicas para la Ingeniería Civil, la Disciplina Principal Integradora que agrupa las actividades de proyectos y prácticas laborales y las asignaturas optativas como vía para ampliar los conocimientos específicos de la carrera.

Las disciplinas están relacionadas directamente con las habilidades topográficas, en primer lugar por la precedencia existente entre las materias que se imparten, lo que condiciona el aumento de los niveles de dominio de habilidad para que los estudiantes mediante la ejercitación consoliden los conocimientos adquiridos y se preparan para adquirir nuevos conocimientos. [0]

La interdisciplinariedad contribuye al desarrollo de las habilidades topográficas por las posibilidades que ofrece para transitar de manera coherente por diferentes materias, incorporando de forma planificada los conocimientos que bajo una determinada sistemacidad van profundizándose y ejercitándose hasta lograr que las

habilidades que inicialmente se encuentran en un nivel bajo de desarrollo alcancen niveles más elevados. Esto se manifiesta en un mayor dominio de las acciones por parte de los estudiantes. Ver figura No.1

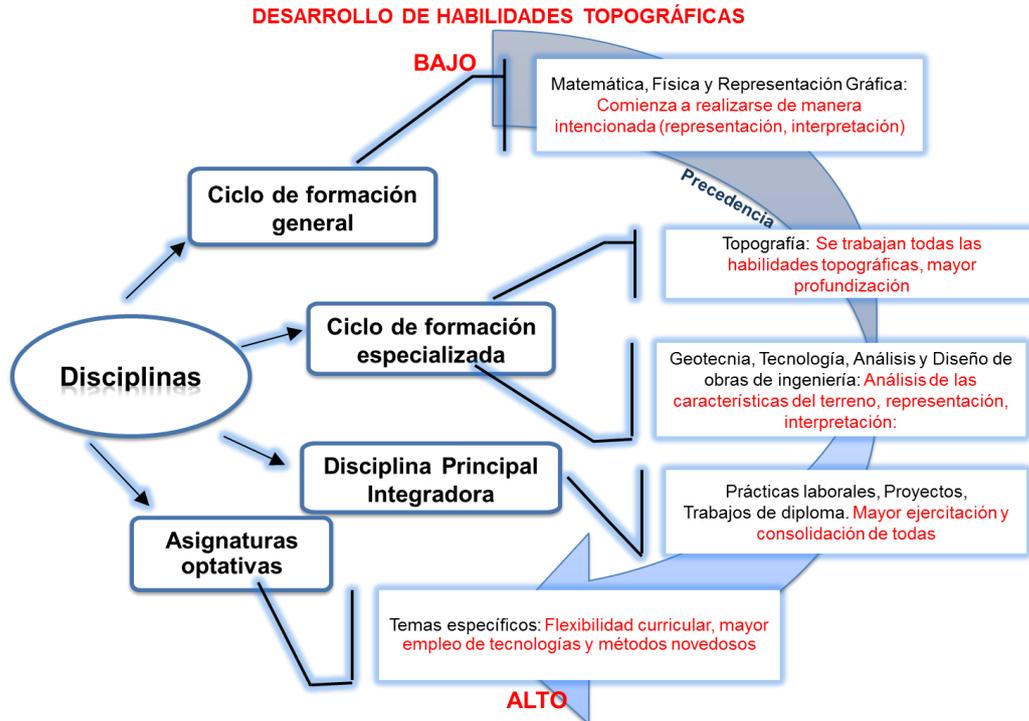


Figura No.1 Relación de las disciplinas con las habilidades topográficas

Las disciplinas del ciclo de formación general son la base para el desarrollo de habilidades generales. Estas se imparten en los primeros años de la carrera y aunque en su diseño no se encuentran de manera explícita, se desarrollan las habilidades topográficas para el cálculo, incorporando contenidos que sirven de precedencia en las asignaturas de Matemática y Física.

Un tratamiento diferente tiene la disciplina de Representación Gráfica que si tiene incorporadas por primera vez de manera intencionada las habilidades de representación de los elementos del terreno e interpretación de signos y símbolos topográficos. En ambos casos utilizando los conocimientos adquiridos para el dibujo de planos.

Las disciplinas del ciclo de formación especializada enuncian otro grupo de habilidades profesionales, en las que se encuentran implícitas algunas de las habilidades topográficas que permiten solucionar problemas específicos de la profesión.

La disciplina de mayor nivel de profundización de los contenidos es la Topografía. En ella se identifican explícitamente las seis habilidades topográficas enunciadas en acciones específicas para la realización de actividades propias de la Topografía aplicada a la ingeniería civil. Sirve de precedencia para el resto de las disciplinas del ciclo de formación especializada, la Disciplina Principal Integradora y las asignaturas del currículo optativo.

En la Topografía se incorporan contenidos relacionados con la Topografía general se develan los fundamentos teóricos de esta rama de la ciencia, así, como métodos,

técnicas y tecnologías empleadas. En un segundo grupo se abordan los contenidos relacionados con sus aplicaciones a la ingeniería civil.

En este ciclo se destacan las disciplinas que se relacionan con la Geotecnia, La Tecnología de la Construcción, así como el Diseño y Análisis de las obras de ingeniería civil que son enunciadas en el modelo del profesional de la carrera. Las asignaturas que forman parte de estas disciplinas comienzan a impartirse después de la Topografía por lo que nuevamente son empleadas las habilidades topográficas de análisis de las características físico geográficas del terreno e Interpretación de signos y símbolos topográficos para resolver problemas específicos de la rama que se trata.

En la Disciplina Principal Integradora se desarrollan prácticas laborales, proyectos y trabajos de diploma, vinculando los conocimientos adquiridos a la solución de problemas propios de la ingeniería civil. Esta disciplina es la de mayor nivel de ejercitación y consolidación, por lo que se produce un mayor desarrollo de las habilidades topográficas.

En función de esto se establece como primer proyecto integrador el de Topografía aplicada a la especialidad, integrando los conocimientos de Matemática, Física, Representación Gráfica y Topografía para resolver problemas relacionados con las actividades identificadas inicialmente. Específicamente las de levantamiento topográfico, replanteo y control de ejecución, que requieren del empleo de todas las habilidades topográficas en función de una tarea planteada por colectivos de estudiantes.

El resto de los proyectos y prácticas laborales tiene como objetivo general el cumplimiento de una tarea planteada, relacionada con otras áreas del conocimiento, por lo que en diferentes niveles se abordan las habilidades topográficas, en dependencia de la tarea específica a cumplir, del contexto y de los medios con que se cuente para ello. De esta forma se proponen prácticas laborales de tecnología y ejecución de obras y un proyecto de carreteras donde se utilizarán fundamentalmente las habilidades de análisis de las características físico geográficas del terreno, medición de redes de puntos, cálculo y localización de la posición de los puntos del terreno.

Las asignaturas optativas se distinguen por la flexibilidad en su diseño, responden al desarrollo de habilidades topográficas, desde una concepción más específica que está determinada por un área del conocimiento que bien puede garantizar el empleo de las tecnologías modernas existentes actualmente en la Topografía o la profundización de aquellos contenidos que no hayan tenido igual tratamiento en el resto de las disciplinas y asignaturas relacionadas con las habilidades topográficas.

#### *Relación entre los componentes didácticos y las habilidades topográficas*

Cada disciplina es portadora de componentes didácticos que se manifiestan de manera particular en dependencia de la asignatura; siendo el objetivo la categoría rectora de estos componentes a la que subordinan además el resto de los componentes. [0]

El objetivo es portador de las habilidades topográficas. En su estructura interna se define la acción el contenido y las condiciones bajo las cuales debe realizarse. Las habilidades topográficas están relacionadas con el contenido de las acciones siendo el elemento que distingue cada habilidad profesional. [0]. Ver figura No.2

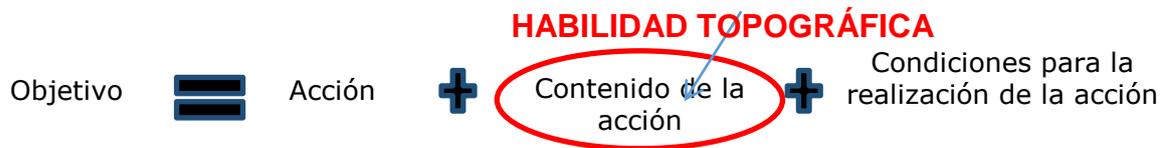


Figura No.2 Estructura interna del objetivo

La formulación de objetivos debe responder a los siguientes requerimientos:

- Deben responder a una sola intención pedagógica.
- Las acciones deben ser medibles.
- Se formulan en función del aprendizaje estudiante.
- Son portadores de un contenido expresado en una idea rectora.
- Deben expresar las condiciones bajo las cuales puede ser alcanzado por el estudiante.

La determinación de los objetivos en las disciplinas y asignaturas es punto de partida para seleccionar los contenidos portadores de la teoría, los conceptos, las regularidades, normas, procedimientos, y otros aspectos que permita la asimilación de la materia. Para su estudio se subdividen por temas y estos a su vez reciben diferente tratamiento en función de la forma de organización de que se trate.

El contenido debe ser relevante desde el punto de vista social y cultural por lo que su uso se materializa en la vida cotidiana pero también en la asimilación de futuros saberes que se sustentan en los conocimientos obtenidos previamente. Cuando el estudiante comprende la funcionalidad de los aprendizajes se sentirá más motivado y le resultará más fácil seleccionar y reorganizar los esquemas de conocimientos relevantes en cada caso.

Las habilidades topográficas alcanzan mayores niveles de desarrollo si los contenidos son enriquecidos desde las diferentes disciplinas que se relacionan con ella, resultando imprescindible que establezca relaciones de los nuevos contenidos con sus esquemas de conocimiento, modificándolos y atribuyendo nuevos significados.

La importancia del factor que se refiere a la estructura y coherencia interna del contenido ha sido reconocida por diferentes autores, entre ellos Ausubel plantea la necesidad de que se produzca en los estudiantes un aprendizaje significativo. [0]

Los contenidos para el desarrollo de las habilidades topográficas provienen de las actividades: reconocimiento del terreno, levantamiento topográfico, replanteo y controles de ejecución y explotación de obras de ingeniería. Deben presentarse explícitamente en las diferentes asignaturas del ciclo de formación especializada de los más simples a los más complejos y de manera secuencial siguiendo el orden lógico de los trabajos que en la práctica se ejecutan. Se aprovechan las potencialidades de la clase, según su tipología para darle el tratamiento específico.

Las asignaturas a su vez emplean diferentes métodos que en su interrelación promueven la participación activa del estudiante en su aprendizaje, por lo que se propone sean utilizados en dependencia de la forma organizativa que quedarán establecidas en las asignaturas de cada disciplina. [0]

Entre los métodos propuestos se encuentra la conversación heurística fundamentalmente durante las conferencias que están presentes en todas las disciplinas estableciendo nexos mediante la intervención de los profesores que pueden plantear una situación problemática en la que se vinculan internamente los contenidos de una misma asignatura, así como externamente con otras ya impartidas o por impartir. Los estudiantes pueden exponer sus criterios para vincular los conocimientos adquiridos a lo largo de su vida o de forma escolarizada en otras disciplinas con los nuevos contenidos aprendidos.

La simulación es un método que posibilita recrear de manera práctica los procesos de las diferentes actividades de Topografía. Permite desarrollar las habilidades topográficas desde cualquiera de las asignaturas, fundamentalmente en condiciones de laboratorios, con el empleo de medios digitales, programas computacionales especializados, plataformas educativas, entre otros.

El trabajo en la comunidad como método de enseñanza aprendizaje es empleado fundamentalmente durante la realización de proyectos integradores y prácticas laborales los estudiantes aplican los conocimientos adquiridos y los ponen en práctica para ejecutar trabajos de Topografía aplicada a la Ingeniería Civil, para solucionar problemas de la comunidad dentro o fuera del ámbito universitario.

Otros métodos empleados cumplen con la condición de promover el aprendizaje significativo mediante el trabajo individual y grupal de los estudiantes que consolidan sus conocimientos y desarrollan habilidades topográficas, en la medida que se desarrollan modos de actuación que tributan a la formación de su personalidad.

Los métodos están directamente relacionados con los medios de enseñanza aprendizaje que portadores de los contenidos de la enseñanza permiten acercar a los alumnos a situaciones de aprendizaje. El sistema de medios de enseñanza aprendizaje se sustenta en los contenidos teóricos que deben ser asimilados por los estudiantes que de manera individual aprenden sobre la materia.

Los medios no actúan de forma independiente, estos deben concebirse en forma de sistema, vinculando unos con otros, su utilización debe planificarse en función del objetivo y el contenido previstos, de las características individuales de los estudiantes, de las formas de organización que se requieran, así como de las condiciones que existan. En su empleo debe tenerse en cuenta la motivación, la orientación, la ejecución y el control de la actividad en la que intervengan. [0]

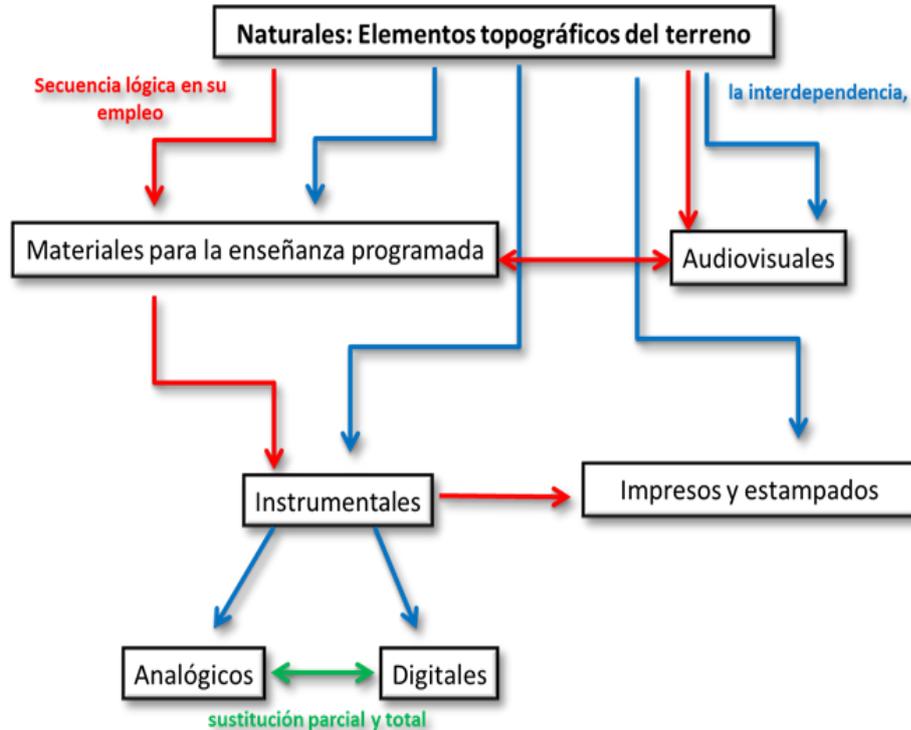
El carácter sistémico de los medios propuestos se evidencia en su utilización específica por la interdependencia, los niveles de sustitución parcial y total y la secuencia lógica en su empleo.

Ver figura No. 3.

Relaciones entre los medios de enseñanza

Aspecto distintivo en cada disciplina y asignatura resultan las formas de organización

Figura No.3



El reconocimiento de las relaciones de interdependencia existentes entre las formas de organización favorece el desarrollo de las habilidades topográficas, a partir de un mejor aprovechamiento del tiempo, de un tratamiento diferenciado en cada actividad docente y la búsqueda al mayor acercamiento a los contextos de la práctica profesional del ingeniero civil.

La clase es la forma de organización más importante para el desarrollo de habilidades topográficas. Se erige la conferencia como la rectora del proceso en el que los estudiantes adquieren los conocimientos relacionados con los núcleos teóricos de la Topografía como ciencia. También se utilizan clases prácticas, talleres y laboratorios que estarán dedicadas a la ejercitación y consolidación de las habilidades topográficas abordadas en las conferencias que de cada tema se imparten.

Pueden ser empleadas otras formas de organización como prácticas laborales, proyectos y trabajos investigativos en estrecha relación con la Disciplina Principal Integradora y de esta con el resto de las disciplinas del diseño curricular, fundamentalmente las del ciclo de formación especializada. Se caracterizan por la flexibilidad en el contexto en que sean realizadas y por un mayor tiempo destinado a la ejecución de las acciones. Pueden aprovecharse para realizar visitas a obras, empresa, para resolver problemas comunitarios que requieran de las actividades de Topografía.

Las consultas y tutorías son formas de organización que complementan al resto de las mencionadas, deben realizarse de manera sistemática, permitiendo atender de manera intencionada las diferencias individuales en el aprendizaje de los estudiantes.

La autopreparación tiene una significación distintiva para cada estudiante que de manera consciente se prepara para desarrollar las habilidades topográficas en actividades docentes y extradocentes y en diferentes contextos según sus necesidades personales.

En cada forma de organización se utilizan vías para la evaluación grupal o individual de los estudiantes, que quedan establecidas en los documentos rectores de la asignatura. La evaluación del aprendizaje se realiza de forma sistemática, pruebas parciales y exámenes finales, pero con un enfoque desarrollador que presente al estudiante situaciones problemáticas de la práctica profesional del ingeniero civil. También se emplean las tareas personalizada en la que el estudiante trabaja de manera independiente en la clase y puede continuar solucionando el problema en otros espacios extraclases.

La evaluación por proyectos se sustenta en realización de proyectos desde el diseño, ejecución y confección de los informes técnicos, exponiendo los resultados de forma parcial y total ante un tribunal evaluador.

### *Discusión*

Habiendo establecido las relaciones interdisciplinarias para el desarrollo de habilidades topográficas en la carrera de Ingeniería Civil, es pertinente precisar los elementos distintivos de este proceso:

- Las relaciones interdisciplinarias en la carrera se conciben desde los ciclos de formación por disciplinas, teniendo su mayor expresión en las del ciclo de formación especializada.
- La Topografía es la disciplina donde se hacen explícitas con mayor intencionalidad las habilidades topográficas; pero su desarrollo gradual depende de las relaciones que se establecen con el resto de las disciplinas de la carrera.
- La Disciplina Principal Integradora a la vez que promueve las relaciones interdisciplinarias, hace énfasis en el desarrollo de habilidades profesionales y reconoce la identidad de las habilidades topográficas en un proyecto integrador específico de la carrera. Sus resultados deben manifestarse en el resto de los proyectos integradores y asignaturas.
- La modelación de las relaciones interdisciplinarias es necesariamente un componente estructural del modelo didáctico para el desarrollo de habilidades topográficas en la carrera.

### **Conclusiones**

El desarrollo de habilidades topográficas en la carrera de Ingeniería Civil es un proceso continuo que debe concebirse desde un enfoque interdisciplinario, que más allá de la tradicional estructura disciplinar permita a los estudiantes emplear dichas

habilidades durante la solución de problemas relacionados con la proyección, ejecución, mantenimiento y conservación de obras de ingeniería civil.

El enfoque interdisciplinario no solo representa de manera externa las relaciones de precedencia entre las disciplinas y asignaturas, también en un plano interno se relacionan los componentes didácticos del proceso de enseñanza aprendizaje, donde se hacen explícitas las habilidades profesionales a desarrollar por los estudiantes, en este caso las topográficas.

La modelación de las relaciones interdisciplinarias en la carrera de Ingeniería Civil, debe ser estudiada con mayor intencionalidad mediante acciones para su implementación progresiva. Así se podrán valorar los resultados en la práctica desde los escenarios específicos en que tiene lugar el proceso de desarrollo de habilidades topográficas.

### **Referencias bibliográficas**

Perera, LF. La formación interdisciplinaria 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. I.S.P. "Enrique J. Varona". La Habana. Cuba. 2000.

Mena, JL. y otros, Concepción didáctica para una enseñanza - aprendizaje de las ciencias básicas centrada en la integración de los contenidos en la carrera de Agronomía, Pedagogía universitaria XVI, No. 4. 2011.

Addine, F. Diseño curricular. Instituto Pedagógico Latinoamericano y Caribeño, La Habana, Cuba. 2000

MES. Modelo del profesional en el Plan de estudio "D". Carrera ingeniería civil. La Habana. 2007

Fiallo, J. Las relaciones intermaterias, una vía para incrementar la calidad de la educación. Editorial Pueblo y Educación. La Habana, Cuba, 1996.

Álvarez, CM. Didáctica: La escuela en la vida. 3era Edición. Ciudad de La Habana. 1999

Mestre U. y Fuentes H. Desarrollo de habilidades profesionales a través de la Física general en estudiantes de ingeniería. La Habana. Cuba: Editorial Universitaria. 2007

Ausubel D, Novak P, Hanesian H. Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo. Editorial Trillas, México, 1991.

Castellanos D, Enseñar y aprender. Centro de Estudios Educativos. ISP "Enrique J. Varona". Material en formato digital. La Habana. 2002.