

El desarrollo histórico de la formación de constructores

Gaspar Barreto Argilagos*

Resumen

Se analiza el desarrollo histórico de la actividad de construcción, y su reflejo en la formación de los constructores, con la aplicación del método histórico en particular, y del materialismo dialéctico e histórico en general, para descubrir regularidades y tendencias que permitan comprender peculiaridades de la Didáctica Especial de la Ingeniería Civil en la actualidad, así como pronosticar tendencias y perspectivas y así concluir que la formación de este profesional deberá considerar el incremento del poder transformador del hombre, lo que obliga a análisis de impacto ambiental y social de las obras de construcción; las posibilidades que brinda la automatización y su influencia en la toma de decisiones ingenieriles; el incremento de la importancia del Inglés y de la Computación para adquirir información laboralmente imprescindible; dar mayor importancia a la realidad histórico-concreta del lugar donde ocurre el proceso de formación, y a su interacción con el mismo; y las regularidades ya encontradas en la Didáctica de la Educación Superior, así como sus



particularidades en el caso de la Didáctica Especial correspondiente, que son analizadas a lo largo de la evolución histórica de esta Ciencia Técnica.

Palabras Claves: Ingeniería Civil; formación profesional.

Abstract

The historical development of construction, as human activity is analyzed, with the use of the materialistic and historical method, and, particularly, the historical method. This paper attempts to discover regularities, tendencies, and better comprehension of current Special Civil Engineering Didactics, and its future behavior. In the formation of Civil Engineering students, should be taken in consideration the analysis of social and environmental impacts due to human technical and constructive intrusion in nature. It is also discussed the possibilities of computer techniques and its influence in getting professional decisions. So, the learning and application of English language and new computer methods are absolutely necessary in this career. Social and economical realities should be introduced, and interactions between the University and living area processes.

Key Words: Special Civil Engineering Didactics; professional training.

INTRODUCCIÓN

Los comienzos del tercer milenio estarán caracterizados por un vertiginoso avance de la ciencia y de la técnica, acompañado por un incremento nunca visto en la información disponible en cualquier campo de estudio, a la cual se tiene ya, acceso inmediato a través de las autopistas informáticas, todo lo cual

* Profesor Titular de la Facultad de Construcciones de la Universidad de Camagüey, Cuba

puede designarse como Revolución Científico-Técnica e Informática.

La rapidez de los cambios hace imprescindible reconocer la obsolescencia de considerar que un profesional pueda formar a nuevos profesionales de su perfil, de la misma manera que fue empleada para formarle cuando fue estudiante.

Ya en el siglo pasado, José Martí advertía la necesidad de que la educación pusiera al hombre a la altura de su tiempo, y en las últimas décadas se ha enfatizado que el diseño del plan de estudios, y de las asignaturas, tiene que tomar en consideración las tendencias del desarrollo, para que el estudiante, al graduarse, no se encuentre con que la realidad se ha ido por delante de su preparación. Esto resulta más sencillo, si se analiza el proceso de desarrollo de la formación de un profesional determinado, y se encuentran regularidades y tendencias, lo cual permite comprender mejor los procesos actuales, y pronosticar los futuros con mayor precisión. El presente trabajo realiza estas búsquedas en el caso concreto de la Ingeniería Civil.

DESARROLLO

La Didáctica de la Ingeniería Civil ha ido desarrollándose durante milenios de manera espontánea, asistemática, ya que las actividades de la construcción son la respuesta a necesidades humanas fundamentales “[...] presentes ya entre los nómadas que buscaban abrigo entre piedras, maderas, hojas, tierra o hielos amontonados, y que se expresan con mayor plenitud en los constructores de pueblos” La necesidad social de construcciones implica la formación de constructores, y una investigación acerca de la teoría requerida para la formación de ingenieros

civiles tiene que tomar en consideración el desarrollo en el tiempo de la actividad constructiva:

Hegel fue el primero que vinculó y analizó el concepto de sistema con las ideas del desarrollo, llegando a la conclusión de que la estructura del sistema del saber debe ser análoga a la estructura del desarrollo del proceso del conocimiento. El materialismo dialéctico demostró que esta es una característica común de todos los sistemas tanto espirituales como materiales y que, por tanto, la estructura de todo sistema es análoga a la estructura del proceso de su desarrollo.

Para los efectos pedagógicos, resulta útil considerar cuatro períodos en el desarrollo histórico de la construcción, y el autor propone: 1.- Primitivo: la construcción como actividad de subsistencia. 2.- Antiguo y Medieval: surgimiento y desarrollo del oficio de constructor. 3.- Moderno y Contemporáneo: surgimiento y desarrollo de la profesión universitaria de constructor. 4.- Actual y prospectivo: surgimiento y desarrollo de la Revolución Científico-Técnica e Informática.

Período primitivo. La construcción como actividad de subsistencia

La actividad de subsistencia es característica durante un período inicial que duró milenios, y era principalmente dirigida a que el grupo humano lograra



protección contra la intemperie, las fieras y otros hombres, con recursos del lugar y esfuerzo propio. Las pocas habilidades requeridas se desarrollaron imitativamente, dentro del grupo humano inmediato. No existía todavía un oficio diferenciado, y por tanto no había que pasar un adiestramiento especial. Esto obedecía a que la actividad constructiva era extraordinariamente sencilla, con diseños que, aunque frecuentemente geniales, se repetían luego durante siglos con variaciones casi imperceptibles. La imitación a veces partió de observar a los animales, como ocurre con el túnel de acceso al igloo, que reproduce el que cava el oso polar para llegar a su refugio. Primó una gran adaptación al medio natural, que resultaba omnipotente ante el grupo humano que, con instrumentos de trabajo elementales, aprovechaba rudimentariamente los materiales del lugar.

El diseño, centrado en la protección del hombre, de su vida, su salud, su bienestar, es lo que queda impreso como huella de este período, junto con el racional aprovechamiento de los materiales propios del lugar, y el ajuste a sus condiciones y características.

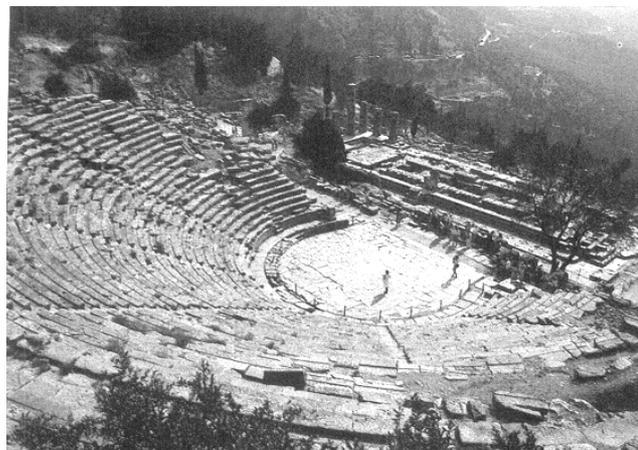
Período antiguo y medieval: surgimiento y desarrollo del oficio

La importancia de la construcción civil forzó el precoz surgimiento y desarrollo del oficio al ocurrir la división del trabajo. Puede señalarse cómo la antiquísima civilización egipcia dejó abundante testimonio de que daba excepcional importancia a la formación de sacerdotes, médicos, escribas y constructores.

Al tomar del griego el término *arché*, que puede interpretarse como “materia prima”, y

“tekton”, que significa constructor, se forma la palabra “arquitecto”, con la que suelen designarse los más calificados constructores de la antigüedad. En realidad, los maestros del oficio eran, a la vez, arquitectos e ingenieros, sin que se produjera la división entre esas carreras hasta el siglo XVIII. Aquí interesa que, desde el surgimiento del oficio y durante milenios, los maestros constructores formaron a sus aprendices principalmente “a pie de obra”, con evidente hipertrofia del componente laboral en contraste con el componente académico, de muy escaso desarrollo. Sería inútil hablar del componente investigativo, muy en embrión, aunque su presencia es indudable; siempre hubo búsquedas, aportes de mayor o menor envergadura en los campos de las formas, las técnicas y los materiales.

De gran importancia en el desarrollo histórico de la construcción, y del proceso histórico de la formación de constructores, resulta el hecho de que la brillante civilización griega cometió un serio error: “El no haber dado los filósofos griegos un uso más práctico a sus considerables conocimientos se debió, en gran parte, a su renuncia a considerar la resistencia de un edificio digna de estudio científico”. Sabían mover grandes y pesados cuerpos con grúas análogas, en principio, a las



modernas, y alcanzaron un extraordinario desarrollo en el campo de la geometría, pero el mismo autor antes citado plantea que incluso "... las columnas estrechamente espaciadas del Templo de Diana, en Efeso, construido por Dinócrates en el año 330 A.N.E., quizás considerado con justicia una de las 'Siete Maravillas del Mundo', como ejemplo de ingeniería estructural carece de valor."

Por tanto, hubo un exagerado desarrollo del diseño geométrico, en comparación con un escaso desarrollo del diseño resistente.

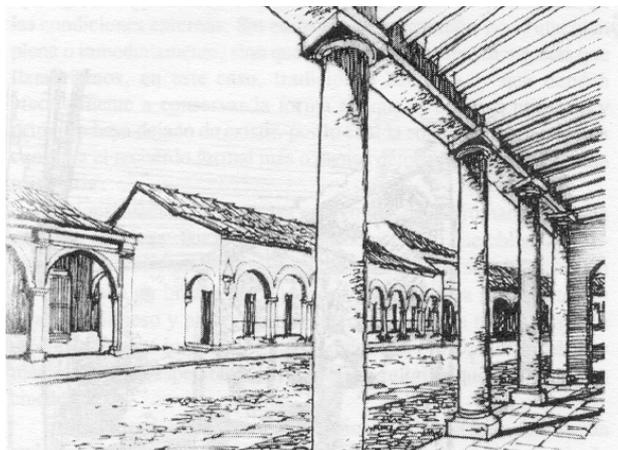
Por lo general, los aprendices eran jóvenes humildes, que debían llevar una vida laboriosa y austera, durante años, para ir asimilando los conocimientos y habilidades del oficio, dirigidos por un maestro. La historia recoge el caso excepcional de Pedro el Grande, Zar de Rusia, que, con el fin de iniciar la modernización de su inmenso país, viajó por el occidente de Europa como aprendiz de múltiples oficios, pero, desde luego, con recursos económicos no soñados por los verdaderos aprendices de la época. Su biografía ofrece abundante información acerca de cómo transcurría la formación laboral en diferentes oficios, que luego han derivado en Ciencias Técnicas.

Este período incorpora el diseño geométrico, y con él, diversos elementos matemáticos; el surgimiento del gremio de la construcción y de sus regulaciones; las concepciones estéticas, que incluyen la *regla de oro* o proporción áurea como piedra angular; y, fundamentalmente, el oficio de constructor. Todo esto, junto con la esencia heredada del período anterior, se incorpora al período moderno, que hace suyo ese núcleo, transformándolo y enriqueciéndolo.

Período moderno y contemporáneo. Surgimiento y desarrollo de la profesión universitaria de constructor

Desde el siglo XII habían comenzado a surgir universidades en la Europa occidental urbana, contándose entre las más antiguas las de Bolonia, París y Oxford. En ellas podían encontrarse Facultades de Teología, Filosofía, Derecho, Medicina, Farmacia, e incluso de Matemática y Astronomía, pero ninguna de Construcciones. Así que, aunque el oficio de constructor fue uno de los primeros, la profesión quedó atrasada con respecto a otras Carreras.

Sin embargo, la Revolución Industrial, como expresión del desarrollo de las fuerzas productivas y de las relaciones de producción, planteó problemas constructivos nuevos y en cantidades nunca vistas, los que forzaron la investigación y el empleo de nuevos materiales y técnicas, introdujeron cambios en la geometría y también consideraciones económicas fuera del alcance de los viejos maestros de obra. La necesidad económica y social se impuso y, al fin, las universidades abrieron sus puertas para acoger por primera vez a los futuros constructores. Aunque puntualmente puede indicarse un lugar, la Escuela de Puentes y Calzadas de Francia, y una fecha, 1747, lo



decisivo es que a mediados del siglo XVIII comenzaron a enseñarse Ciencias Técnicas en Universidades europeas, y así la Ingeniería Civil se transformó en profesión.

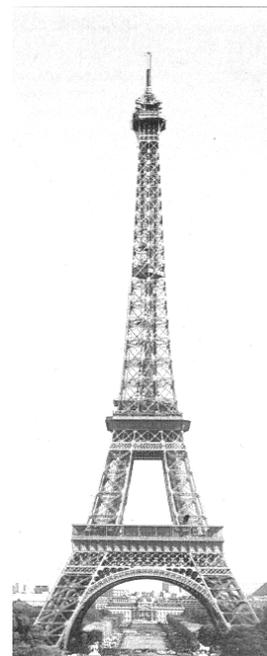
Resulta evidente el brusco cambio que implicó, desde el punto de vista pedagógico, la formación de los constructores en aulas universitarias. Los antiguos maestros de obras habían vivido de su oficio, no de enseñarlo. Los aprendices se formaban en la obra, no en aulas. Los diseños constructivos, que antes se habían logrado, a veces, al azar, y que luego se conservaban celosamente como secretos, ahora cedían el paso a la investigación y la divulgación científica.

Todo esto se reflejará en una rápida atrofia del componente laboral, enorme desarrollo del componente académico y cierto avance en el componente investigativo. Ocurre un relativo aislamiento respecto a la práctica constructiva, e incluso un cambio profundo dado por el hecho de que uno de los sujetos del proceso ya no era un aprendiz, que siempre fue un operario, un trabajador; ahora se trata de un estudiante universitario, básicamente un intelectual.

A fines del siglo XVIII se funda en Francia el Instituto Politécnico, su máximo exponente en la formación universitaria de ingenieros. En esta dirección, el enfoque francés ponía el énfasis en la formación "... de profesionales con un buen dominio tecnológico, que dieran respuesta a la situación que el proceso industrial requería. La investigación científica se relegó a otras instituciones sociales. Este modelo se extrapoló a la América Latina con la agravante de que las instituciones científicas no se crearon".

No fue totalmente dañina esa copia que hizo América Latina: con todos sus defectos, las universidades francesas, sobre todo en

cuestiones de ingeniería, estaban por delante de otras universidades europeas, ventaja que se hacía notable con respecto a las españolas. Hasta los ingleses, que bloquearon a la Revolución Francesa primero, y a Bonaparte después, tuvieron que apresurar transformaciones cuando, después de Waterloo, descubrieron que sus ingenieros tenían 50 años de atraso respecto a sus colegas franceses, según apunta Cowan. Y es que el modelo francés era, en aquellos momentos el más avanzado. Incluso es posible que el Instituto Politécnico y la Escuela de Puentes y Calzadas, al mantenerse al margen de las universidades clásicas, añosas y sabias, pero profundamente escolásticas y poco inclinadas a los cambios, hayan podido progresar con mayor rapidez.



El tránsito de la formación en el oficio, a la formación universitaria en la profesión, fue matizándose por otras situaciones importantes. Por primera vez se forman como constructores jóvenes aristócratas o burgueses, muchas veces sin intención alguna de ejercer la profesión. Estudiaban para administrar mejor sus bienes, mejorar sus relaciones, adquirir mayor relieve social, o simplemente para complacer a sus padres, por mencionar algunos de los nuevos motivos. Además, aunque siempre ayudó para iniciar el aprendizaje contar con cierta influencia económica o social, la formación universitaria se fue haciendo más elitista. Por eso no debe extrañar la queja de un profesor ecuatoriano que expresa, muchos años

más tarde, ya en nuestros días, que "... la educación media y superior no prepara a los estudiantes para insertarse con aceptables habilidades en el mundo del trabajo".

Mientras que el aprendiz costaba su formación con su trabajo, el estudiante universitario requirió una formación más costosa, y la relativa atrofia del componente laboral planteó la necesidad de afrontar los gastos de manera privada, o pública, con un marcado incremento en los cambios, los que pueden apreciarse en:

- ◆ Acceso más difícil y costoso a los estudios.
- ◆ Aprendizaje en condiciones de *campus*.
- ◆ Impartición más académica y cara, no amortizable con trabajo.

Se produjo la separación de las dos carreras de la construcción. Ya en 1818 se funda la Real Institución de Ingenieros Civiles de Inglaterra, y en 1834 el Real Instituto de Arquitectos Británicos, comenzando un deslinde en sus campos de acción y esferas de actuación que todavía continúa. El impetuoso desarrollo de la mecánica teórica, la resistencia de materiales y de la modelación geométrica, matemática, física y mecánica de las obras se aprovecha por ambas carreras, con diferencias más o menos marcadas. La Ingeniería Civil se desarrolla como Ciencia Técnica; la Arquitectura, "como la más útil de las artes y la más bella de las ciencias".

En Cuba, el colonialismo español, al retirarse, dejó con instrucción superior a uno de cada 121 blancos y a uno de cada 2627 negros cubanos; dos tercios de la población era analfabeta y no había ni un ingeniero graduado en nuestra tierra, que fue capaz de tener ferrocarriles antes que Asia, Africa y el resto de América Latina; antes

que Canadá y que la mayoría de los países europeos; antes que la propia España.

Enrique José Varona, en su reorganización de la Universidad de La Habana dijo: "He introducido cuatro nuevas escuelas: la de Pedagogía, la de Ingenieros Civiles y Electricistas, la de Cirugía Dental y la de Derecho Público...". Cuba tuvo su primera graduación de Ingenieros y Arquitectos con gran retraso, en 1907.

Este período incorpora el diseño resistente, que fue posible gracias a la asimilación de ciencias como el Análisis Matemático, la Física y la Resistencia de Materiales, por ejemplo. También presencia el nacimiento de los análisis de impacto social y ambiental. Ocurre una verdadera revolución en el campo de los materiales de construcción y de las maquinarias y equipos utilizados en las obras. Se caracteriza, esencialmente, por la formación universitaria de los Arquitectos y de los Ingenieros Civiles, como principales profesionales de la Construcción.

Actual y perspectivo: de la Revolución Científico – Técnica e Informática

La didáctica de la formación de las habilidades laborales del Ingeniero Civil, a principios del siglo XXI, no se opone de manera antagónica, sino que niega dialécticamente, los logros alcanzados a lo largo de los períodos anteriores en esta dirección. El período primitivo, aporta la influencia de la comunidad y sus tradiciones, en el proceso formador, y el gran peso de la práctica en el mismo; el segundo período, la atención casi individualizada del Aprendiz, por su Maestro, y su evaluación *en el oficio, y para el oficio*; el tercero, los cursos universitarios con toda la carga de su rigor científico. Todo nuevo progreso incluye esta riqueza, transformada por la nueva realidad.

Básicamente, la ingeniería es un proceso de toma de decisiones para la solución de situaciones problemáticas

dentro de sus campos de acción. Al respecto, conviene tener en cuenta que:

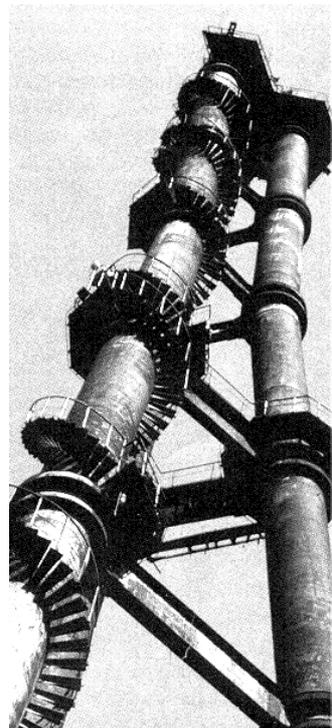
Como regla general, el proceso de toma de decisiones se considera compuesto de las siguientes etapas:

- I. Surgimiento de una situación problemática.
- II. Planteamiento del fin.
- III. Obtención de la información necesaria y análisis de la misma (elaboración).
- IV. Confección del modelo del fenómeno sobre la base de la información obtenida.
- V. Elección del criterio valorativo de las variantes de acción.
- VI. Elección de la variante óptima.
- VII. Corrección de la decisión durante su realización”.

Puede demostrarse que sólo las dos primeras etapas no han sufrido cambios radicales en la actualidad. Las posibilidades de que el profesional se mueva por las “autopistas informáticas”, de que tenga acceso a bancos de datos alrededor del mundo, de intercambiar criterios con otros especialistas y de procesar automatizadamente la información disponible, modifican por completo la tercera etapa. La cuarta, por su parte, se revoluciona al poder usar con facilidad y rapidez modelos más precisos, que con anterioridad cedieron ante otros menos exactos, pero más adecuados para trabajarlos a mano, sin el auxilio de la automatización. Tampoco deben olvidarse las técnicas de representación y animación. Las facilidades para aislar o combinar criterios valorativos, junto con la velocidad y comodidad con que se analizan variantes en número antes no permisible, introducen cambios notables en el modo de actuación para la elección de la variante óptima.

Pero aquí hay que resaltar algo: ahora resulta insuficiente el tradicional análisis técnico-económico; es imprescindible incorporar el análisis del impacto social y ambiental, debido a la magnitud del poder transformador alcanzado por el hombre

No se trata sólo de la aparición de nuevos materiales, o de nuevas técnicas, sino de transformaciones profundas en el modo de actuación del profesional, que a su vez fuerzan transformaciones en las características de su formación, en especial, de su formación laboral.



CONCLUSIONES

En estos finales del siglo XX, el problema de cómo formar laboralmente al ingeniero civil tiene que tomar en consideración, al menos:

- * El nivel de desarrollo científico-técnico alcanzado, que incrementa el poder transformador de la actividad del hombre en sociedad.
- * Las posibilidades que brinda la automatización de múltiples procesos, y su influencia en la toma de decisiones ingenieriles.
- * Las variaciones en el modo de actuación de este profesional, tanto actuales como previsibles a corto

y mediano plazo que incluyen el aumento de la importancia del Inglés y de la Computación para adquirir información actualizada, laboralmente imprescindible.

- * La realidad histórico-concreta del lugar donde ocurre el proceso de formación, y su interacción con el mismo.
- * Las regularidades ya encontradas en la Didáctica de la Educación Superior, y sus particularidades en el caso de la Ingeniería Civil.

REFERENCIAS

1. Cfr. Torres, M. Nuevas tendencias en la enseñanza de la ingeniería. *Educación Superior*. (La Habana. Cuba.) #3, 1994.
2. Cfr. Castañeda, E. La formación de profesionales de ingeniería. *El Ingeniero Civil*. (Lima, Perú) 16 (100): Enero-Febrero, 1996.
3. Barreto. G. *Perfeccionamiento del componente laboral en la carrera de Ingeniería Civil*. Trabajo de grado de maestría no publicado. Universidad de Camagüey, 1996
4. Instituto de Filosofía de la Academia de Ciencias de la URSS y Departamento de Filosofía de la Academia de Ciencias de Cuba. *La dialéctica y los métodos científicos generales de investigación*: Editorial de Ciencias Sociales. La Habana, 1982. T. II, p. 39.
5. Cowen, H.D. *Esquema histórico de las ciencias de la construcción*: ISPJAE. La Habana, 1983. p. 18.
6. *Ibíd.* p. 10.
7. Cfr. Alvarez, C. *La Universidad como Institución Social*: Universidad Andina "Simón Bolívar". Sucre, Bolivia, 1996.
8. *Ibid.*, p. 24.
9. Cowan. H. *Op. cit.*, p. 10-11.
10. L. Achig. El sistema educativo en el Ecuador. *Educación Superior*.(La Habana, Cuba) #3, 1994.
11. Enrique José Varona. *La instrucción pública en Cuba. Su pasado. Su presente*, en : Enrique José Varona. Trabajos sobre educación y enseñanza., p. 183.
12. *Ibid.*
13. Cfr. Pérez Cerezales, E. *El desarrollo de la habilidad modelar en la carrera de Ingeniería Civil*. Trabajo de maestría no publicado. Universidad de Camagüey, 1997.
14. Instituto de Filosofía de la Academia de Ciencias de la URSS y Departamento de Filosofía de la Academia de Ciencias de Cuba, *op. cit.*, p. 300-301.
15. Cfr. Cuba, Ministerio de Educación Superior. Dirección de formación de profesionales. *Documento base para la nueva etapa de perfeccionamiento de los planes y programas de estudio*. La Habana. 1995. (La Habana. Cuba.) #3, 1994.
16. Cfr. Castañeda, E. La formación de profesionales de ingeniería. *El Ingeniero Civil*. (Lima, Perú) 16 (100): Enero-Febrero, 1996.