

# Una experiencia de aprendizaje sobre tecnologías constructivas bajo el paradigma constructivista

Alejandra González

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción. Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Universidad Central de Venezuela

## Resumen

El aprendizaje en el área de tecnología en la carrera de Arquitectura es más efectivo cuando vincula lo teórico con la práctica constructiva real. Esta experiencia incluida en la oferta docente de dicho sector en 2009 tuvo énfasis en tecnologías de construcción en acero, teniendo como centro una tecnología en lámina galvanizada denominada SIPROMAT, desarrollada en el IDEC. Los resultados obtenidos fueron comprobables en términos de la medición del desarrollo de competencias: cognitivas, procedimentales y aptitudinales, mediante test exploratorios previos y evaluaciones posteriores.

## Descriptores:

Acero; tecnología; módulo habitable; aprendizaje; innovador; constructivismo.

## Abstract

*Learning about technology in the Architecture career, is more effective when theoretical knowledge is linked to actual building practice. Courses offer in this field in Universidad Central de Venezuela in 2009 emphasized on steel building technologies, especially studying a galvanized steel sheet technology named SIPROMAT, which was developed at Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC). Results were verifiable regarding competencies development measurement: cognitives, and procedures and abilities related, through preliminary test and subsequent evaluations.*

## Descriptors:

*Steel; technology; living house module; learning; innovative; constructivism.*

## Caracterización de la enseñanza de las tecnologías de construcción en Arquitectura y contribución del IDEC<sup>1</sup>

En el Plan de Estudios vigente de la carrera de Arquitectura de la Universidad Central de Venezuela, aprobado en Consejo de Facultad el 17 de febrero de 1994, se puede constatar que la estructura de la formación del Arquitecto que egresa de esa casa de estudios se soporta en seis sectores de conocimiento: Diseño, Tecnología, Métodos, Acondicionamiento Ambiental, Estudios Urbanos e Historia y Crítica. "El Sector de Tecnología tiene como campo específico de incumbencia el de las variables técnicas involucradas en la producción del objeto arquitectónico, las cuales incluyen el campo de la construcción, la gerencia de construcción, el campo del diseño estructural y el campo de los sistemas de instalaciones" (FAU; 1995, p. 103).

Este sector de conocimiento estructura su oferta docente, al igual que el resto, en función de los ciclos: primero (Semestres 1 y 2), segundo (Semestres 3° a 8°) y tercero (9° y 10°). Cada ciclo posee objetivos específicos. En el Primero se "procura el desarrollo de destrezas iniciales propias de la formación universitaria y de la disciplina de la Arquitectura" (FAU, 1995, p. 35). En el Segundo se profundiza "desarrollo de destrezas cognitivas propias de la carrera, incluyendo el manejo crítico de conocimientos sustantivos y complementarios pertinentes a la formación profesional" (FAU, 1995, p. 36). Y por último en el Tercero se "posibilita la síntesis cognoscitiva con base en la formación lograda en los ciclos anteriores y estimular

el desarrollo de posturas individuales y creativas frente a la arquitectura, que superen el manejo básico del oficio” (FAU, 1995, p. 37).

Estos ciclos, en el caso específico del campo de las tecnologías, se diseñan en función de tres áreas temáticas a saber: Construcción, Instalaciones y Aspectos resistentes. Cada una de ellas a su vez se estructura de la siguiente forma (FAU, 1995, p. 103):

1. Construcción:
  - a. Línea de Materiales
  - b. Línea de Procesos constructivos
  - c. Línea de Topografía y Suelos
  - d. Línea de Seguimiento de obras
  - e. Línea de Práctica Profesional
  - f. Línea de Patología, mantenimiento y reciclaje de edificaciones
2. Instalaciones
  - a. Línea de Instalaciones Sanitarias
  - b. Línea de Instalaciones Eléctricas
  - c. Línea de Instalaciones Mecánicas
  - d. Línea de Instalaciones Especiales
3. Aspectos Resistentes
  - a. Línea de Diseño Estructural
  - b. Línea de Cuantificación y Dimensionamiento Estructural

El Plan de Estudios especifica que las asignaturas Optativas “son materias destinadas exclusivamente a la innovación del conocimiento dentro del campo de la tecnología; por lo cual su creación, transformación o sustitución deberá ser el resultado de una investigación...” (FAU, 1995, p.106). Y más adelante cita: “...tiene especial importancia para la conformación de la oferta de materias optativas del Sector: a. La relación del Sector con el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, IDEC..., las materias optativas pasan a constituir la vía para la incor-

poración de los contenidos e innovaciones que se desarrollen a través de las investigaciones del IDEC;...” (FAU, 1995, p.106). Estas asignaturas optativas aportan un total de diez (10) créditos en la formación total del Arquitecto.

En la actualidad el Sector Tecnología está integrado por un total de 36 profesores: 2 Titulares (5,5%), 4 Asociados (1,1%), 2 Agregados (5,5%), 9 Asistentes (25%), 10 Instructores (27,7%) y 9 Docentes temporales contratados (25%), según datos de la Coordinación de Docencia Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) para Diciembre 2010. Como puede observarse el 52,7% se concentra en instructores en período de formación y profesores contratados que aún no han ingresado al sistema de escalafón universitario. Desde el punto de vista de las dedicaciones, los datos para la misma fecha y la misma fuente indican que 5 son convencionales 3 horas; 13 convencionales 6 horas; 9 medio tiempo (20 horas de dedicación), 5 tiempo completo (36 horas de dedicación) y 4 dedicación exclusiva (40 horas de dedicación). En este sentido podemos observar que 18 de los profesores (50%) se concentran en las dedicaciones más bajas.

De este universo de profesores podemos inferir que solo 9 (25%) pudieran estar realizando investigaciones que generaran conocimientos para ofrecer asignaturas optativas. Ello nos lleva a afirmar que la actual oferta docente de asignaturas optativas del Sector Tecnología es insuficiente, dado que el mayor porcentaje de la planta profesoral del sector se encuentra dedicado a cubrir la oferta de docencia de materias obligatorias por tanto, el aporte del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción IDEC de la FAU es fundamental en la oferta de asignaturas optativas. Toma relevancia entonces lo contemplado en el Plan de Estudios en torno al aporte que se espera de los institutos de investigación, en este caso específico del IDEC en cuanto al campo de conocimiento de la tecnología.

Figura 1  
Alumnos  
realizando prácticas  
de ensamblaje  
de la tecnología  
Sipomat en la  
planta El Laurel



Desde el año 1998 el IDEC ha participado ininterrumpidamente en la oferta de asignaturas para el sector Tecnología. Esta participación se ha dado en los últimos cinco años a partir del dictado de las asignaturas: Diseño y producción de componentes y sistemas constructivos en acero, Estructuras tensiles, Sostenibilidad de las edificaciones en acero, Tecnologías para la construcción sostenible y Producción de edificaciones modulares en acero.

La asignatura “diseño y producción de componentes y sistemas constructivos en acero” se viene dictando desde el año 2004. La misma es producto de varios proyectos de investigación y de trabajos de ascenso del Área de Desarrollo Tecnológico, en la línea de investigación del material acero desde el año 1992. Esta asignatura precursora de esta línea de optativas, abrió paso a la experiencia que en este trabajo presentamos denominada “Construcción de viviendas modulares de condición apilable y crecimiento progresivo con tecnologías en acero”.

El temario de la asignatura se centra en tres bloques de conocimiento: caracterización general de las técnicas tradicionales de construcción predominante para viviendas en Venezuela, SIPROMAT tecnología de carácter innovador en lámina delgada de acero, y desarrollo de proyecto y fabricación de un módulo habitable de carácter progresivo, transportable y apilable.

Pero el aspecto más innovador de la concepción de esta asignatura está centrado en la metodología y las estrategias de facilitación del aprendizaje, empleadas para su dictado a lo largo de todos estos semestres, con especial énfasis en lo realizado en el último período Intensivo del período lectivo 2010, y el cual abordaremos de manera detallada más adelante (figura 1). Este hecho da carácter a la experiencia y la saca parcialmente del paradigma “conductista” frecuentemente utilizado en la enseñanza y que tiene como emblema funcional la clase magistral con

o sin apoyos de tipo audio visual (proyecciones en *Power Point*) para la “transmisión”<sup>2</sup> del conocimiento y en el caso particular de Arquitectura, la sesión de corrección maestro-discípulo en el escenario del Taller de Diseño.

En este tipo de experiencia se trabaja con énfasis en la “construcción colectiva del conocimiento” mediante la experiencia de integración del facilitador y el socio de aprendizaje<sup>3</sup>, a partir de la proposición de experiencias de aprendizaje complejas, la reflexión comparativa, la incorporación de técnicas y dinámicas novedosas para el intercambio, la ejecución “real” de tareas constructivas y la orientación de la experiencia hacia motivaciones reales de los participantes (figuras 2 y 3).

### Objetivos de la propuesta instruccional

A pesar de los avances que en materia de ciencias cognitivas se han dado en el mundo, aún la cultura educativa o pedagógica de gran parte de nuestras instituciones se centra en los métodos tradicionales de “transmisión del conocimiento”, y de un proceso entendido como unidireccional, del maestro al discípulo. De esto no escapa la tradición pedagógica de nuestras universidades, incluso se agrava en el nivel de educación superior, incluso reconociendo que en general ha habido una importante incorporación de nuevas técnicas en la enseñanza y que la Facultad de Arquitectura en particular posee una interesante apertura hacia dichos cambios.

El estudiante que se incorpora a la carrera asume una propuesta curricular en cuya definición no ha participado en absoluto, y acepta de manera pasiva la propuesta o modelo instruccional que le ofrece la institución y el estilo docente que le ofrece el profesor, en muchos casos carente aún de formación docente formal y en el mejor



Figura 2  
Izando un plano  
portante Sipromat  
en una explicación  
en planta

de ellos con alguna formación docente básica, refrendada por algunos años de experiencia práctica.

El hecho tecnológico-constructivo, fase fundamental de la Arquitectura como disciplina, es esencialmente práctico y rigurosamente ligado al quehacer constructivo de la cultura en la que se inserta. Ello hace aun más complejo el reto de facilitar procesos de desarrollo de destrezas y competencias cognitivas, procedimentales y aptitudinales en los estudiantes de esta carrera (saber, hacer, ser).

Algunas investigaciones sobre las competencias menos presentes en los egresados de la carrera de Arquitectura señalan claramente la carencia de conocimiento significativo<sup>4</sup> de tecnologías y procesos constructivos aplicables a sus proyectos y una incipiente experiencia en el campo constructivo.

El estudiante de Arquitectura recibe de manera "sectorizada" y principalmente teórica los conocimientos de diseño y tecnología así como las del resto de su formación, y en su mayoría poseen manifiestas y profundas dificultades para integrar dichos conocimientos de manera individual.

El estudiante de Arquitectura suele diseñar sus proyectos asumiendo por defecto que ellos serán construidos en concreto, mampostería, cemento y cabillas, los materiales fundamentales de nuestra cultura constructiva y a partir de la aplicación del modelo estructural aportado. Esta realidad trae como consecuencia una manifiesta dificultad a la hora de afrontar el desarrollo de detalles constructivos de sus proyectos, una baja creatividad en la diversidad de propuestas materiales, formales y estructurales, y una latente dificultad para trabajar, multidisciplinaria o transdisciplinariamente.

El objetivo es lograr una mayor participación del estudiante en la propuesta instruccional, una mayor conexión con problemas reales que motiven su interés,

un incremento de las actividades de carácter práctico, una propuesta de desarrollo y evaluación de competencias más integral y una más esmerada conexión personalizada con la diversidad de experiencias cognitivas previas que poseen los participantes.

Ibañez (1994), en su magnífico artículo sobre la construcción del conocimiento desde una perspectiva socio-constructivista, afirma: "... las tecnologías son producciones sociales que resultan de determinadas prácticas humanas, que tienen un carácter socio-histórico, que son en definitiva construcciones sociales".

El conocimiento, comprensión y aplicación de la tecnología Sipromat, permitió la creación de un escenario de aprendizaje que como veremos más adelante, propicia y estimula el cambio de paradigma en materia de construcción que nuestros estudiantes poseen y a su vez, a partir de la contrastación de experiencias constructivas tradicionales y no tradicionales, motiva una reflexión a mayores niveles de complejidad (Morin, 2005).

El enfoque de esta propuesta instruccional aspira desarrollar en el estudiante las competencias necesarias para entender el carácter heterogéneo de la producción de edificaciones con tecnologías tradicionales, representado en la variada intervención de insumos provenientes de diversas industrias, así como su carácter discreto definido por la necesaria fabricación del producto en largas y repetitivas jornadas de producción. Pero a su vez también pretende contraponer estos conceptos a los principios aportados por las tecnologías no convencionales que utilizan menor diversidad de insumos y procedimientos de ensamblaje seco y rápido, que sin duda conducen a un mayor rendimiento de la producción de las edificaciones y a la yuxtaposición de actividades en fábrica y en obra que permitirían incluso reducir la jornada de manera drástica.

Figura 3  
Estudiantes en  
tareas de  
construcción de  
módulos Sipromat  
y colocando  
fijaciones



### Las premisas básicas del paradigma epistemológico constructivista

La tradición pedagógica se basa en el paradigma epistemológico positivista de la ciencia que dirigió conceptualmente el mundo por casi tres siglos, con énfasis en la segunda mitad del siglo XIX y la primera del XX a partir del Positivismo Lógico. Este enfoque epistemológico se ha basado en suponer que "...fuera de nosotros existe una realidad totalmente hecha, acabada y plenamente externa y objetiva, y que nuestro aparato cognoscitivo es como un espejo que la refleja dentro de sí, o como una pasiva cámara oscura o fotográfica que copia pequeñas imágenes de esa realidad exterior..." (Martínez, 2009, p.52-53).

Podemos hablar de cinco generaciones de enfoques epistemológicos relativos a la experiencia de enseñanza aprendizaje, su planificación y el diseño instruccional correspondiente. Muchos de ellos coexisten en nuestro mundo contemporáneo aunque surgieron en distintos y definidos momentos.

La primera generación, alrededor de los años sesenta, directiva, típicamente conductista, causa-efecto, estímulo-respuesta, orientada a la modificación de conductas o comportamientos observables, cuya evaluación mide fundamentalmente contenidos, y lo evaluado es el producto, no así el proceso. La segunda generación, hacia los setenta, empieza a considerar la participación del estudiante de forma más dinámica y activa, habla de procesamiento de la información, memoria, e inicia la evaluación del proceso. Es considerada una fase de transición. La tercera generación, representativa de los ochenta, se basa en la teoría cognitiva, entiende y reconoce el proceso, identifica los aspectos fundamentales o básicos del proceso cognitivo o de las funciones de la mente (análisis, síntesis, clasificación, comparación, observación, memoria, entre otros), y a su

vez también reconoce habilidades superiores de la mente como toma de decisiones, resolución de problemas, creatividad, habilidad para planificar, etc. En la cuarta y quinta generación la palabra y el pensamiento son considerados dos procesos mentales fundamentales. Integra la visión constructivista de proceso y producto, tiene conciencia del valor de la cultura y la sociedad en el aprendizaje, propone la complejización del proceso, la conciencia del otro y la aceptación de la diversidad. Y específicamente en la quinta generación incorpora las tecnologías informáticas y los conceptos de meta-cognición, por tanto de consciencia del propio proceso y forma de aprender. Se considera que la percepción empírica, basada en la participación de los sentidos en la captación o aprehensión de la realidad, es una pequeña parte de los innumerables aspectos que condicionan la percepción humana. Toda sensación fisiológica a partir de cualesquiera de los sentidos es, desde el mismo instante de su ocurrencia, una percepción cargada de significados subjetivos asignados a partir del conocimiento previo que posee de manera genética, experiencial y/o adquirida intelectualmente, el sujeto que participa. En otras palabras ha quedado demostrado que "el conocimiento no es un 'reflejo especular' de "lo que está allá afuera"; el conocimiento es el resultado de un elaboradísimo proceso de interacción entre un estímulo sensorial ... y todo nuestro mundo interno de valores, intereses, creencias, sentimientos, temores, etc." (Martínez, 2009, p. 51).

Los aportes realizados por la neurociencia –ese complejo híbrido transdisciplinario entre informática, neurología y otros campos– han contribuido de manera muy significativa en este proceso evolutivo de comprensión del proceso de enseñanza-aprendizaje. Los conceptos de objetividad, certeza y verdad han sido ampliamente modificados por estos descubrimientos y por supuesto han afectado



Figura 4  
Paneles Sipromat  
apilados y muestra  
de una unión  
de paneles

tado, en nuestra opinión de manera muy positiva, a la ciencia y a la educación.

Es a partir de estos descubrimientos y de las múltiples investigaciones que en este campo de la neurociencia se han realizado, que se han empezado a alimentar hace ya un largo tiempo las diversas disciplinas que, aguas abajo, se nutren de esta ciencia. La educación en todas sus facetas ha sido una de las afortunadas herederas de estos nuevos conocimientos y saberes.

El enfoque constructivista enfatiza que el aprendizaje y el conocimiento es función directa de cómo el individuo crea significados a partir de sus propias experiencias. Este enfoque posee raíces en los trabajos de Piaget, Bruner y Goodman (Perkins, 1997). En el constructivismo se considera que la mente filtra lo que nos llega del mundo y con ello cada sujeto produce su propia y única realidad. No es que se niegue en esta teoría la existencia del mundo real, pero sí se afirma que lo que entendemos por realidad surge en la interpretación que hacemos de nuestras experiencias. No se habla de adquirir o transmitir el aprendizaje sino de crear o construir el conocimiento (figuras 4 y 5).

Para el constructivismo es importante el factor ambiental del aprendizaje tanto como el propio sujeto, así como su interacción. Se recomienda vincular el aprendizaje a las situaciones donde este será utilizado o aplicado, es decir, conectarlo a ambientes y situaciones reales y no dejarlo exclusivamente circunscrito al aula de clase y al enfoque teórico. En el constructivismo la memoria no es estática y siempre estará en construcción, una especie de historia acumulativa de interacciones (Ertmer, P. y Newby, T., 1993).

Reivindicar el carácter “construido” del conocimiento implica someter muchas de nuestras creencias y paradigmas a una profunda crítica (Ibañez, 1994).

### Las fases del proceso de facilitación, estrategias del aprendizaje y diseño instruccional para esta propuesta

El diseño instruccional de la propuesta incluyó los siguientes aspectos: nombre de la experiencia, duración, descripción de la audiencia, nivel de complejidad de la experiencia, tecnología educativa informática, alcance, apoyo, necesidad instruccional detectada, objetivos, resultados esperados en los participantes, preguntas y sub-preguntas guía, actividades potenciales, productos, actividades de aprendizaje, apoyo instruccional, definición y descripción de los ambientes de aprendizaje, identificación de recursos, actividades y responsabilidades del mediador, actividades y responsabilidades del participante, aprendizajes que fomenta el proyecto, formas y tipos de evaluación, dificultades y obstáculos que estima y observaciones generales.

El nombre de la experiencia debe expresar los objetivos de la propuesta y a la vez ser impactante para el estudiante, a fin de que capte su atención una vez que sea publicada la oferta docente. El mismo debe procurar no conducir a equívocos ni a la generación de expectativas erróneas en cuanto a los objetivos de la experiencia didáctica. El nombre escogido fue “Construcción de viviendas modulares de condición apilable y crecimiento progresivo con tecnologías en acero”.

La duración viene dada de manera preestablecida por la extensión del período lectivo y la modalidad que haya sido seleccionada podrá expresarse en semanas y horas. La primera versión de esta experiencia se realizó durante el primer período lectivo del año 2010 de catorce (14) semanas a razón de tres horas semanales. La segunda versión se realizó durante el período intensivo de ese mismo año con una duración de siete (7) semanas a razón

Figura 5  
Estudiantes aprendiendo el manejo de herramientas de construcción armando planos portantes



de seis (6) horas semanales. Un total en ambos casos de 42 horas/semestre.

La descripción de la audiencia contempla una descripción de las características de las audiencias de experiencias anteriores, y se nutrirá en cada nueva puesta en escena con los datos de las nuevas audiencias, puede incluir aspectos como edad, sexo, condición laboral del estudiante entre otras. En las dos versiones de la experiencia se observó que la constitución de los grupos se caracterizó por la participación de estudiantes de los dos últimos semestres de la carrera, es decir noveno y décimo semestres, con edades comprendidas entre 20 y 23 años de edad y 60% de estudiantes femeninas. Los cursantes deben haber aprobado la totalidad de las materias obligatorias de este sector de Tecnología, además de Taller de Aplicaciones Tecnológicas. Los participantes poseen comprobables capacidades para la elaboración de material gráfico en Auto Cad y otros programas tales como SketchUp, 3D, etc. Elaboran maquetas con destreza, poseen poca costumbre de escribir y disertar y una escasa capacidad para administrar eficientemente su tiempo. Se les dificulta en general la integración de los aprendizajes de las asignaturas teóricas al proyecto de diseño que están desarrollando. Manifiestan interés por las actividades prácticas y el aprender haciendo.

Otro aspecto fundamental de la descripción de la audiencia se refiere a la exploración del mapa cognitivo de los participantes. Esto se refiere a la aplicación de dinámicas que permitan conocer o hacer presente el tipo y nivel de conocimientos previos que posee el participante. Esta fase es fundamental ya que permitirá establecer comparaciones a partir de las evaluaciones finales e intermedias, contrastándolas con los resultados obtenidos previamente.

La complejidad de la experiencia es según palabras de Morin (2005) "...el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones, azares que constituyen nuestro mundo fenoménico". Hay un orden adentro de nuestras mentes, que no encaja de manera exacta con el orden de todos estos elementos en el afuera y por ello hay que poner orden, categorizar, esquematizar, poner certidumbre, jerarquizar, distinguir, para facilitar la inteligibilidad (Morin, 2005).

En el caso de este proceso de aprendizaje, la complejidad está representada por la cantidad y calidad de las áreas de conocimiento involucradas así como por la diversidad de ambientes de aprendizaje. En la propuesta que nos ocupa, se reconoce un nivel de complejidad alto,

debido al enfoque del tema de lo constructivo-tecnológico desde la visión de las técnicas tradicionales de construcción confrontadas con una técnica innovadora, así como por involucrar dos ambientes de aprendizaje polarizados, el aula de clase y la planta experimental y por la producción de prototipos a escala real, utilizando equipos y herramientas reales.

Sabiendo que las tecnologías informáticas se han convertido en ineludibles aliadas del proceso de aprendizaje porque potencian las posibilidades de construir el conocimiento, y que en la disciplina de la Arquitectura resultan especialmente atractivas a los jóvenes estudiantes por las posibilidades que alcanzan en la representación gráfica de sus prefiguraciones mentales, en esta propuesta didáctica fueron utilizadas de manera moderada las tecnologías informáticas, dado también el énfasis en las actividades prácticas en taller. Se reservaron para las actividades de representación y presentación de proyectos.

Refiriéndonos a las actividades y responsabilidades propias del facilitador o mediador y las del participante, en el nuevo paradigma de la educación "...el profesor será un animador, un experto en mayéutica<sup>5</sup>, que buscará situaciones problemáticas de la vida y las propondrá..., situaciones que tengan en cuenta todas las dimensiones del ser humano: inteligencia, sensibilidad y cuerpo, ya que la neurociencia actual nos demuestra que existe una relación estrecha entre la inteligencia y la afectividad..." (Martínez, 2009).

En esta propuesta las responsabilidades del facilitador se centraron en: la propuesta y planificación de los objetivos generales de la experiencia, el diseño instruccional, la coordinación de visitas a obras, plantas o fábricas, el dictado de charlas expertas sobre diversos temas, la participación en las discusiones grupales, la retroalimentación mediante preguntas expertas y cierres cognitivos, la adquisición de equipos y materiales, la invitación a expertos, la investigación en profundidad sobre los temas a abordar, el establecimiento de vínculos a lo externo.

En cuanto a los participantes: investigar los temas propuestos, asistir puntualmente a las actividades, participar activamente en las dinámicas, realizar investigaciones sobre los diversos temas, planificar exposiciones sobre los temas investigados, organizar su tiempo personal, jerarquizar sus prioridades, participar en la toma de decisiones sobre actividades, temas y problemas, presentar las evaluaciones previamente pautadas, proponer actividades, reali-

zar actividades a distancia, asistir a las visitas, dar *feed back* al mediador en torno al desenvolvimiento de la experiencia.

Finalmente la evaluación midió cualitativa y cuantitativamente los resultados de la experiencia y permitió una variada gama de situaciones que se dan a lo largo de la evolución de la experiencia de aprendizaje. La misma contempló en las etapas iniciales evaluaciones exploratorias que permitieron al grupo conocer la diversidad de experiencias y visiones de sus integrantes. Se propusieron dinámicas exploratorias que permitieron identificar a grandes rasgos los antecedentes cognitivos de los participantes y sus expectativas en torno a la experiencia. Se realizaron evaluaciones a lo largo de la experiencia, que variaron la dinámica de interacción, evaluaciones individuales y en equipo, de carácter escrito y verbal, exposiciones, debates, competencias.

Entrando ya de lleno en las etapas en las que se desarrolló esta asignatura, identificaremos cinco: etapa inicial exploratoria, etapa de revisión de contenidos teóricos, etapa de desarrollo del proyecto, etapa de deconstrucción-construcción del módulo y finalmente etapa de presentación y evaluación de resultados.

La etapa exploratoria inicial fue concebida como un espacio para el conocimiento general del escenario cognitivo de cada uno de los participantes con la propuesta de dinámicas de intercambio con base en ejercicios propuestos por el facilitador. Aquí las técnicas de torbellino de ideas, y cartografía mental o mapas mentales fueron de gran utilidad. El *brainstorming* o tormenta de ideas supone una aproximación inicial a cualquier tema a partir de la asociación de ideas que caracteriza el funcionamiento natural del cerebro humano, en un tiempo recomendable de un minuto (Buzan, 1996). Esta técnica, de gran potencial en el procesamiento de la información, se utilizó en esta experiencia como estrategia rompe-hielo para producir la "materia prima" para la elaboración de los mapas mentales para el abordaje de las diversas actividades e incluso en las etapas de evaluación.

Se propuso la elaboración de una lista de ideas con esta técnica sobre palabras asociadas al tema construcción tradicional. La dinámica se realizó primero con la construcción de la lista a nivel individual, para pasar a una elaboración grupal del mapa mental, luego de haberse realizado un proceso de reflexión por equipos sobre las semejanzas y diferencias entre las diversas listas de los miembros del equipo. El mapa mental producido por

el grupo constituye una expresión del pensamiento irradiante y una poderosa herramienta gráfica que potencia el proceso de aprendizaje, dado que refuerza una imagen central, asocia ideas irradiadas a partir de la idea central, jerarquiza, asocia imágenes gráficas con verbales y propicia la interconexión de ideas y puede ser trabajado en jornadas sucesivas (Buzán, 1996).

Este tipo de experiencia propició el conocimiento intragrupal y "el darse cuenta" entendido como toma de conciencia y alerta (Stevens, 2008) del nivel cognitivo del grupo y de sus integrantes. En este caso específico auspicia el conocimiento de los integrantes y la exploración del nivel y las expectativas cognitivas de los participantes.

En la segunda etapa de revisión de los contenidos teóricos se realizaron exposiciones por parte del facilitador sobre la tecnología innovadora en estudio, lecturas creativas integradoras<sup>6</sup> y debates evaluados sobre el tema.

En la tercera etapa los integrantes del grupo se dedican, luego de haber realizado la primera aproximación al conocimiento de la tecnología Sipromat, a la elaboración de un proyecto de vivienda propia, de carácter modular, apilable, de crecimiento progresivo, que sea accesible a sus propias posibilidades individuales de inversión, aplicando la tecnología. Esta actividad debe realizarse utilizando las técnicas digitales propias del proyecto arquitectónico, se elaboran maquetas y se montan tablas de Excel sobre la estructura de costos básica de los proyectos.

La cuarta etapa es la de mayor duración y se realizó totalmente en la planta experimental El Laurel. La misma se inicia con un recorrido de campo para el conocimiento directo de un prototipo de vivienda ya elaborado y consolidado (con revestimientos y acabados aplicados), y el área de almacenaje de componentes Sipromat, no ensamblados aún, además del reconocimiento de materiales tradicionales presentes en otros prototipos.

Luego de esta actividad se inician las tareas de deconstrucción de un módulo no consolidado (sin revestimientos ni acabados) que auspicia el conocimiento de los detalles de construcción y ensamblaje de la tecnología y la manipulación real de los componentes para una toma de conciencia del peso, dimensión, flexibilidad, rigidez, etc. En esta misma fase se realizan prácticas de pre-ensamblaje, acarreo y apilamiento de los componentes y accesorios, que propician en el participante la familiarización con la nueva técnica constructiva. En paralelo se realizan algunas experiencias de contacto con materiales tradicionales,



bloques, cabillas, perfiles de acero y otros, a fin de que los estudiantes puedan realizar de manera vivencial las comparaciones correspondientes.

Finalmente organizados por equipos cuyos líderes se rotan semanalmente, la construcción del módulo habitable que ha resultado seleccionado en la presentación de proyectos individuales realizada previamente. La organización de los equipos se realiza conforme a la secuencia de actividades y tareas propias de la tecnología, que han sido revisadas en la fase tres. Los equipos se estructuran en función del despiece de planos portantes resultante de la sistematización<sup>7</sup> del proyecto. En el caso que nos ocupa se dividió el grupo en seis subgrupos encargados de ensamblar cada uno dos módulos portantes.

Todas las actividades y tareas constructivas fueron registradas fotográficamente. Durante la fase final los participantes realizaron por equipos una presentación en *power point* comentada de la experiencia, resaltando las vivencias y aprendizajes experimentados.

### Los resultados obtenidos. Tipos de competencias desarrolladas

Podemos entender las competencias como desarrollo de capacidades que se generan a partir de aprendizajes complejos, es decir aprendizajes que fomentan la integración entre: desarrollo del ser (ser), información (saber), comportamiento (hacer y convivir). Se busca como ya lo hemos mencionado desarrollar competencias de tipo cognitivas o conceptuales, procedimentales o instrumentales y aptitudinales o sociales. Este desarrollo se medirá utilizando como indicadores los logros específicos y concretos del estudiante. La definición de las competencias y su sistematización en indicadores de logro deberá hacerse en un proceso participativo y en lo posible de consenso, en el que estén presentes docentes, alumnos, egresados, especialistas etc. El número y complejidad de competen-

cias a desarrollar deberá estar acorde a la complejidad de la experiencia y al nivel de los participantes dentro de la formación.

Las competencias cognitivas o conceptuales son aquellas vinculadas al pensamiento y la forma en que se da (Ibañez, 1994) y los contenidos y habilidades de la mente, ya sean básicas: análisis, síntesis, reflexión, etc, y ejecutivas: toma de decisiones, elección de objetivos, logro, resolución de problemas, capacidad de abstracción, planificación, entre otras. En esta propuesta los indicadores que permitieron evaluar esta competencia fueron: capacidad de analizar, interpretar la realidad socio-cultural de la construcción de viviendas tanto con técnicas tradicionales como con técnicas innovadoras y la de comprender y aplicar de forma creativa el conocimiento de una nueva tecnología para la producción de objetos arquitectónicos específicos. Estas competencias fueron chequeadas a partir de las evaluaciones de conocimientos de diversos tipos: completación, selección o desarrollo y de los resultados de los debates entre equipos.

En cuanto a las competencias procedimentales, los indicadores para evaluar su desarrollo fueron: la capacidad para planificar las etapas, actividades y tareas de su proyecto así como su realización en el tiempo, así también la de programar, calcular, obtener y administrar los recursos para la realización del mismo. También fueron interesantes los indicadores de aprendizaje del uso de herramientas de construcción y del logro de la ejecución de un modelo a escala real.

Las competencias aptitudinales trabajadas se evaluaron a partir de las responsabilidades asumidas por individuos y grupos, el respeto a las diferencias personales en torno a habilidades y destrezas constructivas del otro, la disolución de roles de género en la construcción, la toma de conciencia en torno a las competencias y el sentido de cooperación en el trabajo de equipo, entre otras.

### Notas

- 1 IDEC es el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción, adscrito a la Facultad de Arquitectura de la Universidad Central de Venezuela y fundado en 1975.
- 2 Varios autores hacen notar la utilización misma de la palabra "transmitir" en torno al conocimiento y el aprendizaje, destacando el carácter unidireccional de la misma típico de los enfoques conductistas en los cuales se parte de la creencia de que es el profesor quién posee con exclusividad el conocimiento y puede "introyectarlo" en los "alumnos" (aquellos que no tienen luz).

- 3 Por el contrario, el socio de aprendizaje es un participante activo de la experiencia de construcción del conocimiento y en consecuencia aporta conocimientos que le son particulares individualmente y lo diferencian del resto de los participantes.
- 4 Se entiende por conocimiento significativo aquel que propicia la aplicación o utilización de dichos conocimientos en actividades reales propias del quehacer técnico-profesional de quien lo recibe. Es conocimiento que va más allá de la simple memorización o expresión verbal y se convierte en acción.
- 5 Mayéutica atribuida a Sócrates viene del griego "maya" ayudar a parir.
- 6 La lectura creativa integradora es una técnica de fabricación propia basada en la hibridación de varias técnicas creativas propuestas en las investigaciones de De Bono y otros. Consiste en repartir por separado páginas no numeradas de un texto, para identificar en ellas ideas resaltantes para cada grupo y luego instar a los participantes a encontrar la secuencia de dichas ideas y la configuración del todo.
- 7 Se refiere al plano donde se expresa la cadena de ensamblaje de los paneles SIPROMAT que guía el armado de los planos portantes.

## Referencias bibliográficas

- Buzán, T.(1996). El libro de los mapas mentales. Cómo utilizar al máximo las capacidades de la mente. Barcelona. Ediciones Urano.
- Ertmer, P. y Newby, T.(1993). Conductismo, cognitivismo y constructivismo: una comparación de los aspectos críticos desde la perspectiva del diseño de instrucción. Caracas. Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- Facultad de Arquitectura (1995). Plan de estudios. Caracas. Ediciones de la Biblioteca de Arquitectura.
- González, A. (1991). SIPROMAT. Tecnología constructiva a base de lámina delgada de acero galvanizado para la producción de vivienda progresiva dirigida a los sectores de bajos ingresos. Trabajo de tesis de Maestría. Caracas. IDEC/FAU/UCV.
- González, A. (1999). Aplicaciones experimentales de Sipromat. Trabajo de Ascenso a Asistente. Caracas. IDEC/FAU/UCV.
- González, A. (2003). Evaluación cualitativa de las aplicaciones de la tecnología Sipromat a viviendas. Trabajo de Ascenso a Agregado. Caracas. IDEC/FAU/UCV.
- González, A; Perdomo, M. y Velandria, V. (2005). Manual de producción, uso y aplicaciones de la tecnología Sipromat. Caracas. IDEC/FAU/UCV
- Ibañez, T.(1994). La construcción del conocimiento desde una perspectiva socio-constructivista. En conocimiento, realidad e ideología. Caracas. Asociación Venezolana de Psicología Social Avepso.
- Martínez, M.(2009). Epistemología y Metodología Cualitativa en las Ciencias Sociales. México. Editorial Trillas.
- Martínez, M.(2009). Nuevos paradigmas en la investigación. Caracas. Editorial Alfa.
- Morin, E. (2005). Introducción al pensamiento complejo. Barcelona. Gedisa Editorial.
- Perkins, D. (1997) La escuela inteligente. Del adiestramiento de la memoria a la educación de la mente. Barcelona. Gedisa Editorial.
- Stevens, J. (2008). El darse cuenta. Buenos Aires. Cuatro Vientos.