

Investigación–Acción

Prácticas de estudiantes de PDO
en el laboratorio del IT

VIRGINIA CASAÑAS
MARÍA FERNANDA MOREIRA VIDAL

PALABRAS CLAVE

ENSAYOS; HORMIGÓN; LABORATORIO; PRODUCCIÓN

Arquitecta FADU-UDELAR
Magister en Construcción
de Obras de Arquitectura
UFRGS-UDELAR.
Profesora Agregada Instituto
de Tecnología. Miembro
Comité Académico MCOA y
Diseño de Estructuras.
Integrante Comisión del
Instituto de Tecnologías

Arquitecta - Magíster en
Construcción Obras de
Arquitectura - Doctorando
edición 2021 FADU - UDELAR
Técnico Superior en Calidad
UNIT. Profesora Titular
Instituto de Tecnologías y
Profesora Adjunta Instituto
de Proyecto. Directora del
Departamento de Producción
Instituto de Tecnologías IT.
Miembro del Comité
Académico de la MCOA.
Integrante Comisión Jurado
Concursos SAU. Responsable
de Proyecto del Plan de Obra
de Mediano y Largo Plazo,
UDELAR (POMLP)

Resumen

Desde el año 2022 la unidad curricular Práctica de Obra, viene desarrollado una propuesta que busca dinamizar y acompasar la formación de los estudiantes, con los principales desafíos a los que el oficio y la práctica de la arquitectura se enfrentan en la contemporaneidad.

Se incluyen temáticas y sistemas metodológicos didácticos dentro de situaciones reales incorporando *la práctica* como acción que se desarrolla mediante la aplicación de conocimientos. A partir de la investigación y con base en el trabajo de campo *la práctica* permite incursionar en ciertas problemáticas concatenadas al proceso de obra.

Una de las prácticas desarrolladas en el curso y que motivan este artículo es la denominada *práctica de laboratorio*. La misma se realiza en coordinación con el Equipo del Laboratorio, Dpto. de Materiales y Procedimientos del Instituto de Tecnologías. La práctica busca que los estudiantes, de forma empírica integren aspectos teóricos referidos al control de calidad del hormigón, a la vez que sean protagonistas en su producción. La actividad, en su abordaje teórico se apoya en la bibliografía y normativa de referencia mientras que para la ejercitación práctica es el Laboratorio de la Facultad de Diseño y Urbanismo quien provee el instrumental necesario.

El equipo docente reconoce en esta práctica un novel e innovador insumo para el desarrollo del curso, a la vez que los estudiantes la evalúan de manera muy positiva.

Introducción

El curso de Práctica y Dirección de obra (PDO) se inscribe en el ciclo de egreso de la carrera de Arquitectura, es un curso de desarrollo anual con una alta matrícula estudiantil. Tiene como objetivo capacitar en la formación para la práctica profesional, desarrollando los conocimientos y las aptitudes para las actividades propias del ejercicio profesional enfocado a la materialización de las obras de arquitectura (Plan 2015). En consonancia con el objetivo definido, las temáticas de aprendizaje se incluyen dentro de situaciones reales, que buscan ser aprehendidas en su significación en una realidad tangible.

Acorde a la propuesta académica vigente, el curso se desarrolla en modalidad híbrida (virtual y presencial) organizada en tres fases (incursionar, operar, sintetizar). Se trabaja en clases teóricas magistrales vía Zoom y en simultáneo en clases prácticas en obra en grupos reducidos de doce estudiantes.

El equipo docente encargado del curso trabaja en la adopción de nuevas metodologías que involucran al estudiante en su propio proceso de aprendizaje y que posibilitan incluir temáticas acordes al ciclo de egreso. Se proponen explícitamente Prácticas, que son ejercitaciones que implican investigación y trabajo de campo.

Transversalización, integración y complementación de espacios académicos

La transversalidad sustenta y consolida el eje pedagógico de la propuesta académica vigente, por lo tanto, se entiende ineludible y necesario articular de forma sostenida con espacios académicos al interior de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo (FADU). A favor de esa convicción, con el apoyo del Equipo del Laboratorio, Dpto. de Materiales y Procedimientos del Instituto de Tecnologías (IT), se organiza y desarrolla la práctica de producción y ensayos de hormigón para todos los estudiantes matriculados en el curso. A lo largo de los años de docencia en el tema, podemos afirmar que el abordaje en el estudio de materiales y componentes ofrece mejor entendimiento y asimilación en el estudiante cuando el estudiante se aproxima a la matriz productiva de forma activa, involucrándose en lo que hace a su producción, control y puesta en obra.

Objetivo general

...en el marco de una nueva propuesta académica-metodológica

El objetivo general del curso es capacitar en la formación para la práctica profesional y dentro de su metodología plantea incluir las temáticas de aprendizaje dentro de situaciones reales (Plan 2015).

La práctica es la acción que se desarrolla mediante la aplicación de ciertos conocimientos, un ejercicio o la realización de una actividad de forma continua y conforme a sus reglas. Es la habilidad o experiencia que se consigue o se adquiere con la realización continua de una actividad.

En este marco, las actividades de la práctica se articulan con los contenidos teóricos. En particular, la práctica que se desarrolla en el laboratorio permite al estudiante desarrollar habilidades y destrezas personales que se suman a la interacción y trabajo colaborativo entre pares. Posibilita, además, tiempos de reflexión, de interpretación e interpelación antes, durante y luego de realizada la práctica. Esta cualidad coadyuva en la generación de espíritu crítico y construcción de conocimiento que se propende fomentar en los estudiantes avanzados.

Las ejercitaciones prácticas son en su mayoría evidencias concretas que refieren a conceptos y conceptualizaciones abstractas, por tanto, el entendimiento y desarrollo que el estudiante realice de las mismas constituyen factores relevantes a la hora de la evaluación.

Objetivo específico

A partir de cierta consigna, de forma individual o en grupo, el estudiante, mediante investigación, reconocimiento, intercambio entre pares y trabajo de campo, deberá resolver una determinada problemática.

Prácticas curriculares obligatorias

Cada práctica cuenta con un objetivo particular, pero su organización replica siempre al siguiente esquema general: consigna, forma de trabajo, insumos recomendados, entregables, cronograma de entrega y evaluación.

A continuación, se detallan para el año en curso las principales temáticas que serán profundizadas en los formatos de prácticas mencionadas:

- Seguridad
- Topografía
- Organización financiera - Control de costos, avance de obra
- Sistema estructural – Hormigón armado
- Práctica en laboratorio FADU – Ensayos de consistencia y resistencia a la compresión del hormigón
- Envolvente
- Instalaciones
- Práctica Síntesis - Metodología operativa de la materialización

La práctica de hormigón en el laboratorio

Para contextualizar primeramente el tema, en modalidad magistral se dicta una clase de control de calidad del hormigón, donde se enfatiza en aquellas decisiones que debe atender y tomar el arquitecto en su rol de director de obra.

En ese sentido, es fundamental que el estudiante conozca e identifique la incidencia de cada uno de los componentes, de la forma de producción y de la puesta en obra en las características y propiedades del hormigón, tanto en su estado fresco como endurecido. Es particularmente necesario conocer los ensayos que refieren a la temática, la normativa de referencia, el instrumental requerido, el procedimiento definido y la forma de interpretar los resultados.

La práctica desarrolla especialmente los aspectos que se mencionan a continuación:

- Control de calidad de materiales componentes: requisitos planteados por la norma UNIT 1050 y ensayos requeridos.
- Incidencia de cada uno de los componentes en las características del hormigón tanto en estado fresco como endurecido.
- Control de calidad del hormigón conforme la norma UNIT 1050: tipos de control según la característica del hormigón y la obra.
- Control del hormigón en estado fresco: tipos de controles en obra con explicación de metodologías.
- Control del hormigón en estado endurecido: elaboración de probetas, requisitos de los moldes y procedimientos de llenado, tipos de ensayos normalizados posibles de realizarse.

Importancia del ensayo de materiales

Los ensayos de materiales permiten caracterizar los materiales, es decir, conocer y comprender sus propiedades.

Los ensayos realizados en la práctica mencionada refieren al hormigón en estado fresco con la finalidad de conocer la consistencia y en estado endurecido para determinar su resistencia a la compresión.

Desarrollo de la práctica

CONCEPTOS TEÓRICOS PREVIOS

Componentes: El hormigón es un material aglomerado resultante de la mezcla de áridos (grueso y fino), aglomerante (cemento portland), agua, aditivos y/o adiciones y aire.

García Meseguer (2009) afirma: “Los áridos para la confección de hormigones pueden ser arenas y gravas naturales o procedentes de machaqueo,

que reúnan en igual o superior grado las características de resistencia y durabilidad que se le exijan al hormigón” (García Meseguer, et al. 2009, p.25).

El cemento, aglomerante hidráulico obtenido por un proceso de industrialización (calcinación y pulverización) de piedras calizas y arcillas ricas en sílice y alumina (clinker) y adición de yeso.

El agua de amasado tiene un doble papel en el hormigón: participa en las reacciones de hidratación del cemento y confiere al hormigón su trabajabilidad.

Según García Meseguer (2009):

“La dosificación de un hormigón tiene por objeto determinar las proporciones en que hay que mezclar los distintos componentes del mismo para obtener masas y hormigones que reúnan las características y propiedades exigidas en el proyecto” (p.37).

Resistencia del hormigón y relación agua/cemento: En el hormigón, los valores en las resistencias mecánicas, así como la respuesta en su durabilidad, están condicionados por varios factores: tipo, clase y cantidad de cemento, características, granulometría y tamaño máximo del árido, vertido, compactación y curado del hormigón, y la relación agua/cemento utilizada en la mezcla.

CONSTRUCCIÓN DEL ENSAYO

La práctica desarrollada en el Laboratorio del IT está a cargo de un grupo de docentes de la unidad curricular, los cuales, para llevar adelante esta práctica, son capacitados por compañeros docentes y funcionarios del laboratorio.

El desarrollo de la práctica se organiza en grupos de doce estudiantes que conforman los grupos prácticos de PDO, condición previamente definida por el laboratorio para un buen desarrollo de la actividad.

El bajo número de estudiantes permite, además, una mejor aproximación a la actividad y al desarrollo de las tareas que integran la práctica. Al inicio y en las instalaciones del laboratorio, los docentes repasan los conceptos teóricos desarrollados anteriormente mientras presentan el instrumental con el que se realizarán los ensayos de hormigón.

Los insumos necesarios para desarrollar la práctica son previamente gestionados por los docentes a cargo, en base a una dosificación tentativa, definiendo así los materiales necesarios para desarrollar las prácticas de todos los grupos del curso. En la última oportunidad, luego de varios ajustes y partiendo de una dosificación 3-2-1 (árido grueso, árido fino, cemento portland), se definió el siguiente consumo de materiales medido en litros y por grupo práctico: 6 l de pedregullo, 4 l de arena, 2 l de cemento y 1 l de agua. Estos cálculos derivaron en un consumo total aproximado de 4 bolsas de cemento, 11 tachos de pedregullo y 6 tachos de arena.

CONO DE ABRAMS. El primer ensayo que realizan los estudiantes es el cono de Abrams, Norma UNIT 67.98 UNE 83.313 – ISO 4109. Entre las



FIGURA 1. FUENTE: EQUIPO DOCENTE PDO 2023

propiedades del hormigón fresco, las más importantes son la consistencia y la docilidad. Una de las formas de conocer la consistencia del hormigón es por asentamiento, utilizando el cono de Abrams.

El cono de Abrams es un molde troncocónico sin fondo, provisto de dos asas para su manipulación. Sus dimensiones son: altura 30 cm, diámetro base superior 10 cm y diámetro de la base inferior 20 cm.

Sobre una superficie plana, rígida y no absorbente, los estudiantes llenan el cono con el hormigón recientemente producido en 3 capas iguales y sucesivas, picando cada una de las capas 25 veces con varilla de acero FE16 de 60 cm de largo con punta semiesférica. Luego, enrasan la superficie y desmoldan inmediatamente levantando el molde en dirección vertical. Una vez desmoldado, se mide el asentamiento que tuvo la masa fresca por comparación con la altura de 30 cm, mediante una regla horizontal colocada sobre el cono (figura 1).



FIGURA 2. FUENTE: EQUIPO DOCENTE PDO 2023

Cada grupo de estudiantes registra el asentamiento obtenido en el ensayo y, así, según su consistencia, clasifica el tipo de hormigón resultante (seco, plástico, blando, fluido, líquido).

ENSAYO MECÁNICO, PROBETAS. Posteriormente, se realiza el llenado de la probeta para determinar, luego de los plazos previstos en la norma y mediante su rotura, los valores de resistencia a la compresión alcanzados.

La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica índice del hormigón. Su determinación se realiza mediante el ensayo de probetas, NORMA UNIT-ISO 1920-3.

Con la masa de hormigón preparada en la batea, los estudiantes llenan una probeta en 3 capas de igual espesor, compactando cada capa mediante picando con la barra de acero de fe=16 mm y 60 cm de longitud con punta semiesférica, a razón de 25 golpes distribuidos uniformemente por toda la sección del molde (figura 3).

Finalizado el llenado de la última capa, se enrasa la cara superior para definir la superficie regular solicitada en el ensayo.



FIGURA 3. FUENTE: EQUIPO DOCENTE PDO 2023

Cada grupo práctico identifica la probeta confeccionada y la protege con nylon de manera de controlar las alteraciones que puedan surgir por una no controlada evaporación del agua.

La probeta queda resguardada en el laboratorio, al pie de la batea, hasta el día siguiente en que se desmolda y se coloca en la cámara con temperatura y humedad reguladas.

Finalmente, del total de probetas confeccionadas, se selecciona un grupo para su rotura a los 7 y 28 días, y se registran los valores de fck obtenidos. El resultado de fck obtenido y su posterior interpretación es un insumo para abrir la discusión y el intercambio en los distintos grupos prácticos.

Corresponde agregar que desde el laboratorio se registra la rotura de las probetas mediante un video y relevamiento fotográfico que luego es colectivizado con todos los estudiantes.

Reflexiones finales

El equipo docente de PDO orienta hacia una formación académica que promueva la integración de los conocimientos técnicos y saberes disciplinares relacionados. El contacto directo de los estudiantes con la producción de los insumos que sustentan el mundo material de la arquitectura es un camino parcialmente recorrido por los estudiantes.

Esta afirmación, que recoge un deber de quienes enseñamos y formamos en la FADU, puede convertirse en una oportunidad para diseñar propuestas entusiasmantes y contemporáneas acorde al perfil del estudiante que elige hoy la carrera de arquitectura.

La experiencia desarrollada en la práctica de laboratorio de 2022 y 2023 generó un involucramiento proactivo de los estudiantes con la consigna propuesta y para el intercambio entre pares.

Estas instancias no solo motivan la profundización en la temática desarrollada en la práctica, sino que también incentivan el acercamiento de los estudiantes a la investigación.

La articulación con escenarios complementarios, en este caso con el laboratorio de la FADU, no solo fue necesaria por su condición de sistema que cuenta con el instrumental necesario para los mencionados ensayos, sino también porque en el laboratorio reside un posible espacio de aprendizaje viviente de las tecnologías.

Referencias bibliográficas

- García Meseguer, F., Morán, J. C., Arroyo, 2009, Jiménez Montoya: Hormigón Armado (15ª ed.), Gustavo Gili, ISBN 9788425223075
- Práctica y Dirección de obra 2022, Módulo 1 Clase 15 Control de Calidad del Hormigón. Plan 2015. (s/f.). Plan de Estudios de la Carrera de Arquitectura 2015. Recuperado de: <http://www.fadu.edu.uy/bedelia/files/2019/10/Plan-de-estudios-de-la-carrera-de-arquitectura-2015.pdf>
- UNIT 1050:2005 Proyecto y ejecución de estructuras de hormigón en masa o armado. 2005. Montevideo: UNIT.
- UNIT-ISO 1920-1:2004 Ensayos de hormigón Parte 1: Muestreo de hormigón fresco, 2004. Montevideo: UNIT.
- UNIT ISO 1920 2:2016 Ensayos de hormigón - Parte 2: Propiedades del hormigón en estado fresco, 2016. Montevideo: UNIT.
- UNIT-ISO 1920-3:2019 Ensayos de hormigón – Parte 3: Elaboración y curado de probetas de ensayo, 2019. Montevideo: UNIT
- UNIT-ISO 1920-4:2020 Ensayos de hormigón – Parte 4: Resistencia del hormigón endurecido, 2020. Montevideo: UNIT