



Universidad de Alicante

Investigación y Propuestas Innovadoras de Redes UA para la Mejora Docente

Coordinadores

José Daniel Álvarez Teruel
María Teresa Tortosa Ybáñez
Neus Pellín Buades

© **Del texto: los autores**

© **De esta edición:**

Universidad de Alicante
Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad
Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

ISBN: 978-84-617-3914-1

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Introducción a los Materiales de Construcción: Revisión de experiencia previa y nuevas propuestas metodológicas

S. Chinchón Yepes; R. Prado Govea; S. Chinchón Payá;
B. Piedecausa García

*Departamento de Construcciones Arquitectónicas
Universidad de Alicante*

RESUMEN

El Curso Académico 2010-2011 comenzaron los estudios de Grado de Ingeniería de la Edificación en la Universidad de Alicante. Cuatro años después, la Titulación ha retomado de nuevo el nombre de Grado en Arquitectura Técnica sin que haya habido modificación en las enseñanzas.

Después de solo cuatro años, la asignatura de Introducción a los Materiales de Construcción no presenta un recorrido tan extenso como para hacer una evaluación exhaustiva. Pero sí lo suficiente como para revisar algunos temas tras la experiencia adquirida por parte del equipo de profesores que formamos parte de esta red.

En primer lugar es imprescindible recordar que se trata de una asignatura que forma parte de las materias básicas de la Titulación y que eso es un hecho que condiciona casi todas las reflexiones que se hacen a continuación.

En este trabajo se hace una revisión de las enseñanzas teóricas y prácticas pero, sobre todo, se reflexiona sobre la necesidad de ponderar los conocimientos de Geología. A pesar de que en el descriptor de la asignatura aparece solo un apartado relacionado directamente con la Geología (*Origen geológico de los materiales*), en la Universidad de Alicante se convalida la asignatura Introducción a los Materiales de Construcción por la Geología de Ingeniería Civil. Algo que no sucede en ninguna Universidad española.

Palabras clave: materiales de construcción, geología, características químicas,

1. INTRODUCCIÓN

La implantación del título de grado de Ingeniería de la Edificación a lo largo del Curso Académico 2010-2011 sirvió para poner a punto las metodologías docentes adaptadas a la estructura de créditos del Espacio Europeo de Educación Superior. Pero también, y por comparación con las antiguas enseñanzas de Arquitectura Técnica, se consiguió incorporar al Plan de Estudios una serie de asignaturas obligatorias que tenían que ver con la empresa, la informática y las ciencias químicas y geológicas.

Tras un análisis de la experiencia docente de los últimos años, la implantación de los nuevos títulos de grado implicó una revisión de los planes de estudios de Arquitectura Técnica a extinguir y supuso una nueva oportunidad para redefinir otras. La asignatura de *Introducción a los Materiales de Construcción* está gestionada desde el Departamento Construcciones Arquitectónicas y concretamente desde el área de Construcciones Arquitectónicas.

Es una materia que se imparte en los estudios del Grado en Arquitectura Técnica (antiguo Grado en Ingeniería de la Edificación) y que posee una docencia de 6 créditos ECTS. Dentro del desarrollo del plan de estudios, la asignatura forma parte de las materias básicas del grado y pertenece al segundo cuatrimestre del primer curso, planteándose como una introducción al conocimiento de los materiales de construcción.

A pesar de que esta asignatura presenta un corto recorrido en comparación a otras ya extinguidas (se implantó únicamente hace tres años), esto ha supuesto una oportunidad para un nuevo diseño del programa docente, con una nueva manera de hacer y plantear la asignatura principalmente en lo que se refiere a las prácticas de laboratorio, intentando adaptarse más ajustadamente a los requerimientos del EEES y a nuevas metodologías docentes.

Ante el importante y reciente cambio normativo en la industria de la edificación, resulta necesario un desarrollo formativo aplicado en reforzar las bases fundamentales del ejercicio profesional, potenciando en el estudiante la habilidad para la aplicación de sus conocimientos técnicos a la resolución de problemas basados en el dominio y control de conceptos esenciales.

La asignatura forma parte de las materias básicas del Grado en Arquitectura Técnica y, a pesar de su denominación, sus principales competencias se centran en dos grandes bloques diferenciados entre sí: la química y la geología básicas. Debido al diferente nivel de conocimiento de los alumnos en estas dos grandes áreas de la ciencia,

se han diseñado los contenidos de forma que los conocimientos adquiridos por el alumno sean graduales y de aplicación sucesiva.

A pesar de que ambos componentes son fundamentales para el conocimiento de la génesis y las propiedades de los materiales de construcción, en este curso se plantea un primer contacto con el ámbito de estudio, quedando su análisis en profundidad para otras asignaturas de cursos superiores.

En cuanto a las competencias de la asignatura, cabe destacar dos bloques importantes:

1. **Las Competencias Generales propias del Título de Grado de Ingeniería de la Edificación (CG)**, donde destaca la competencia G4 (*Conocimiento de las características químicas de los materiales empleados en la construcción, sus procesos de elaboración, la metodología de los ensayos de determinación de sus características, su origen geológico, del impacto ambiental, el reciclado y la gestión de residuos*).
2. **Las Competencias Generales Transversales**, donde destacan la competencia G12 (*Competencias informáticas e informacionales*) y la competencia G13 (*Competencias en comunicación oral y escrita*).

El propósito de la labor docente realizada durante el trabajo en red ha sido diseñar unas prácticas de laboratorio acordes a dos factores fundamentales:

1. Factores intrínsecos a las características de la asignatura. Los más importantes son los impuestos por los organismos reguladores de la enseñanza que definen unos créditos (6 ECTS) y un temario concreto a impartir en la asignatura *Introducción a los Materiales de Construcción*. Este temario se centra en fundamentos químicos y geológicos [1,2,4,5], por lo que no se podrían impartir prácticas fuera de ese temario.

La asignatura se plantea como una introducción al conocimiento de los materiales de construcción, y en el curso se ha trabajado sobre una propuesta que estructura la docencia de conceptos más teóricos junto con conocimientos prácticos para la evaluación del alumno, dentro de un sistema con coherencia y transversalidad.

La materia teórica que se ha impartido durante el presente curso 2012-2013 se ha dividido en cuatro bloques: el dedicado a las tipologías, propiedades y ensayos de los materiales de construcción; el estudio de las características químicas de los materiales

de origen inorgánico y de origen orgánico; los aspectos geológicos relacionados con los materiales; y, por último el estudio del impacto generado en los procesos de extracción y de fabricación de los materiales de construcción. Cada uno de los bloques didácticos a su vez se compone de una serie de temas que desarrollan el concepto teórico fundamental de cada unidad y unos ejercicios prácticos que, de forma paralela, sirven para trabajar los conocimientos expuestos de una forma más aplicada, tal y como aparece indicado en la Tabla 1.

En la elección de los contenidos del temario se ha de tener presente que la asignatura es de nueva generación, presenta poco recorrido y no puede entrar en conflicto con otras asignaturas del Grado en Arquitectura Técnica que abordan específicamente los materiales de construcción. También se ha de tener en cuenta el escaso tiempo disponible para cumplir con el temario al tratarse de una asignatura cuatrimestral dividida en dos mitades.

De este modo, se intenta dotar al alumnado de unos conceptos básicos para que, posteriormente, pueda aplicarlos a casos prácticos concretos y así poder adquirir criterios personales de evaluación y crítica ante el empleo futuro de determinados materiales y soluciones constructivas de obra. Así, el temario propuesto es el siguiente:

BLOQUE 1 LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN. TIPOLOGÍAS, PROPIEDADES Y ENSAYOS
Tema 1.- Los materiales de construcción y el Ingeniero de la Edificación. LOE, CTE, Mercado CE.
Tema 2.- Criterios de elección de los materiales de construcción en función de sus características estéticas y de sus prestaciones
Tema 3.- Propiedades de los materiales de construcción
Tema 4.- Caracterización y control de calidad de los materiales de construcción. Tipos de ensayos
Tema 5.- Normativa. UNE, EN, y otras. Aceptación y rechazo
BLOQUE 2 CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Tema 6.- Estructura de la materia
Tema 7.- Enlace químico y su relación con las características macroscópicas
Tema 8.- Aspectos químicos relacionados con los materiales de construcción de origen inorgánico y de origen orgánico
Tema 9.- Reacciones químicas. Aspectos químicos relacionados con la durabilidad de los materiales de

construcción
BLOQUE 3 LA GEOLOGÍA Y LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN
Tema 10.- Las Ciencias Geológicas. La corteza terrestre. El ciclo geológico de las rocas
Tema 11.- Minerales y rocas. Rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias
Tema 12.- Propiedades y aplicaciones de las rocas. Áridos y materiales pétreos
Tema 13.- El terreno como material de construcción. Comportamiento geotécnico
BLOQUE 4 IMPACTO MEDIOAMBIENTAL. RECICLADO
Tema 14.- Procesos de fabricación de materiales de construcción. Impacto medioambiental
Tema 15.- Reciclado y reutilización de materiales de construcción. Gestión de residuos

Tabla 1.- Temario de la asignatura dividido en cuatro bloques.

2. Factores dependientes de las características y necesidades del alumnado, ya que el diseño de las prácticas debía satisfacer otros factores que varían de manera relativa en función del alumnado. En primer lugar, las Ciencias Químicas y Geológicas son campos de estudio muy amplios y, por tanto, se ha de enfocar y centrar su enseñanza al ámbito de los materiales de construcción y de las construcciones. En segundo lugar, el conocimiento previo del alumno respecto a las materias Química y Geología adquirido en anteriores estadios de su formación educativa (y con los que acceden a este curso) es un condicionante importante a tener en cuenta ya que, según el itinerario recorrido durante su educación secundaria, el alumno puede no haber cursado ninguna de dichas asignaturas y presentarse a *Introducción a los Materiales de Construcción* con unos conocimientos demasiado básicos.

Por último es importante destacar que, respecto a la evaluación, el planteamiento propuesto favorece una evaluación continua adaptada a las necesidades del alumno, mediante la realización de prácticas en clase o en casa y de ejercicios de investigación.

2. DESARROLLO

2.1 Objetivos

La asignatura forma parte de las materias básicas de la Titulación de Arquitectura Técnica y, a pesar de su denominación como *Introducción a los Materiales de Construcción*, no presenta los mismos contenidos que su homóloga extinguida, denominada *Materiales de Construcción*. Las competencias de la nueva propuesta se

centran en dos bloques diferenciados entre sí: química y geología, necesarias para conocer la génesis y propiedades de los materiales de construcción quedando el estudio de éstos en profundidad para otras asignaturas posteriores.

Dentro de los objetivos principales de la asignatura destacan:

1. **Objetivos formativos:** donde es fundamental el asesoramiento técnico sobre los procesos de fabricación de materiales y elementos utilizados en la construcción.
2. **Objetivos específicos:** donde es imprescindible conocer las tipologías y las propiedades de los materiales de construcción para elegirlos adecuadamente en función de sus características estéticas y de durabilidad.

2.2. Método y proceso de investigación

Los contenidos básicos de la asignatura se pueden subdividir en unos contenidos más genéricos y otros más específicos que desarrollan todo el temario propuesto. Dentro de los **Contenidos Genéricos** cabe destacar la importancia del conocimiento de las características químicas de los materiales; los procesos de elaboración y fabricación; la metodología de los ensayos para determinar las características y propiedades de los materiales de construcción; su origen geológico y de sus materias primas; su impacto medioambiental y su reciclado.

Dentro de los **Contenidos Específicos** cabe destacar la importancia de los elementos químicos; los átomos, moléculas y cristales; los enlaces químicos y su influencia en las características macroscópicas; los procesos generales de elaboración y fabricación aplicables a los materiales de construcción; las metodologías generales para la determinación de las características y propiedades mediante los ensayos aplicables; la metrología; el origen geológico de las materias primas para la obtención de los materiales de construcción; el impacto medioambiental de los procesos de fabricación; el reciclado de los materiales y de los residuos generados en la fabricación.

En este curso la metodología docente se ha dividido en 3 bloques de trabajo presencial (siguiendo el esquema que se recoge en la Tabla 2): el ámbito de la clase teórica (un 50% de la temporalidad), las clases prácticas de problemas (un 25% de las horas) y las clases de prácticas en el Laboratorio de Materiales de Construcción (otro 25%) perteneciente al Departamento de Construcciones Arquitectónicas.

Así, la metodología docente consta de tres grandes grupos identificados en la Tabla 2 :CLASE TEÓRICA + PRÁCTICAS DE PROBLEMAS+ PRÁCTICAS DE

LABORATORIO. Con estos criterios, se proponen clases teóricas interactivas y ejercicios prácticos individuales y en grupos. En nuestra opinión, la metodología adoptada potencia la comprensión conjunta de conceptos y la capacidad de trabajo en grupo, con un aprendizaje enriquecedor y lleno de descubrimientos personales.

ACTIVIDAD DOCENTE	HORAS PRESENCIALES	HORAS NO PRESENCIALES
CLASE TEÓRICA	30	0
PRÁCTICAS DE PROBLEMAS	15	0
PRÁCTICAS DE LABORATORIO	15	0
TOTAL	60	0

Tabla 2.- Tipos de actividades. Contenidos teóricos y prácticos de la asignatura en el curso 2012-13.

Si nos centramos en el bloque de actividad denominado Prácticas de Laboratorio, se han establecido 4 sesiones prácticas de una duración de dos horas cada una, desarrolladas de manera presencial en el Laboratorio de Construcciones Arquitectónicas en semanas alternas. Estas prácticas han ido complementando y ampliando los conceptos desarrollados tanto en las clases teóricas como en las prácticas de problemas.

Planning Prácticas de Laboratorio

Los últimos años del sector edificatorio se han caracterizado por importantes cambios hacia un nuevo marco normativo [6,7,8,9,10], conllevando un notable incremento de las exigencias documentales de los proyectos de edificación y del control de obra de gran trascendencia en el ejercicio profesional del Arquitecto Técnico. Por todo ello, resulta imprescindible potenciar el estudio de las técnicas, materiales y sistemas constructivos más tradicionales, con el fin de establecer las bases en las que construir el conocimiento, el dominio más teórico de los conceptos básicos y el análisis crítico del alumno.



Figura 1.- Imágenes del Laboratorio de Materiales de Construcción del Departamento de Construcciones Arquitectónicas con parte del instrumental, muestras y equipamiento de las prácticas de laboratorio.

Una vez consensuado el ámbito que abarca el temario de la asignatura y el objetivo de cada una de las prácticas a realizar, se estableció un modelo estándar de enunciado para cada uno de los ejercicios; este modelo se facilitaba al alumnado a través del campus virtual días antes de la realización de la sesión práctica.

A modo de ejemplo, a continuación se recogen los objetivos y metodología de cada uno de los ejercicios propuestos en las distintas prácticas de laboratorio, así como algunas imágenes de su desarrollo.

OBJETIVOS: práctica 1_ identificación de instrumental de laboratorio

- Adquirir conciencia del trabajo en un laboratorio de materiales de construcción y familiarizarse con términos y definiciones comunes.
- Identificación de materiales (nombre, uso, magnitud, unidad, etc.) y métodos de análisis más usuales (métodos destructivos y no destructivos).
- Tipos de ensayos comúnmente empleados
- Normativa técnica .
- Condiciones básicas de seguridad y conducta en el trabajo en el laboratorio.

OBJETIVOS: práctica 2_ metrología y calibración. Expresión de los resultados

- Conocer y comprender las definiciones básicas de la estadística descriptiva (Reproducibilidad, Precisión, Exactitud, Valor verdadero, Error aleatorio y sistemático, Error absoluto y relativo, Media, Desviación típica o estándar, etc.).
- Expresar de forma correcta el resultado de una medición.
- Cifras significativas y los decimales, unidades de la medida.

Centro de Prácticas de Laboratorio 2012/2013 B. Pedraza García y S. Chinchón Puyó
INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PRÁCTICA 1 | IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTAL DE LABORATORIO

1. OBJETIVO

- Adquirir conocimiento del trabajo en un laboratorio de materiales de construcción y familiarizarse con términos y definiciones comunes.
- Buscar la seguridad y conducto en el laboratorio.
- Identificación de materiales y métodos de análisis más usuales.
- Normativa.
- Tipos de ensayos.

2. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. a medida que se realicen las registraciones en el laboratorio el alumno identificará el instrumental más usual del laboratorio de materiales.

IDENTIFICACIÓN DE INSTRUMENTAL

MATERIAL PARA ENSAYOS FÍSICOS

Ingeniería de la Edificación PRÁCTICA 1 1

Centro de Prácticas de Laboratorio 2012/2013 B. Pedraza García y S. Chinchón Puyó
INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

MATERIAL PARA ENSAYOS MECÁNICOS

Ingeniería de la Edificación PRÁCTICA 1 2

Centro de Prácticas de Laboratorio 2012/2013 B. Pedraza García y S. Chinchón Puyó
INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

MATERIAL PARA ENSAYOS QUÍMICOS

3. Tras las explicaciones, el alumno cumplimentará 4 fichas identificativas de instrumental del laboratorio.

FICHA DE IDENTIFICACIÓN INSTRUMENTAL DEL LABORATORIO 1

Nº IMAGEN	
NOMBRE	
USO	
FUNCIONAMIENTO ANALIZADA	
UNIDAD	

FICHA DE IDENTIFICACIÓN INSTRUMENTAL DEL LABORATORIO 2

Nº IMAGEN	
NOMBRE	
USO	
FUNCIONAMIENTO ANALIZADA	
UNIDAD	

Ingeniería de la Edificación PRÁCTICA 1 3

Figura 2.- Guion correspondiente a la Práctica 1

Centro de Prácticas de Laboratorio 2012/2013 B. Pedraza García y S. Chinchón Puyó
INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PRÁCTICA 2 | METROLOGÍA Y CALIBRACIÓN, EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

1. OBJETIVO

- Conocer y comprender las definiciones básicas de la estadística descriptiva.
- Saber expresar de forma correcta el resultado de una medición.

2. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

1. Lee el siguiente texto.

Cuando medimos los dos materiales medimos un resultado **representable** y no de gran importancia la **precisión** y **exactitud** del mismo. Para ello siempre será necesario contar con instrumental **estadísticamente calibrado**.

El resultado obtenido de una medición no es el **valor verdadero**, el valor medido está condicionado a **errores**. Algunos de estos errores, los que dependen de la práctica y condiciones del usuario, pueden ser evitados, pero siempre habrá una **incertidumbre inherente** e **inevitable** asociada a una medición.

En la medida de lo posible, cualquier resultado se ha de medir **veces varias** y se ha de considerar la **media** de los valores más que la **mediana**. Para expresar el resultado ha de emplearse el **coeficiente de dispersión** de los valores, concretamente con el **valor de desviación típica o estándar** se han de tener en cuenta las **cifras significativas** teniendo como **norma generalizadora el estándar**.

2. Definiciones.

Reproducibilidad: capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones sucesivas, realizadas en las mismas condiciones, a lo largo de períodos de tiempo. Esta cantidad debe medirse a largo plazo.

Precisión: capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes, realizadas en las mismas condiciones. Esta cantidad debe cuantificarse a corto plazo. Cuanto más precisa sea, menor dispersión tendrá los resultados que se obtengan.

Exactitud: grado de concordancia entre el resultado de un proceso de medida y el valor verdadero.

Ingeniería de la Edificación PRÁCTICA 2 1

Centro de Prácticas de Laboratorio 2012/2013 B. Pedraza García y S. Chinchón Puyó
INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Exactitud: la exactitud de un aparato es la menor división de la escala del aparato y se corresponde con la menor cantidad que podemos medir con él.

Exactitud: exactitud absoluta en una especificación o una norma, en los que es admisible que se sea una magnitud.

Norma: es un documento que contiene especificaciones técnicas basadas en los resultados de la experiencia y del desarrollo tecnológico, generalmente, como medida de calidad y seguridad. Las normas son la base del comercio entre todos los países desarrollados e industrializados de la actividad objeto de la misma. Además, deben aprobarse por un Organismo de Normalización reconocido.

Calibración: es el conjunto de operaciones que establecen, en condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento de medida y un sistema de medida y los valores correspondientes de esa magnitud medidos por patrones. La calibración determina las características metrologías del instrumento y del material de referencia, y se realiza mediante comparación directa con patrones de medida o mediante un método indirecto.

Valor verdadero: es el valor teórico de la magnitud que pretendemos conocer y solo puede determinarse si:

$$\text{valor verdadero} = \mu$$

Error: número que se utiliza para representar el resultado de cualquier medición, se expresa después de cumplir, puede tomarse como expresión del valor verdadero.

Error absoluto: error que surge de forma proporcional en un sentido u otro. Los errores absolutos se pueden sumar o restar cuando se obtiene un valor numérico de mediciones del mismo valor de una magnitud.

Error relativo: error que permanece constante, en un mismo sentido, y que puede ser positivo o negativo en los aparatos de medida y el método utilizado por el usuario.

Error absoluto: diferencia entre el valor obtenido de una medida y el valor verdadero. Al ser más desconocido, se confunde por el valor convencionalmente aceptado, por lo que el error absoluto se cuantifica con la notación y no, por tanto, una medida de la exactitud.

$$\Delta = v - v_0$$

Error relativo: cociente entre la desviación o error absoluto y el valor convencionalmente aceptado de la magnitud medida.

$$\frac{\Delta}{v_0}$$

En forma porcentual se expresará como $\Delta \cdot 100\%$.

Los errores absolutos o relativos pueden ser **estadísticos** del método. El conjunto de error solo se utiliza cuando existe un valor de referencia o patrones con el que se comparan los resultados. En su caso, se le calibra, es por ello que se le obtiene una desviación estadística o la base de soporte los resultados de cada un medición.

Ingeniería de la Edificación PRÁCTICA 2 2

Centro de Prácticas de Laboratorio 2012/2013 B. Pedraza García y S. Chinchón Puyó
INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Medio: es el valor promedio aritmético de los datos.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

Medio: es el valor más frecuente en una muestra.

Mediana: ordenados todos los datos, el valor de la mediana es el que queda justo en el centro.

$$f = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad n = 10 \text{ personas}$$

$$f = \frac{1}{10} (1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 1) = 1 \text{ persona}$$

Desviación típica o estándar: es una medida del grado de dispersión de los datos, de las distancias de estos con respecto a la media. Es la raíz cuadrada de la variancia.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}}$$

Coefficiente de variación: es un número que se utiliza para comparar la variabilidad o dispersión de los datos de diferentes grupos.

$$CV = \frac{s}{\bar{x}}$$

3. Expresión de resultados.

Un resultado de medición se expresa generalmente como un valor medido (línea) y una incertidumbre de la medida. Para que tener en cuenta una conceptual diferente:

Número de cifras significativas

Para un instrumento dado, es el número de cifras decimales que se obtienen cuando se muestra a pantalla del valor, a partir del primer dígito que no sea cero. El cero es considerado como un dígito, excepto cuando se utiliza para mostrar el signo o la coma decimal como en 0,25 (un dígito significativo).

Número de lugares decimales

Para un instrumento dado, es el número de lugares decimales a partir del signo y la coma decimal y hasta la decimales, hasta el último dígito programado, como en 0,25 (dos lugares decimales).

A la hora de expresar un resultado de medición con la incertidumbre asociada se siguen las siguientes reglas:

- La incertidumbre tendrá dos cifras significativas como máximo. Estas son las primeras que cambian al cuadrarse a decimales.
- La medida debe expresarse con el mismo número de decimales que la incertidumbre.

Si la cantidad en cuestión contiene más de dos cifras, entonces deberá redondearse. Las reglas de redondeo son:

- Cuando el dígito que sigue al que se a ser redondeo es menor que 5, la cifra redondeo se mantiene sin cambio.
- Cuando el dígito que sigue al que se a ser redondeo es mayor que 5, la cifra redondeo se redondea al siguiente número.

Ingeniería de la Edificación PRÁCTICA 2 3

Figura 3.- Guion correspondiente a la Práctica 2.

OBJETIVOS: práctica 3_ picnómetro y balanza hidrostática

- Propiedades generales de los cuerpos: masa, volumen y densidad.
- Métodos para la determinación de densidades en sólidos regulares e irregulares y para la determinación de densidades en líquidos.
- Determinación de la densidad de un líquido con el picnómetro.
- Determinación de la densidad de un sólido con la balanza hidrostática.

OBJETIVOS: práctica 4_ determinación del pH de una disolución

- Determinación del pH mediante el método colorimétrico y el método potenciométrico.
- Comprobación experimental del grado de carbonatación de un mortero.
- Calibración del instrumental del laboratorio



Figura 4.- Material e instrumental necesario para la *Práctica 3*. (a) picnómetro lleno del líquido problema. (b) instrumental para la preparación del líquido problema. (c) balanza hidrostática para la determinación de la densidad del sólido problema.

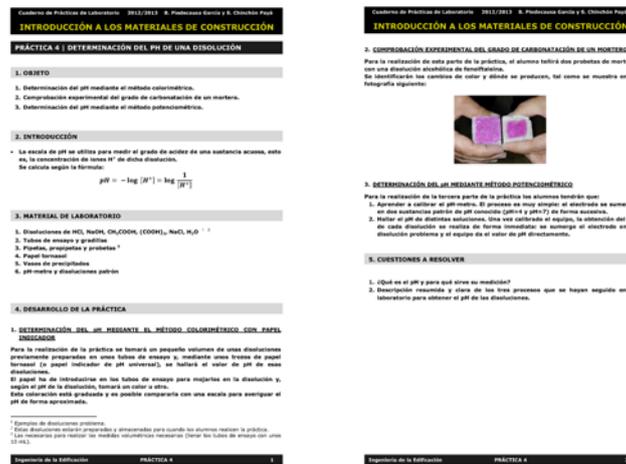


Figura 5.- Guion correspondiente a la *Práctica 4*.

A principio del curso se estableció un desarrollo semanal de las actividades a realizar. De este modo, la metodología propuesta potencia aspectos como la adecuación del trabajo a unos objetivos semanales establecidos y la presencia participativa del alumno en el aula, gracias a la entrega de prácticas de forma periódica (Fig.6). Una vez finalizada cada una de las sesiones de prácticas en el laboratorio, los alumnos disponían de un tiempo de dos semanas para entregar al profesorado, bien en papel bien por mail, la resolución a las distintas cuestiones propuestas acerca de los contenidos, mediante un calendario de entregables durante las distintas semanas.

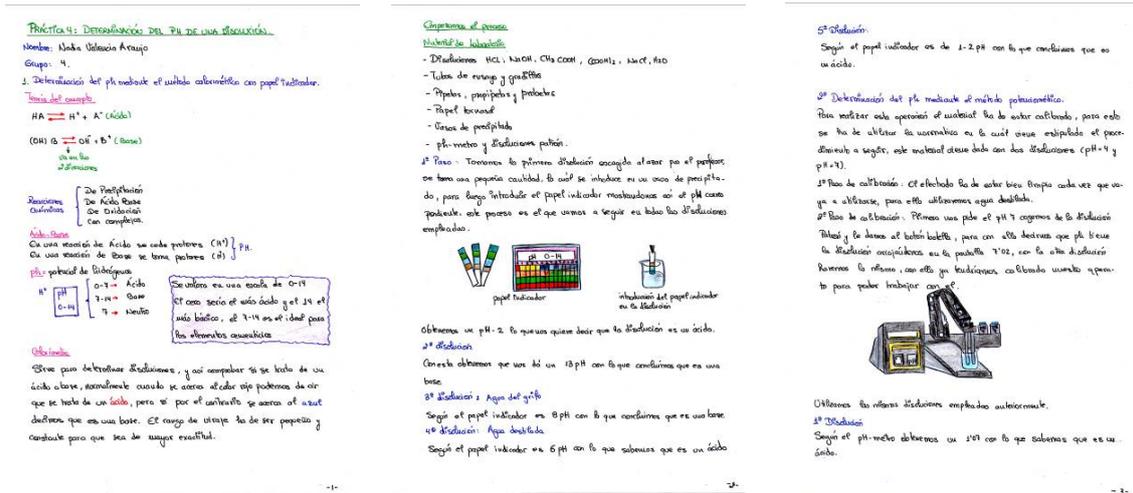


Figura 6.- Ejemplo de práctica entregada por la alumna Nadia Valencia Araujo.

Criterios de evaluación

En la asignatura, la evaluación siempre se ha entendido como el grado de consecución de los objetivos de forma continuada a lo largo del curso. Dentro de la evaluación continua, la participación activa del alumno tanto en la teoría como en la práctica es un elemento muy importante a tener en cuenta, y se fundamenta en los siguientes criterios (evaluación sobre 10 puntos) [3]:

- La asistencia a la sesión implica 5 puntos.
- La entrega del guion el plazo de dos semanas (antes de realizar la práctica siguiente el mismo grupo) significa +1 punto.
- Los 4 puntos restantes evalúan el propio guion entregado valorando: la comprensión de los conocimientos adquiridos durante la práctica y aquellos correspondientes a las anteriores prácticas (caso de expresión correcta de resultados de la *Práctica 2*), la resolución de las cuestiones, e incluso la ortografía y el estilo de redacción.

Prácticas de Laboratorio 2012/2013 B. Piedecausa García y S. Chinchón Pays															
INTRODUCCIÓN A LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN															
HORA	Alumno/a	ASISTENCIA				TIPO DE ENTREGA (mat / papir)				NOTA PRÁCTICAS				NOTA 23	NOTA FINAL
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	Prácticas	Grupos
12:30-14:30	CARVIDO CARPELANS, LUCIA	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CARRIO RIVERA, SALVADOR	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GALZA GARCIA, ELENA	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GARCIA RAMIREZ, EDUARDO	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GARRIDO GOMEZ, GENIVAR	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GOMEZ CASTELLAN, JOSE CARLOS	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	HERNANDEZ LOSADA, HECTOR ELIAS	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RECHERDO RAMIREZ, IVAN	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	LOPEZ HERNANDEZ, ALEJANDRO	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	LOPEZ HERNANDEZ, ALVARO	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
LOPEZ HERNANDEZ, ALVARO	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
8:30-10:30	CORTES SANCHEZ, ANEL	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	DAVO REBER, JAVIER	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	DONINGUEZ FUERTI, ALEJANDRO	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	PEREZ GARCIA, CARLOS	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GALLEGO LOPEZ, LUCIA	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	LOPEZ FERRAZ, JESSICA	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RAMOS ORTEGA, VICENTE	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RODRIGUEZ GARRIDO, ESTEFANIA	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RODRIGUEZ MORALES, RODRIGO	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	VALERO ARANDA, NADIA MARICELA	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VALERO SORIANO, MARCELO	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
8:30-10:30	BAIZA TORRES, JAVIER	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BORGES SERRANO, EVA	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BOLEADO PEREZ, TERESA	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GALLEGO ORDONIZ, MARINO	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	MARTIN MARTIN, MARINA	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	OLIVERA ALEJANDRO, ESTEFANY STALIN	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RODRIGUEZ MARTIN, MARINO	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RODRIGUEZ MARTIN, MARINO	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RODRIGUEZ MARTIN, MARINO	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RODRIGUEZ MARTIN, MARINO	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10:00-11:00	ABUELA MASEGOSA, SILVIA	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	BENITO RAMIREZ, ANDRES	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	ESCOBDO AMADOR, CARLOS	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GARCIA DE TORO, ANDREA	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	GOMEZ LOZANO, EMERCA	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	MARTIN SANCHEZ, ANGEL	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RODRIGUEZ GARCIA, CRISTOFORO	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	PEREZ ESPINOSA, ADRIAN	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	PEREZ HERNANDEZ, SILVANA JAVIER	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	RODRIGUEZ ESCOBAR, LUCIA MELAGROS	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
SANCHEZ RAMIREZ, LUCAS	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SANDOVAL OLIVERA, LUISA GABRIELA	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
SANCHEZ RAMIREZ, LUCAS	M	M	M	M	M	M	M	M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	

Figura 7.- Ficha de Seguimiento de la evolución de distintos alumnos: asistencias, entregas y notas.

Es imprescindible la asistencia, la participación en clase y la entrega de los trabajos en las fechas establecidas mediante una ficha de seguimiento, aunque también existe la opción de presentarse a los exámenes de las convocatorias anuales oficiales siempre que se desee.

3. CONCLUSIONES

La metodología utilizada en las prácticas propuestas potencia una docencia que combina la adquisición de las habilidades necesarias en el ámbito académico y que, además, es directamente aplicable al ejercicio profesional del futuro ingeniero de la edificación, mediante la puesta en práctica para resolución de problemas reales de los conocimientos técnicos basados en el control de conceptos básicos en de química y geología.

Los resultados académicos obtenidos en el bloque correspondiente a las Prácticas de Laboratorio descritas en la asignatura *Introducción a los Materiales de Construcción* del Grado de Arquitectura Técnica durante el presente curso 2013-14 han sido muy satisfactorios, tanto en términos absolutos como en términos comparativos con el resto de asignaturas troncales y obligatorias de la titulación.

El establecimiento de objetivos semanales en las prácticas de laboratorio potencia la presencia participativa del alumnado y el trabajo semanal continuo. De esta manera se garantiza el desarrollo diario de los ejercicios y la entrega de los trabajos en la fecha prevista, consiguiendo los objetivos de calidad requeridos.

Asimismo, se ha comprobado que el desarrollo de sesiones prácticas permite complementar y sintetizar mejor la diversidad de conocimientos adquiridos por el

alumno en el resto de bloques (teoría y problemas) impartidos en la asignatura, poniendo en práctica los principios básicos manejados.

Como conclusión, los resultados académicos son muy satisfactorios y hacen que sea una metodología a perfeccionar en próximos cursos.

4. DIFICULTADES ENCONTRADAS

Debido a que se ha modificado radicalmente la concepción de las prácticas de laboratorio de la signatura, el diseño ha requerido una meditada preparación de material adecuado a los nuevos requisitos. El profesorado de las prácticas de laboratorio se incorporaba este año a la docencia de esta materia y ha sido necesario reflexionar sobre multitud de temas, siendo fundamental la selección del material más adecuado.

Respecto al trabajo interno de los miembros de la red, los problemas de compatibilidad de horarios para las reuniones han sido un problema menor ya que, debido a una nueva redistribución de despachos, se ha hecho más compatible la presencialidad de varios de los miembros de la red simultáneamente para el desarrollo del trabajo conjunto. Con el resto de miembros, se sigue apostando por una colaboración on line.

5. PROPUESTAS DE MEJORA

Consideramos que es necesario matizar algunos aspectos de gestión interna de contenidos docentes, de los materiales más adecuados y del reparto de tareas a desarrollar por los alumnos.

La organización de grupos siempre es difícil, por lo que gestionar de un modo más eficiente las tareas personales y adquirir un compromiso mensual de entrega de materiales es un aspecto importante a tener en cuenta tanto para el profesorado como para los estudiantes.

La comunicación on line con el profesorado de la asignatura ha sido la más utilizada tanto entre alumno y profesor, como para las relaciones entre los distintos docentes de la asignatura; esta herramienta va a ser aprovechada también en cursos próximos, tras el resultado obtenido. Esta solución facilita a los alumnos las entregas, al no ser necesario su desplazamiento al despacho del profesor.

Así, hemos concluido en que la modificación inicial planteada tanto a nivel organizativo como a nivel temático ha sido muy satisfactoria y ha obtenido muy buenos resultados.

6. PREVISIÓN DE CONTINUIDAD

Proponemos reflexionar sobre los resultados derivados tanto del trabajo individual como en grupo e identificar los aspectos que han tenido más desarrollo durante los pasados meses y cuáles se han de profundizar el curso que viene.

Se están desarrollando nuevas propuestas metodológicas y sistemas de evaluación, que nos ha servido, por el momento, para su aplicación principalmente en el bloque de prácticas de laboratorio.

Se ha creado un grupo compartido en skydrive para subir los materiales que se vayan elaborando. Así, estamos más coordinados respecto al trabajo común y las últimas versiones de cada documento, los documentos son compartidos a todos los miembros del grupo y son accesibles de modo online para gestionar de un modo más eficiente las tareas personales y facilitar el trabajo en común.

En definitiva, tras los resultados obtenidos en el transcurso de este proyecto, cabe afirmar que el próximo curso continuaremos nuestro trabajo de coordinación,

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] CALLISTER, William D. *Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales*. México D.F.: Limusa Wiley, 2009 ISBN: 978-607-5-00025-1
- [2] CHANG, Raymond. *Química*. México: McGraw-Hill, 2010. ISBN: 978-607-15-0307-7
- [3] JOHNSON, D.W.; JOHNSON, R.T. and SMITH, K. *A Learning: Cooperation in the College Classroom*. Minnesota: Interaction Book Company, 1991.
- [4] PETRUCCI, Ralph H.; HARWOOD, William S. *Química general: principios y aplicaciones modernas*. Madrid: Pearson Educación, 2011. ISBN: 978-84-8322-680-3 (rúst.)
- [5] SASTRE, Ramón. *Propietats dels materials i elements de construcció*. Barcelona: edicions UPC, 2000. ISBN: 978-84-8301-422-6
- [6] *Código Técnico de la Edificación*, Boletín Oficial del Estado, Ministerio de la Vivienda, Madrid, 2006.
- [7] JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T.; SMITH K. A. *Learning: Cooperation in the College Classroom*. Interaction Book Company, Edina, Minnesota, 1991
- [8] Ley 38/1999, de 5 de Noviembre, de Ordenación de la Edificación, Boletín Oficial del Estado, Madrid, 1999.
- [9] Libro Blanco del título de grado en Arquitectura Técnica en www.aneca.es
- [10] *Manual de procedimientos de Control de Calidad Técnica del Proyecto Arquitectónico*, Del Pozo & Asociados Editores, Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España, Madrid, 2000.