

Echegaray, divulgador

Muchas veces los que siegan dejan a los espigadores las mejores espigas, porque la Fortuna lo mismo se complace en favorecer al que madruga que al que se retrasa. En el número que la REVISTA DE OBRAS PÚBLICAS ha dedicado, con general aplauso, al insigne D. José Echegaray se nota la falta del epígrafe que encabeza estas líneas, que indudablemente es una de las espigas gordas, aunque no sé si acertaré a cogérla sin desgranarla.

El tema es, en efecto, de importancia, no sólo porque Echegaray poseyó como pocos el don de divulgar, sino porque este don, poco frecuente, tiene, para la cultura general, un valor enorme.

Divulgar es sacar los conocimientos de las manos de los especialistas que los crean, para transmitirlos a los hombres de cultura media no especializados; pero para transmitir un pensamiento al prójimo es preciso conseguir que el prójimo *re-piense* por su cuenta lo que pensó el primitivo autor; no se trata, pues, de una información más o menos precisa, sino de otra operación más íntima y misteriosa, que definió muy bien Sócrates, que poseía como nadie este mismo don, cuando dijo que su oficio era de "comadrón de las inteligencias".

El origen de la dificultad está en la esencia misma del conocimiento; si éste consistiese simplemente en el proceso lógico que Aristóteles formuló una vez para siempre, una cadena de silogismos pondría todo conocimiento al alcance de cualquier inteligencia; pero esto sólo es cierto parcialmente, que no es sino una manera elegante de ser falso; hay en la inteligencia humana, al lado de este mecanismo lógico, otros mecanismos ocultos, que funcionan fuera del ámbito de la conciencia, y que son precisamente los más eficaces. ¿Quién no recuerda la seguridad con que el hombre verdaderamente experto *ve* la solución del problema más arduo en un relámpago de inspiración, sin tiempo material para seguir todo el proceso mental que la lógica requiere? ¿Quién no recuerda la reunión de hombres doctos igualmente informados, entre los cuales, sin embargo, sólo uno acierta, sin poder explicar su acierto a los demás? ¿Quién no recuerda la solución encontrada al despertar por la mañana, después de una noche pasada casi toda en razonar inútilmente sobre el problema?

¿Quién, en fin, no ha observado mil veces que los que razonan una solución lo hacen *a posteriori*, es decir, tratan de justificarla después de concebirla, revelando así que no fué el razonamiento el que la produjo?

Y es que estos mecanismos cerebrales inconscientes no son, como el mecanismo lógico, transmisibles directamente, y sólo por una excitación especial del pensamiento ajeno puede hacerse que éste encuentre de nuevo, por cuenta propia, aquello que directamente no se le puede comunicar.

Ésta es la diferencia esencial entre la ciencia y la erudición; ésta se puede adquirir por métodos pedagógicos ordinarios, pero tal saber es "saber muerto", saber de manual, que lo mismo sirve encerrado en una encuadernación que dentro de la memoria de un erudito, y cuyo único empleo es el de retransmitirse indefinidamente en igual forma, en serie continua de eruditos a la violeta.

El otro saber, el "saber vivo", el que conduce a la acción, el que capacita a quien lo posee para aprovecharse de él o para acrecentarlo, el único que importa, en fin, a la Humanidad, no puede adquirirse sino por aprendizaje, que es, en resumen, el remedo repetido de la acción hasta crear el hábito; se aprende a nadar viendo nadar a otro y tratando de imitar sus movimientos, y del mismo modo se aprende a pintar un cuadro, a forjar el hierro y a escribir un drama y a inventar una teoría matemática o física.

Sólo que para imitar es preciso un modelo; no un pedagogo que fríamente comunique una erudición estéril, sino un maestro, un hombre de acción que ejecute; sólo se puede aprender a pensar al lado de un pensador que *piense*, no que *diga* cómo se piensa; son cosas tan distintas, que el que dice cómo se piensa no sabe pensar, y el que piensa, no sabe decirlo; el primero comunica ciencia muerta, mientras el segundo engendra en el prójimo la ciencia viva.

Y éste era precisamente el mérito excelso de Echegaray: era un pensador que pensaba exhibiendo su pensar, haciendo así a los demás *aprehender*, en el sentido etimológico de esta palabra, el pensamiento, lo cual, sin esta acción provocada en el que aprende, no puede, en modo alguno, conseguirse.

Antonio PRIETO

Profesor de la Escuela de Caminos

Los pliegos de condiciones para obras de hormigón armado

Como dice muy bien el Sr. Ríos en sus interesantes artículos, van apareciendo en España pliegos de condiciones, relativos al hormigón armado, cuyos principios se separan totalmente de los que han servido para formar los pliegos clásicos; y considerando que la materia es sumamente interesante, por lo mismo que no está todavía resuelta la forma más conveniente de precisar estas condiciones, creemos

oportuno explicar algunos artículos de uno de estos pliegos, el correspondiente a la estructura del Hospital Clínico, de la Ciudad Universitaria, en la que se han de emplear unos 25 000 m³ de hormigón:

"Cemento.—El cemento será portland y cumplirá las condiciones del Pliego de Obras públicas de 25 de febrero de 1930. Se admitirán también supercementos y cementos aluminosos, siempre que cum-

plan sus respectivas condiciones del antedicho Pliego.

"El cemento se almacenará en sitio seco defendido de la intemperie, y dentro del mes anterior al empleo de cada partida comprobará la Contrata, mediante probetas de ensayo, su período de fraguado, su estabilidad de volumen y su resistencia a los siete días."

Se ha seguido en este Pliego el criterio expresado, también en estas columnas, por D. Félix González de considerar que las tres condiciones de período de fraguado, estabilidad de volumen y resistencia a los siete días son las que pueden hacerse con más facilidad en la obra, y las suficientes corrientemente para asegurarse de que el cemento está en buenas condiciones en el momento de la utilización, dada la perfección de la industria cementera española.

"Aridos.—La piedra y la arena no serán porosas ni descomponibles por los agentes atmosféricos; estarán exentas de materias perjudiciales al cemento.

"No contendrán más del cuatro por ciento (4 por 100) de materias extrañas, y solamente en la arena podrá admitirse hasta un diez por ciento (10 por 100) de arcilla en polvo.

"Tendrán la dureza, compacidad y uniformidad necesarias para obtener en el hormigón las condiciones exigidas.

"La piedra dejará menos del cinco por ciento (5 por 100) de residuos en la criba de cuatro centímetros (4 cm); sin embargo, en los macizos de cimentación se admitirán piedras de mayor tamaño, siempre que no sobrepase del tercio del ancho del macizo.

"La Contrata indicará previamente la procedencia de los áridos y hará los ensayos que la Dirección técnica estime oportunos, para asegurarse del cumplimiento de las condiciones anteriores en toda la extensión del banco o cantera."

No se exige, como otras veces, que "las piedras serán duras", ya que más adelante se detalla, como vamos a ver, la resistencia del hormigón; y también se ha huído de la conocida condición de hacer pasar por el aro a cada piedra y en todos sentidos, considerando, entre otras razones, lo incómodo de la operación, lo útil de las cribas y la imposibilidad de que entre las piedras de gravera no venga alguna suelta de mayor tamaño, que no perjudica al hormigonado, por lo menos en lo que nuestra observación práctica ha alcanzado a ver.

"*Dosificación y características de los hormigones.*—Los hormigones serán de dos clases: uno, tipo A, para emplear en la cimentación, caracterizada esencialmente por una resistencia mínima a la rotura por compresión de ciento sesenta kilogramos por centímetro cuadrado (160 kg/cm²) a los veintiocho días, en probetas de veinte centímetros (20 centímetros) de lado; y otro, tipo B, para emplear en las estructuras con una resistencia de doscientos treinta kilogramos por centímetro cuadrado (230 kilogramos por cm²) a los veintiocho días, medida en probetas por flexión tipo Emperger.

"La Contrata hará, bajo las órdenes de la Dirección técnica, los ensayos previos necesarios para determinar las proporciones de áridos, agua y cemento más convenientes para obtener las resistencias antedichas, con la misma manipulación que se haya de emplear en la obra.

"La Dirección podrá también exigir ensayos que

demuestren que la resistencia a esfuerzo cortante y su adherencia a la armadura no bajan de veinticinco kilogramos por centímetro cuadrado (25 kg/cm²).

"La consistencia de la mezcla será tal que permita un buen hormigonado, con supresión de coqueas y sin separación de sus elementos.

"Una vez adoptados, de acuerdo con la Dirección técnica, los tipos de dosificación, no podrán alterarse sin autorización de la misma, particularmente en la proporción de agua a cemento.

"Los ensayos previos se harán con suficiente número de probetas para determinar la curva de endurecimiento del hormigón durante el primer mes, la compacidad del mismo y su consistencia.

"Estos ensayos se repetirán cuando la Dirección técnica lo estime oportuno, y particularmente en los cambios de estación y cuando se cambie la procedencia o calidad de los materiales."

Como se ve, aquí se ha seguido por completo el criterio de no imponer a la Contrata dosificación determinada, sino simplemente exigirle la resistencia que se ha considerado necesaria en el proyecto, con su correspondiente coeficiente de seguridad; quizá se haya ido demasiado lejos en este criterio al no imponer límites de dosificación, ni siquiera a la proporción de piedra a arena, mientras que, por otro lado, se indica la posibilidad de exigir ensayos de adherencia y esfuerzo transversal, tan difíciles de hacer bien en la práctica.

De todos modos, en la mayoría de los casos parece menos expuesto a complicaciones el hacer todos estos tanteos de dosificación previamente por la Dirección técnica, e imponer ya a la Contrata la dosificación total; es decir, la proporción de piedra a arena, la proporción del agua al cemento y la proporción de pasta al volumen de áridos; pero, cuando la obra tiene gran importancia, como sucede aquí, este sistema tiene el inconveniente de que limita las posibilidades del constructor, al cual puede convenir, por razones particulares del caso, emplear otra dosificación distinta con la cual pueda alcanzar la misma resistencia a un precio más económico, bien porque disponga de determinadas canteras, bien porque le convenga aumentar la cantidad de agua para facilitar el transporte, etc., etc. Por esta misma razón no se ha fijado taxativamente la consistencia, sino que se deja también a la elección del constructor. Estamos, desde luego, conformes con D. Ramón Ríos en que la manejabilidad y la consistencia o la fluidez (luego hablaremos de esto) son, no solamente cosas distintas, sino que, en muchos casos, no son proporcionales la una a la otra, y hubiéramos deseado tener a mano un procedimiento que nos satisficiera para medir directamente la manejabilidad; pero, a falta de él, nos limitamos a la medida del aplastamiento en el tronco de cono.

La resistencia, como se ve, se exige a compresión para el hormigón del cimiento, y a flexión para el de la estructura, por considerar que éstas son las formas de trabajo que más se aproximan a las que han de sufrir después los elementos respectivos en la obra, ya que se puede obtener bastante diferencia en la resistencia, según la forma de ensayo.

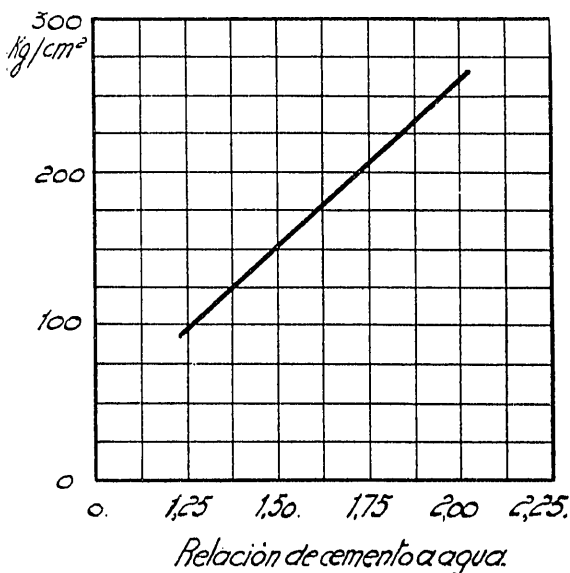
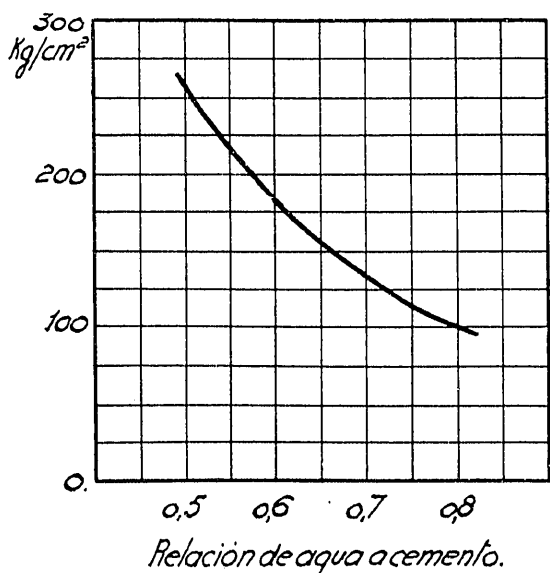
Se exige la curva de endurecimiento del hormigón y su compacidad con los siguientes fines: la curva de endurecimiento, para determinar los períodos de

descimbrado; la compacidad, porque es, a nuestro juicio, el modo más rápido de conocer con bastante aproximación la calidad del hormigón ejecutado en la obra. Manteniendo la misma procedencia de los materiales, basta coger una probeta cualquiera de la obra y medir su densidad para saber si el apisonado ha estado bien efectuado, y hasta la resistencia aproximada que cabe esperar de ese elemento; por lo menos, en los ensayos realizados por nosotros, hemos obtenido siempre resultados concordantes, y lo consideramos un elemento utilísimo para la buena inspección de la obra.

“Pruebas del hormigón durante la ejecución.— Diariamente se separará una probeta del hormigón de la obra o de cada parte de ella, según la Dirección técnica indique, y semanalmente se romperá una para determinar su resistencia a los siete días; en caso de no alcanzar la resistencia prevista por los ensayos en el artículo correspondiente, se romperán otras dos probetas. Si la media de estas tres fuera también sensiblemente inferior a la resistencia prevista, la Contrata podrá optar: por derribar la obra a su costa, o

cisamente para salvar estos defectos de la resistencia, bien del cálculo, bien de la ejecución, y no hay inconveniente en rebajarlos cuando se pone especial cuidado en determinar la resistencia efectiva de cada elemento construido.

En este Pliego, que, sin pretender, ni de lejos, ser una obra perfecta, trata de dar un paso más por el camino de la claridad y de la buena inteligencia entre la Dirección y la Contrata, procurando concretar las condiciones y dejar al juicio del técnico mismo la menor cantidad posible de cosas, ya que nuestra experiencia y el sentido común nos dicen que precisamente ésas son las que dan lugar a las discusiones más desagradables y perjudiciales para ambas partes. Mucho nos alegraríamos de que los ingenieros y constructores que se dedican particularmente a estas cuestiones aportaran a estas columnas sus ideas, para que la ingeniería española llegara a establecer un cuerpo de doctrina, concretando sus opiniones sobre tan importante problema, como es el de exponer las condiciones que debe cumplir un buen hormigón y la forma mejor de medirlas o comprobarlas.



por aguardar a la rotura de las otras tres probetas a los veintiocho días, sin que ello sea motivo para prorrogar el plazo de ejecución de la obra.”

*“Valoración.—*Las fábricas de hormigón se valorarán por el volumen resultante de aplicar a la obra construída las dimensiones señaladas en los planos u ordenadas por la Dirección técnica. Si por cualquier causa se observara en los hormigones, por las probetas correspondientes a una determinada parte de la obra, una falta de resistencia menor del 25 por 100 sobre la exigida en el artículo correspondiente, podrá admitirse, pero se disminuirá el precio total de esta unidad proporcionalmente a su falta de resistencia.”

Este artículo, que, en cierto modo, es una novedad de este Pliego, está fundado en el criterio de que el mejor Pliego es aquel que más directamente une los intereses del propietario y del constructor, pues de este modo se logra que el segundo esté igualmente, o más, interesado en obtener un hormigón de alta resistencia, por la cuenta que le tiene, y no puede considerarse esta condición como una transacción, ya que los coeficientes de seguridad son pre-

Basta leer unos pocos Pliegos de distintas manos para apreciar cuántas lagunas y heterodoxias hay en el campo. Para empezar con nuestro grano de arena arriesgaremos dos pequeñas ideas.

Nos parece preferible, como propone Inge Lyse, emplear la proporción en peso de cemento a agua, en vez de la de agua a cemento, porque de este modo el valor de la relación con la resistencia del hormigón es prácticamente recta, como se ve haciendo la sustitución de ordenadas en el mismo diagrama del artículo del Sr. Ríos. Y esto, además de facilitar la obtención experimental y trazado de estos diagramas, parece que entra más por los ojos de ciertas personas, cosa que tiene más importancia de la que parece para la generalización y divulgación de los nuevos métodos de dosificación.

Es necesario también que empecemos por ponernos de acuerdo en la nomenclatura, porque corremos el peligro de no entendernos al hablar de consistencia, plasticidad, fluidez, manejabilidad, trabazón, etcétera, etc. Así, por ejemplo, unos miden la “consistency” con el “slump test”, o, dicho en otra forma, llaman consistencia a la propiedad que acusa este

ensayo, y otros, como el Sr. Ríos, llaman a esto fluidez, distinguiéndolo de la consistencia.

Pero, tratando de simplificar, es evidente que en la obra lo que más interesa es que el hormigón *no se disgregue* durante el transporte, y que *no requiera un apisonado excesivamente costoso para suprimir las coqueras*. Estas dos propiedades—la disgregabilidad, o su contraria *la trabazón*, siguiendo la nomenclatura del Sr. Ríos, y la manejabilidad, o *la docilidad*, si no queremos inventar palabras nuevas—son las dos condiciones fundamentales que no tienen,

a estas alturas, un método de ensayo suficientemente satisfactorio, y conviene que nos convenzamos los técnicos de la importancia de llegar a obtener un procedimiento eficaz de medirlas, sobre todo la segunda, porque es éste un punto primordial para los contratistas y sus capataces, con quienes no lograremos compenetrarnos ni alcanzaremos a imponer nuestras teorías mientras no les dejemos, a su vez, convencernos de la formidable importancia práctica y económica de este factor.

Eduardo TORROJA
Ingeniero de Caminos

La enseñanza técnica

El problema de la enseñanza técnica, que preocupa desde hace mucho tiempo a nuestros Claustros, y hoy en estudio por una Comisión formada por profesores y alumnos de la Universidad y Escuelas especiales, es, en estos términos planteado, la mejor demostración de que dicha enseñanza es no solamente susceptible de mejora, sino que está necesitada de la misma.

La importancia de perfeccionar, en lo posible, la preparación de técnicos españoles se agudiza en estos momentos, que sería lamentable desperdiciar, en que nuestra patria tiene la coyuntura de superar su atraso histórico, alcanzando, en todas sus manifestaciones vitales, un nivel europeo; y este paso de gigante, de una nación de positivos valores espirituales como la nuestra, ha de basarse principalmente en el perfeccionamiento de todos los grados de la técnica. Pero esta mejora del papel del técnico es, además, mundial e impuesta por las complicaciones crecientes del progreso, y así vemos que regímenes tan distintos como los imperantes en los Estados Unidos y en Rusia fundan en la colaboración de la técnica sus mejores esperanzas: el uno, de la permanencia de su nivel de vida, superior en comodidades materiales al de los restantes pueblos, y el otro, mediante el sacrificio pasajero de estas comodidades, el triunfo de un experimento que pudiera ser decisivo para el destino histórico de la Humanidad.

Cuantas veces se ha planteado oficialmente esta cuestión de la enseñanza técnica difieren de la actual en que en ésta se solicita el concurso lógico del alumnado, materia viva de la experiencia, y a quien se carga así con la alta y delicada misión de ser juez en el pleito de su propio destino. Semejante innovación, no precedida de petición alguna, es digna de aplauso, a pesar de lo mismo; en cuanto a los frutos que haya de dar ahora esta colaboración de los alumnos, frena mi optimismo la gratitud de su concesión y el no estar abonada por una labor previa en este sentido, acertada, aunque romántica, como la que puede justamente enorgullecer a nuestros compañeros universitarios. Me da autoridad para hacer semejante afirmación el resultado a que llegué al intentar expurgar, mediante razonado debate, entre los espíritus alerta —que los hay— de nuestra Asociación sus ideas sobre el asunto; la mayoría acordó con sus votos que semejante cuestión no nos interesaba; no obstante lo cual, yo tengo el convencimiento

de que, cuando un mayor número de alumnos se decidan a pensar, a pensar y obrar por su cuenta, en éste y otros problemas análogos, la enseñanza de nuestras escuelas estará camino de ganar en eficacia mucho más de lo que pierda en disciplinada brillantez.

Me sugieren todas estas reflexiones las palabras que en el curso de su magnífica conferencia sobre "La Ciencia y la Técnica" pronunció días pasados en el Ateneo un profesional de la enseñanza técnica. En el curso de dicha conferencia tuvo el Sr. González Quijano —que no otro es el conferenciante citado— la ocasión, no malgastada, ciertamente, de proyectar sobre este problema la claridad de su juicio maduro. El condicionar mi aplauso a cualquiera de sus manifestaciones sería de una intrepidez presuntuosa; pero el ampliarlas, con las resultantes de mi propia experiencia, es un deber moral que gustosamente cumpla.

Cree, con sumo acierto, el Sr. González Quijano que las enseñanzas que se den a los futuros ingenieros deben estar impregnadas, desde su comienzo, de un sentido técnico cuya densidad, por decirlo así, debe aumentar con el avance de las mismas, y proscribire, por lo tanto, el actual sistema de ingreso en nuestras Escuelas especiales a base de ejercicios de matemáticas. A su juicio, debe sustituirse por lo que llama la *comprobación de suficiencia* en una Politécnica razonablemente organizada y en cuyos planes se tuviera en cuenta la orientación apuntada. La selección de los técnicos así preparados debía continuarse, cada vez con menos amplitud, en los cursos oficiales de las Escuelas respectivas, las que al final de carrera se limitarían a calificar solamente a los mejores, y siempre en número menor a las necesidades del Estado.

Los estudios en las Escuelas deben quedar subordinados a lo que llamó el Sr. Quijano los *postulados fundamentales de la continuidad y de la graduación*, y ha de cuidarse durante los mismos de acrecer el gusto del alumno por esta clase de estudios.

Opina, por último, y opina muy bien el distinguido profesor, que se debe reformar con prudencia, aprovechando lo bueno que hay y huyendo de la imitación servil de modelos extranjeros. Grave sería, efectivamente, caer en el vicio tan español de acumular programas y reformas cuyo único resultado positivo sería el de complicar el problema. "¡Nada de progra-