

Figura 31. Modelos a escala de armaduras soportando cargas reales, en la armadura se representan las magnitudes y esfuerzos que se dan en cada barra. Trabajos de estudiantes del Semestre 1999-I del curso de Física URP. [Fotografías del autor. Lima, 1999].

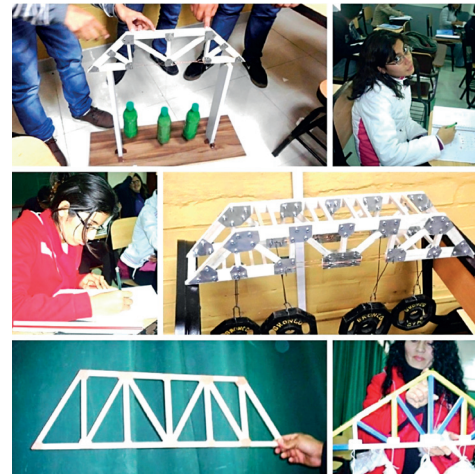


Figura 32. Estudiantes del Semestre 1999-I del curso de Física URP. Experimentado con las armaduras, verificando los cálculos gráficos obtenidos. [Fotografías del autor. Lima, 1999].

apostar por techos inclinados para facilitar la evacuación de las aguas de lluvias.

La experiencia resulta positiva. Es más manejable la aplicación de un método que se basa en el gráfico a escala ya que es más cercano a los estudiantes de arquitectura que los métodos matemáticos de ecuaciones. Esto permite entender con mayor facilidad cómo es que los esfuerzos llegan al nudo y en él deben lograr el equilibrio, para comprobar con una maqueta o modelo si lo calculado y determinado es válido.

Se muestra la armadura resuelta y construida por estudiantes de la Universidad Ricardo Palma del curso de física. En las barras se indican las magnitudes de los esfuerzos obtenidos, precisando además con el color si se trata de esfuerzos a compresión o tracción. En la figura 31, se observa cómo la barra inferior central ha sido reemplazada por una cuerda, ya que se halla a tracción. Cuando se carga la armadura estos cables se tensan, demostrando que la armadura está bien realizada y calculada.

Como resultado de la experiencia los estudiantes tienen la oportunidad de experimentar un proceso completo que simula el ejercicio real en el ejercicio profesional, como se muestra en la figura 32:

- Propuesta de un tipo de armadura, de acuerdo al diseño arquitectónico en el que el estudiante elige una forma que puede servir para un techo plano o inclinado, de acuerdo a las necesidades climáticas del lugar donde proyecta.
- Resolución gráfica de los esfuerzos que pasan por las barras del modelo elegido. En base a dibujos a escala llegan a determinar que barras tienen esfuerzos de compresión y que otras de tracción, pueden ver gráficamente en qué barras se da un mayor o menor esfuerzo y en qué barras no se dan esfuerzo alguno, etcétera.
- Análisis comparativo: observando los resultados de otros estudiantes que han desarrollado diferentes armaduras, puede determinar qué formas son más eficientes, ya que todas las armaduras tendrán

la misma longitud (luz libre) y las mismas cargas.

d. Proceso de elaboración del modelo de armadura: con los resultados obtenidos, el estudiante pasa a conseguir los planos para construir la armadura, resuelve la sección de cada barra, define el material que utilizará en barras a compresión y en barras a tracción, propone el tipo de unión en los

nudos, empleando cartelas de diferentes formas según la geometría de su armadura.

e. Verificación del comportamiento de la armadura: al concluir el modelo, se procede a aplicar las cargas en los nudos correspondientes. Se trata de botellas rellenas con arena que la armadura deberá soportar. Sus barras a tracción, representadas por cuerdas, deberán tensarse, comprobando así que han sido bien resueltas.

## Referencias

Parker, Harry M.C. (1991). *Diseño simplificado de armaduras de techo para arquitectos y constructores*. México, D.F.: Editorial Limusa.

PADT-REFORT, Junta del Acuerdo de Cartagena (Ed.). (1984). *Manual de Diseño para ma-*

*deras del Grupo Andino*. Lima, Perú: Junta del Acuerdo de Cartagena.

Ching, F., Onouye, B. & Zuberbuhler, D. (2014). *Manual de estructuras ilustrado*. Barcelona, España: Editorial Gustavo Gili.