

# **Competiciones académicas mixtas entre alumnos del Grado en Arquitectura y estudiantes con otras capacidades intelectuales**

FÉLIX HERNANDO MANSILLA

Los estudiantes de Arquitectura poseen unas características específicas entre las que destacan su creatividad y un fuerte espíritu competitivo. La generosidad de su esfuerzo es singularmente elevada cuando el objetivo es vencer a otro equipo. Por esto, en la unidad docente de Estructuras empleamos con frecuencia la técnica de la competición académica como elemento de motivación para su aprendizaje y hemos desarrollado diversos concursos de resistencia de maquetas de estructuras, de eficacia estructural, apuestas académicas, batallas de ingenio estructural, escape room, etc., con muy buenos resultados.

Durante el pasado curso tuvimos la oportunidad de plantear clases inclusivas con los estudiantes de la Fundación Juan XXIII Roncalli y de la Fundación Oxiria y, considerando su capacidad de implicación, su fuerte espíritu de superación y su interés también en el contraste competitivo y la continua mejora, optamos por hacerlos intervenir activamente en nuestras competiciones académicas habituales.

Los alumnos de la Fundación Juan XXIII Roncalli participaron en los concursos de resistencia de celosías de espagueti y de vigas de madera de balsa, diseñando y construyendo sus propias maquetas, tras unas sesiones de clases exclusivas. Los estudiantes de la Fundación Oxiria participaron en la batalla de ingenio estructural “Atacando y defendiendo un sistema articulado”, distribuyéndose e integrándose en los 10 equipos de alumnos de 2º curso, de los que fueron además capitanes y portavoces.

El resultado fue muy positivo para todos. La compenetración entre los alumnos fue magnífica y los profesores aprendimos también de todos ellos. Estas actividades han sido muy demandadas y tenemos la intención de repetir las en el presente curso, incorporando además mejoras a partir de la experiencia.

### **Concurso de resistencia de celosías de espagueti**

El 30 de noviembre de 2018 se celebró, en el Laboratorio de Estructuras de la Escuela Politécnica Superior de la USP, la décima edición del concurso anual de resistencia de estructuras articuladas. El objetivo fundamental de esta competición académica es que los estudiantes observen y aprendan de una manera práctica los efectos que producen distintos diseños estructurales sobre el comportamiento y la capacidad resistente de los sistemas articulados.

Para ello, los alumnos de los diferentes grupos de la asignatura de Mecánica de Sólidos de 2º curso del Grado en Arquitectura se dividen en equipos de dos o tres personas y cada equipo diseña, calcula y construye una maqueta con barras de espaguetis unidas en los nudos con cola termofusible, de acuerdo con unas bases del concurso publicadas previamente.

Las diferentes maquetas se someten a cargas crecientes en una máquina de ensayos automatizada, se observa la evolución de sus deformaciones y la aparición de diferentes modalidades de rotura, y se proyectan en directo las gráficas con sus características de resistencia mecánica.

Se registran los pesos de las estructuras, las cargas máximas soportadas y los ratios de eficacia estructural de cada maqueta y se proyectan en tiempo real las clasificaciones con la posición actual de los distintos equipos (que van subiendo y bajando “en modo Eurovisión”).

Para favorecer el análisis de todos los modelos por parte de todos los estudiantes se establece adicionalmente un sistema de apuestas académicas en el que cada alumno debe intentar predecir las modalidades de colapso de las estructuras de todos los equipos. Con una aplicación informática desarrollada al efecto, los estudiantes, desde sus dispositivos móviles, pueden repartir 100 puntos en cada ensayo entre un catálogo de posibles modalidades de agotamiento estructural. Si lo tienen muy claro apostarán sus 100 puntos a un modo de rotura concreto, si dudan entre dos

pueden realizar una distribución 60-40 por ejemplo y si no saben como se puede romper otorgarán 10 puntos a 10 posibles modos ...

Tras cada ensayo se analiza conjuntamente el comportamiento que ha tenido la correspondiente maqueta, se relaciona con su diseño (ahí está el aprendizaje) y se registran los modos de fallo estructural. El sistema informático otorga a cada alumno los puntos obtenidos y actualiza y proyecta esta nueva clasificación (ratio de predicción). Se observa siempre que en los primeros ensayos los porcentajes de acierto son muy bajos, que van subiendo a lo largo del concurso y que el comportamiento de las estructuras finales se predice con mucha más precisión. El nivel de aprendizaje aumenta y el propio alumno lo percibe con claridad.

La novedad de esta edición del concurso ha sido la incorporación de los alumnos del Título Propio en Accesibilidad Universal. Estos estudiantes de la Fundación Juan XXIII Roncalli, con diferentes capacidades intelectuales, construyeron su propia maqueta (tras algunas clases exclusivas y el asesoramiento en el diseño por parte de un profesor). La imagen nº1 muestra el equipo con la maqueta realizada



---

Imagen nº 1. Equipo de la Fundación Juan XXIII Roncalli en el concurso de resistencia de celosías de espaguetti

El concurso se desarrolló como clase inclusiva con la participación de los alumnos de Arquitectura y de Accesibilidad Universal. El nivel de integración fue muy elevado y la experiencia arrojó resultados muy positivos. La imagen nº 2 corresponde a un momento del concurso en el que los estudiantes están empleando sus teléfonos móviles para el sistema de apuestas académicas.



Imagen nº 2. Desarrollo del concurso de resistencia de celosías de espagueti. Apuestas académicas

### **Concurso de resistencia de vigas de madera de balsa**

El 10 de mayo de 2019 tuvo lugar la duodécima edición del concurso de resistencia de vigas de madera de balsa, con una operativa similar a la descrita en el concurso anterior.

En este concurso, previsto únicamente para los alumnos de la asignatura de Sistemas Estructurales de 2º curso del Grado en Arquitectura, participaron también los estudiantes del Título Propio en Accesibilidad Universal de la Fundación Juan XXIII Roncalli, y lo hicieron a petición propia tras su satisfacción con el concurso previo de celosías de espagueti.

En este caso, con la experiencia acumulada, planteamos su división en tres equipos de 4 / 5 personas, favoreciendo el espíritu competitivo entre los mismos, además de los alumnos de Arquitectura.

Se desarrolló con los mismo buenos resultados de inclusión y aprendizaje y la Fundación Juan XXIII Roncalli ya han solicitado su participación para este curso 2019-2020.

### **Competición de ingenio estructural**

Otra de las actividades docentes en las que empleamos la técnica de la gamificación es nuestra batalla de ingenio estructural “Atacando y defendiendo un sistema articulado”. En este caso, el objetivo es que estos mismos estudiantes de la asignatura de Sistemas Estructurales de 2º curso del Grado en Arquitectura se esfuercen e involucren en el análisis de los posibles puntos débiles de una estructura y las medidas de podrían adoptar para reforzarlos.

El análisis de las características resistentes de una estructura con cierta complejidad requiere una importante dedicación y esfuerzo por parte de los estudiantes. Conocer y comprender las fortalezas y debilidades de un sistema estructural permite la adopción de las decisiones más adecuadas para su dimensionado óptimo, y constituye un importante objetivo en la formación del arquitecto. Con el propósito de ayudar al estudiante en esta difícil tarea, se propone una competición colectiva que fomente el debate crítico y el contraste de reflexiones, que incentive su razonamiento y les facilite el aprendizaje a través de las aportaciones de sus compañeros (con la lógica orientación de los profesores).

Se plantea para ello una “batalla” de estrategias entre dos bandos de estudiantes, uno que propone una batería de medidas para “atacar” la estructura y conseguir el colapso total o parcial de la misma, y otro que propone medidas de refuerzo de su resistencia estructural con el objetivo de “defenderla”.

Mediante un programa informático, estas medidas se implementan posteriormente por los profesores sobre la estructura, y el análisis conjunto de sus efectos favorece también el objetivo final de aprendizaje de los modelos de comportamiento estructural.

Para cada estructura articulada propuesta por los profesores se desarrollan varias rondas consecutivas de ataque y defensa. Ambos equipos (“ejércitos”) están integrados a su vez por una serie de grupos de alumnos (“comandos”) y a cada grupo se le asigna una misión concreta dentro de cada ronda de esta “batalla”. Los grupos de un mismo equipo deben coordinar sus acciones para que produzcan los mayores efectos sobre la estructura y a su vez intentar intuir la estrategia del otro bando para contrarrestarla.

Las misiones de ataque al sistema articulado consisten en la eliminación de barras, la merma de su capacidad resistente, la introducción de nuevas cargas, el aumento de las actuales, la transformación de apoyos fijos en deslizantes, la eliminación de otros apoyos, etc. y cada grupo tendrá que elegir los nudos, barras y apoyos sobre los que aplicará la acción correspondiente para producir el mayor daño posible a la estructura.

Las misiones de defensa son las opuestas (introducción de nuevas barras, descenso de las cargas, aumento de la capacidad coactiva de los apoyos, etc.) y los grupos del equipo defensor deberán coordinarse para intentar dotar a la estructura de la mayor capacidad resistente posible.

En cada ronda de ataque y defensa de una estructura, las misiones de un mismo grupo van variando y en cada nueva estructura los equipos

actúan alternativamente como atacantes y defensores. Con ello se consigue que todos los alumnos participen y razonen sobre múltiples enfoques de actuación sobre el sistema.

Todas estas misiones se recogen en una baraja de cartas especial (diseñada para esta actividad) que se reparte aleatoriamente entre todos los comandos. Las imágenes 3 y 4 muestran algunas de estas cartas y la nº 5 una pantalla de ejemplo de una de las estructuras que se analizan.



Imagen nº 3. Cartas con misiones de ataque



Imagen nº 4. Cartas con misiones de defensa



Imagen nº 5. Programa informático y estructura analizada

Esta actividad se realizó por primera vez el 19 de marzo de 2019, en el Laboratorio de Estructuras de la EPS, en horario de 14:30 a 17:30, y a ella fueron invitados un grupo de alumnos de la Fundación Oxiria para su participación en una clase inclusiva. En este caso, los estudiantes de la Fundación Oxiria no formaron un equipo propio. Para una mayor integración se distribuyeron entre todos los equipos de alumnos de Arquitectura y actuaron además como portavoces (“capitanes”) de los mismos.

El interés de profesores y alumnos fue especialmente elevado, con un ambiente muy agradable, a la par que competitivo. No se demandó ningún tipo de descanso durante las tres horas.

La evolución del aprendizaje quedó contrastada por la ineficacia generalizada de los ataques y defensas en la primera ronda y una coordinación y potencia estructural de los ataques y defensas en las últimas rondas muy superior a la prevista por los profesores.

En cada ronda se asignaba una puntuación por la aparición o no de un mecanismo de colapso, el agotamiento de barras, etc., y los estudiantes se esforzaron al máximo para ganar. Los profesores consideramos que lo que ganaron de verdad (vencedores y vencidos) fue un notable incremento de su capacidad de análisis estructural.

La imagen nº 6 muestra finalmente un momento del desarrollo de la competición, en el que los distintos “comandos” de ataque y defensa ponen en común sus estrategias en cada una de los “ejércitos”



Imagen nº 6. Desarrollo de la competición de ingenio estructural

Todas estas experiencias han sido muy enriquecedoras, han supuesto además una mejora importante de la capacidad de colaboración, integración y trabajo en equipo de los alumnos (y profesores) y nos han permitido constatar las grandes ventajas de la formación inclusiva de estudiantes con diferentes capacidades intelectuales



## Bibliografía

- Csikszentmihalyi, M (2012) *“Fluir, una psicología de la felicidad”*. Barcelona, Kairós.
- Deci, E. L. y Ryan, R.M. (2013) *“Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior”* Nueva York, Springer Science and Business Media.
- Gardner H (2015) *“Inteligencias múltiples: la teoría en la práctica”*. Barcelona, Planeta.
- Edward. Oswald Wilson (1998); *“Consilience: The Unity of Knowledge”* USA. Vintage Books.
- Oriol Borrás Gené, (2010): *“Fundamentos de la Gamificación”*. GATE. Universidad Politécnica de Madrid,
- Zichermann & Cunningham, (2011); *“Gamification by Design: Implementing Game Mechanics in Web and Mobile Apps”* O’Reilly.
- Werbach & Hunter (2012). *For the win: How Game Thinking can revolutionize your business*. Wharton Digital Press
- Johnson, Johnson y Holubec, (1999) *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Paidós.
- Educación en el asombro*. Plataforma Editorial. Catherie L’Ecuyer. 17º edición abril 2016.
- Educación en la realidad*. Plataforma Editorial. Catherie L’Ecuyer. 4º edición mayo 2016.
- Aprender haciendo: paideia y phronesis en Aristóteles. Journal: Educação 2011 34(1). Authors: | Alfredo Marcos. Printed ISSN: 0101-465X Electronic ISSN: 1981-2582