



## DESTELLOS

Según el Diccionario Larousse, un destello es un chispazo, ráfaga de luz intensa y de breve duración, o bien, una muestra muy pequeña de una cualidad que aparece inesperadamente o sólo en algunos momentos. La historia registra destellos que han cambiado de forma radical los conceptos que se tenían de numerosos hechos del mundo real, provocando, mediante un chispazo de inspiración, miles de desarrollos posteriores que estaban muy lejos de la mente del iluminado.

Debido a la amplitud del tema y a mi propia limitación de conocimientos, no puedo ser exhaustivo, de modo que me referiré, exclusivamente, a tres destellos que me impactaron de manera más directa. Sin embargo, y sin más detalles, no tendría excusas para ignorar la manzana de Newton, la tina de Arquímedes y la piedra dejada caer desde la torre de Pisa, que inspiró a Galileo para afirmar que el tiempo de caída de un cuerpo es independiente de su peso, modificando así la hipótesis que, dos mil años antes, formulara Aristóteles. Tampoco puedo no mencionar los impactos en la Física debido a la genialidad de Einstein, Bohr, Heisenberg, Dirac, y tantos otros.

No sé si fue mi primer impacto con el tema de esta columna, pero sin duda, fue uno muy profundo el que encontré en el libro "Una concisa historia de las matemáticas", de Dirk J. Struik. Uno de sus capítulos está dedicado al joven y desventurado matemático francés Evaristo Galois, muerto a los veinte años en un duelo de honor con el activista político d'Herbinvill, por razones no muy claras, que van desde conflictos políticos –Galois era un connotado antimonarquista- hasta un lío de faldas.

Tan pronto Galois aceptó el reto, sabía que moriría y consideró que lo mejor que podía hacer era escribir en detalle sus creaciones matemáticas, y dirigirlas a su amigo Augusto Chevallier, para que éste, a su vez, las hiciera llegar al secretario perpetuo de la Academia Científica de Francia, Jean Baptiste Joseph Fourier. Éste, lamentablemente, no pudo leerlas debido a que estaban escritas con pluma

de ganso y tinta verde, invisibles para su gastada visión y avanzada edad. De hecho, Fourier murió al poco tiempo. Once años más tarde, los documentos cayeron en manos de Liuville, quien les dio el destino correcto. Difundió este destello de inteligencia e intuición relacionado con la teoría de ecuaciones y las funciones enteras, de las que nace la Teoría de Grupos, rama excepcionalmente fecunda y de amplia aplicación en estos días.

Siguiendo en el ámbito de los destellos asociados a desarrollos tecnológicos, comento un diálogo -tal vez ficticio- entre dos científicos, uno creyente y el otro no. El primero sostenía que tan sólo con observar la función del ojo del ser humano se podía concluir que su creación no era producto del azar, y que era un testimonio indiscutible de la existencia de un ser superior. El no creyente, por su parte, postulaba que el conocimiento científico adquirido a la fecha permitía construir un instrumento que discriminara entre luz y oscuridad, y que la construcción de un ojo artificial de iguales, o incluso superiores capacidades a las del ojo humano, era sólo cuestión de tiempo.

Por cierto que este diálogo no resolvió el conflicto, pero

**“Chispazos de inspiración provocaron miles de desarrollos posteriores que han cambiado el curso de nuestras vidas”**

no podemos negar que, desde el primer intento exitoso del ser humano de registrar una escena hasta estos tiempos, se ha pasado de una caja de madera a un artefacto no más grande que una cajetilla de cigarrillos, con el que se puede fotografiar, filmar, grabar, calcular, mandar mensajes, colgarse de Internet, comunicarse telefónicamente, entre muchas otras funciones, y que los desarrollos continuarán creciendo, mucho más allá de lo que dicta nuestra imaginación. Visto así, da la impresión de que el fallido diálogo religioso, casi sin proponérselo, ha dado lugar a un considerable efecto

en la vida del planeta y que, a partir de ese destello, han surgido personas y productos que han cambiado el curso de nuestras vidas.

Por último, me referiré a Ray Clough, profesor de Análisis Estructural y de Ingeniería Sísmica de la Universidad de California, en la sede de Berkeley, en los años en que tuve el privilegio de hacer mis cursos de posgrado en esa extraordinaria casa de estudios.

A comienzo de la década de los cincuenta, las empresas aeronáuticas estaban en carrera para desarrollar una nave capaz de unir Nueva York y París en una hora; es decir, a una velocidad del orden de los cinco mil kilómetros por hora. Este proyecto se denominó Rapid Traffic, y su principal obstáculo lo constituía el enorme peso del fuselaje, por la necesidad de incorporar grandes factores de seguridad en su diseño, debido a las serias limitaciones que tenían las herramientas de cálculo aplicables a problemas complejos. Con grandes esfuerzos se hacían intentos usando los métodos de Diferencias Finitas, Galerkin, Colocación, Coeficientes Indeterminados, entre los más importantes. El más fácil de emplear era este último, aunque tenía el grave inconveniente de requerir la definición de un polinomio de alto grado para expresar adecuadamente el desplazamiento de los nodos de la estructura, en función de su posición en el espacio. Sólo se podía lograr resultados si se limitaba el tamaño del polinomio al extremo de lo que podían manejar los computadores de la época, lo que iba en desmedro de la precisión deseable.

Una de las empresas que participaban en el proyecto encargó a Clough la búsqueda de un procedimiento de análisis que asegurara la precisión de los resultados, de modo de obtener un diseño con esfuerzos confiables, lo que sin duda se traduciría en fuselajes de peso optimizado. Clough aceptó el desafío y decidió emplear el método de Coeficientes Indeterminados, pero en lugar de utilizar una expresión única para toda la estructura, dividió el cuerpo del

“Miles de investigadores se apoyaron en los desarrollos de Ray Clough y su Método de Elementos Finitos, presente hoy en todo programa computacional de análisis estructural”

fuselaje en pequeños trozos, los que denominó “Elementos Finitos”, y les asignó, individualmente, un modesto polinomio, y les agregó requerimientos de compatibilidad geométrica entre elementos vecinos y equilibrio de esfuerzos con las cargas aplicadas. El resultado de esta metodología condujo a una relación entre cargas y desplazamientos que definió la matriz de rigidez del elemento, dejando disponibles todas las herramientas del cálculo matricial de estructuras. De ahí en adelante, miles de investigadores se apoyaron en los desarrollos de Clough, ampliaron y optimizaron las expresiones originales, aumentando sus beneficios y puliendo las mínimas imperfecciones iniciales.

Clough está hoy retirado y ha sido objeto de las más importantes distinciones que se otorgan en el mundo a quienes han dado brillo a la profesión y a la academia. Sus aportes son numerosos, pero creo no equivocarme si considero que la invención del Método de Elementos Finitos, presente hoy en todo programa computacional de análisis estructural, es el más importante de todos.