

Señor Presidente,  
Señoras y Señores Académicos,  
Señoras y Señores,

Recibimos hoy en la Sección de Ciencias Matemáticas de la Academia al profesor Don Manuel Silva Suárez, y tengo el honor y el privilegio de contestar a su discurso.

En el discurso de contestación al de la entrada de Manuel Silva en la Real Academia de Ingeniería, el académico Javier Aracil Santonja decía:

Recuerdo, como si lo estuviera viviendo, la primera entrevista que tuve con él. Se presentó en mi despacho un apasionado estudiante, con las pelambreras propias de la época, con la insólita pretensión de organizar en la Escuela<sup>1</sup>, una especie de feria industrial, centrada en torno a la automatización, con stands en aulas y pasillos. La excusa, si no recuerdo mal, era recaudar fondos para el viaje fin de carrera, o algo así ....

Debo reconocer que yo nunca conocí sus ‘pelambreras’. Mis primeros contactos con Manuel Silva datan de la época en la que, recién defendida mi tesis doctoral en la Facultad de Ciencias, y ante la ausencia de un hueco en ella, ocupé una plaza de profesor ayudante en el entonces Departamento de Matemáticas I de la, también entonces, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de Zaragoza. Corría el año 1985. No pasó mucho tiempo desde mi incorporación a la Escuela antes de que Manuel Silva, Javier Martínez, José Manuel Colom, Santiago Velilla o Luis Montano (permítanme que cite sólo a los más ‘viejos’ del lugar) me hablaran de cinco filósofos chinos sentados alrededor de una mesa, comiendo y discutiendo, teniendo que compartir palillos, ..., y cómo esa situación se podía modelar usando ..., creo que después de oír el discurso de entrada de Manuel Silva ya lo habrán adivinado. En efecto, usando Redes de Petri.

Con motivo de las clases que impartí sobre Optimización Lineal, dentro de los cursos de doctorado de la Escuela, tuve oportunidad de charlar sobre las posibles aplicaciones de la Programación Lineal a las Redes de Petri con José Manuel Colom, que hacía su tesis doctoral con Manuel Silva, y que era el alumno más aventajado de mi clase. En esa época aprendí la belleza de

---

<sup>1</sup>Escuela Superior de Ingenieros de la Universidad de Sevilla

estas redes, y ya se sabe que los matemáticos (y no sólo los matemáticos) nos dejamos seducir por la belleza. Como decía Paul Dirac<sup>2</sup>:

Es más importante la belleza de las ecuaciones, que su fidelidad al experimento.<sup>3</sup>

También comprobé, sorprendido, cómo el grupo dirigido por Manuel Silva abría las puertas a la colaboración con gran generosidad.

Aunque a los pocos años volví a la Facultad de Ciencias (pasando por Estados Unidos, que cogía de camino), y volví a mis álgebras, a las que nunca había abandonado, guardo un muy grato recuerdo de ese periodo.

Comprenderán, por tanto, la satisfacción que me supone hacer este discurso de contestación.

El currículum de Manuel Silva es difícil de resumir. Nacido en Sevilla en 1951, es Ingeniero Industrial por la Universidad de Sevilla (1974), Ingénieur Automaticien por el Institut National Polytechnique de Grenoble (1975), Docteur Ingénieur Automaticien por el Institut National Polytechnique de Grenoble (1978), siendo el profesor René David su director, y Doctor Ingeniero Industrial por la Universidad de Sevilla (1979). Tras su doctorado se incorpora a la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad de Zaragoza, que había sido creada cuatro años antes, donde es Profesor Agregado de Ingeniería de Sistemas y Automática desde 1981 y Catedrático, por acceso, desde 1983. Es director del Grupo de Ingeniería de Sistemas de Eventos Discretos (GISED), perteneciente al Instituto de Investigación de Ingeniería de Aragón (I3A). Ha dirigido 18 tesis doctorales, varias de ellas a Licenciados en Matemáticas, creando un equipo muy reconocido internacionalmente.

Desde sus primeros años en Zaragoza, Manuel juega un papel crucial en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales, siendo subdirector (1981-86) y director (1987-89) de la misma, e impulsa su transformación en Centro Politécnico Superior, siendo su primer Director (1989-93), periodo en el que se incorporaron los estudios de Ingeniería de Telecomunicación (1989) y de Informática (1992), así como se preparó la incorporación de los estudios de Ingeniería Química (1994). Durante esta etapa se crearon los postgrados de Informática (1988), Ingeniería de Procesos Agroalimentarios (1988), Ingeniería Medioambiental (1988), Bioingeniería (1990) y Organización Industrial (1990).

---

<sup>2</sup>Paul Dirac, The evolution of the Physicist's Picture of Nature, *Scientific American* **208** (5) (1963)

<sup>3</sup>It is more important to have beauty in one's equations than to have them fit experiment.

Pero su gestión no acaba allí, pues ha sido presidente del Consejo Asesor de Investigación (CONAI) de la Diputación General de Aragón (1993-95), también ha sido presidente de la Comisión de Investigación e Innovación Tecnológica de la Comunidad de Trabajo de los Pirineos (1994-96), colaborador del Instituto Aragonés de Fomento en actuaciones de creación de empresas e innovación como el CEEI (Centro Europeo de Impresas e Innovación) de Aragón, o IDEA (Iniciativas De Empresas en Aragón), y presidente de la Comisión del Programa Europa de Estancias de Investigación, CAI-DGA.

Es autor o coautor de unos tres centenares de publicaciones, incluyendo artículos de investigación, monografías científicas y libros de texto avanzados. Conferenciante invitado en decenas de encuentros internacionales y centros de investigación, ha participado en la organización de unos dos centenares de congresos, internacionales en su gran mayoría, y ha colaborado o pertenece a los comités editoriales de diversas revistas internacionales.

Además ha escrito, coordinado o editado libros sobre aspectos sociales e históricos de la ingeniería y la investigación en general, e incluso, completando su faceta humanística, sobre arte y artesanía. En esta dimensión humanista, considerando no sólo análisis científicos y técnicos, sino también aspectos lingüísticos, filosóficos, estéticos, económicos y sociológicos, destaca la edición de la colección *Técnica e Ingeniería en España*, de la que ya han visto la luz siete volúmenes (nueve tomos), y está siendo editada por la Real Academia de Ingeniería, la Institución “Fernando el Católico” y las Prensas Universitarias de Zaragoza.

Entre los honores recibidos, destacaré aquí la Medalla por la ciudad de Lille (1996), es Académico Numerario de la Real Academia de Ingeniería de España (2000), recibió el Premio de la Asociación de Ingenieros de Telecomunicación y el Centro Politécnico Superior (2001), y es Doctor Honoris Causa por la Universidad de Reims, Champagne-Ardenne (2005).

El campo preferente de investigación de Manuel Silva son los Sistemas (dinámicos) de Eventos Discretos (SED), sobre el que ha versado su discurso, en el marco del paradigma de las Redes de Petri mencionadas anteriormente.

Desde el punto de vista matemático, una Red de Petri es un grafo dirigido ponderado y bipartido, con sus dos tipos de nodos indicando los estados y las transiciones, equipado además con un marcado en los estados y unas reglas de transición que nos dan la dinámica de dichos sistemas. Doctor Honoris Causa por nuestra universidad (1999), Carl Adams Petri introdujo sus fundamentos en 1962 y, desde entonces, esta clase de formalismos se ha convertido en una poderosa herramienta en el estudio de los SED.

Las redes de Petri ofrecen una notación gráfica para procesos discretos que permiten describir y analizar sistemas distribuidos, paralelos o concu-

rrentes. Tienen el atractivo, frente a otras posibilidades, de poder “dibujar” situaciones complicadas y tener así una visión global e intuitiva. Matemática e Ingeniería se mezclan y complementan en la investigación de estos objetos.

Decía Galileo Galilei<sup>4</sup> que

El universo no se puede leer hasta que no se aprende el lenguaje y se adquiere familiaridad con los caracteres en los que está escrito. Está escrito en lenguaje matemático y las letras son triángulos ...

Pero la Matemática busca soluciones exactas o, en su defecto, busca acotar el error que se pueda cometer en soluciones aproximadas. El ingeniero, sin embargo, está obligado a resolver los problemas, aunque la solución no sea óptima, y debe buscar equilibrios (como en la vida misma). Así, Manuel Silva nos plantea en su discurso la búsqueda de equilibrios entre visiones discretas y fluidas de los sistemas, entre competencia y cooperación, entre concurrencia y paralelismo, entre fidelidad y complejidad (¿qué modelo es mejor, el que refleja más “fielmente” la realidad pero es computacionalmente intratable, o el que refleja la realidad de manera ligeramente más laxa, pero nos permite calcular y predecir, aunque sea de forma aproximada?), o entre utilidad y verdad (o exactitud), que refleja la tensión del ingeniero que aplica matemáticas, pero que está atado a la realidad y a la precisión e información de la que dispone.

En su discurso, Manuel Silva nos ha introducido sabiamente en el mundo de los Sistemas de Eventos Discretos, las Redes de Petri y cómo éstas modelan dichos sistemas. Una vez diseñado el modelo, sus objetos embebidos y propiedades estructurales ayudan a comprender, verificar y simplificar, en particular a detectar errores y dimensionar. El grupo de Manuel Silva ha desarrollado potentes herramientas de análisis y síntesis estructural de diversas variantes de estos formalismos, así como métodos de optimización y de programación, eventualmente tolerantes a determinadas clases de fallos.

Una faceta muy importante del discurso que acabamos de escuchar es la relativa a la variedad de técnicas matemáticas empleadas en el estudio de las Redes de Petri. Por supuesto la Teoría de Grafos, pero también se usan intensivamente la Programación Lineal y Entera, la Geometría Convexa, la Lógica Matemática, la teoría de Complejidad Computacional o los Procesos Estocásticos. En su análisis estructural son claves los invariantes encontrados y la filosofía que subyace aquí es la misma que propuso en 1872 Felix Klein: “la Geometría es el estudio de invariantes bajo la acción de un grupo”. Esta

---

<sup>4</sup>Galileo Galilei, Opere II Saggiatore).

filosofía ha trascendido la Geometría, y aunque el grupo no está explícitamente descrito, los invariantes de las Redes de Petri son invariantes bajo la acción de un grupo.

Alain Connes<sup>5</sup> (quien obtuvo la Medalla Fields en 1982) decía:

Las matemáticas son la columna vertebral de la ciencia moderna y una fuente muy eficiente de nuevos conceptos y herramientas para entender la “realidad” en la que participamos. Desempeña un papel fundamental en las grandes nuevas teorías de la física del siglo XX, como la relatividad general y la mecánica cuántica. La naturaleza y el funcionamiento interno de esta actividad mental son a menudo mal entendidos o simplemente ignorados incluso entre los científicos de otras disciplinas cercanas. Por lo general, éstos sólo hacen uso de herramientas matemáticas rudimentarias que ya eran conocidas en el siglo XIX y pierden por completo la fuerza y la profundidad de la evolución constante de nuestros conceptos y herramientas matemáticas.

Podría ser tentador en un principio ver las matemáticas como la unión de piezas separadas, tales como Geometría, Álgebra, Análisis, Teoría de Números, etc ... donde la primera está guiada por la comprensión del concepto de “espacio”, la segunda por el arte de manipular “símbolos”, la siguiente por el acceso al “infinito” y el “continuo”, etc ... Sin embargo, esto no hace justicia a una de las características más esenciales del mundo matemático, el hecho de que es prácticamente imposible aislar cualquiera de las partes anteriores de las demás sin privarla de su esencia. De esa manera el corpus de las matemáticas se parece a un ente biológico, que sólo puede sobrevivir como un todo, y que perecería si se separara en trozos disjuntos.

6

---

<sup>5</sup>Alain Connes: *A view of Mathematics*,

<http://www.alainconnes.org/docs/math.pdf>

<sup>6</sup>Mathematics is the backbone of modern science and a remarkably efficient source of new concepts and tools to understand the “reality” in which we participate. It plays a basic role in the great new theories of physics of the XXth century such as general relativity, and quantum mechanics. The nature and inner workings of this mental activity are often misunderstood or simply ignored even among scientists of other disciplines. They usually only make use of rudimentary mathematical tools that were already known in the XIXth century and miss completely the strength and depth of the constant evolution of our mathematical concepts and tools.

It might be tempting at first to view mathematics as the union of separate parts such as

El trabajo de Manuel Silva y su equipo en absoluto ha ignorado la fuerza, profundidad y evolución de las Matemáticas y es un reflejo de su unidad. Los resultados más interesantes en nuestra Ciencia se producen al cruzar fronteras entre sus distintas ramas, y también entre éstas y la Física, la Biología, o la Ingeniería. Hoy la Academia de Ciencias de Zaragoza se enriquece con la entrada de alguien que ha sabido cruzar estas fronteras. Bienvenido, Manuel, a esta Academia.

Muchas gracias.

---

Geometry, Algebra, Analysis, Number theory etc... where the first is dominated by the understanding of the concept of “space”, the second by the art of manipulating “symbols”, the next by the access to “infinity” and the “continuum” etc... This however does not do justice to one of the most essential features of the mathematical world, namely that it is virtually impossible to isolate any of the above parts from the others without depriving them from their essence. In that way the corpus of mathematics does resemble a biological entity which can only survive as a whole and would perish if separated into disjoint pieces.