

Presentación

En abril de 1990 asistí al Workshop **Informatics Curricula for the 90's** (U.S.A.), y allí presenté una comunicación en la que proponía incorporar la dimensión de la complejidad a todas las recomendaciones curriculares relativas a la informática. Pocas fechas antes había aparecido un artículo mío en la revista **Systems Practice**, donde analizaba una experiencia de varios años enseñando a mis alumnos de la **Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de Madrid** a conocer y manejar la complejidad, tal como ésta se manifiesta, no sólo en el ámbito de la informática, sino en el del conjunto de las tecnologías de la información.

Reciente estaba también (diciembre de 1989) la concesión del Premio Fundesco de Ensayo por mi libro **Ofimática Compleja** (publicado en 1990), dedicado a construir (y por tanto a demostrar que se podía construir) una teoría nueva y completa, y, lo que es más importante, una teoría fundamentada en la complejidad, acerca de una de las grandes áreas de aplicación de las tecnologías de la información. El Premio Computerworld, obtenido el mismo año, resultaba asimismo una compensación a la larga época de aventura personal trabajando, en medio de la incomprensión y el silencio, en un campo desconocido.

1. Manejar la complejidad

Al volver de Providence, me detuve un par de días en Boston para visitar la universidad de Harvard y el M.I.T. y dejar transcurrir unas horas interesantísimas en el museo de ordenadores, en cuya tienda adquirí varios libros. Uno de ellos atrajo mi atención más que los demás, porque su objetivo consistía en resaltar la importancia y el auge de la complejidad como un nuevo dominio científico y técnico (H.R.Pagels, **The dreams of reason: The computer and the rise of the sciences of complexity**, Bantam, N.Y., 1989). Respiré contento, porque, aún no satisfaciéndome totalmente su enfoque, el hecho significaba para mí que en el país tecnológicamente más avanzado (por ahora) del mundo empezaba a vislumbrarse a escala más pública una preocupación por la complejidad, considerada como objeto intelectual con entidad propia e independiente de su materialización concreta. Las referencias contenidas en este libro indicaban la emergencia de focos humanos e institucionales interesados en uno u otro aspecto de la complejidad. Venían a sumarse a los que ya me eran más conocidos, singularmente franceses e ingleses.

Pocos meses después, la **Association for Computing Machinery** anunciaba la convocatoria de la primera de una serie de conferencias anuales sobre temas críticos de la informática. Esta se celebraría, como así ha sucedido, y en ella estuve presente, durante los primeros días de noviembre de este mismo año de 1990 en Arlington (U.S.A.). Uno de los dos temas tratados fue **Managing Complexity**. Aunque tampoco acabó por satisfacerme el enfoque de la Conferencia ni el nivel conceptual de los asistentes, sí lo logró el hecho de que se declarase a la complejidad como un **asunto crítico** y por encima de toda especialidad o aplicación.

No sé si las acciones que se propondrán para el futuro, como resultado de las conclusiones de esta Conferencia, acabarán teniendo alguna influencia en las recomendaciones curriculares según la

línea que yo sugerí en Providence meses antes, aunque estoy seguro de que no la tendrán en los planes de estudio españoles que ahora se están diseñando.

Otro hecho digno de ser resaltado es la reciente publicación del prestigioso informe sobre recomendaciones curriculares para la informática preparado conjuntamente (por primera vez) por la Association for Computing Machinery y la **Computer Society** del Institute of Electrical and Electronics Engineering (**Computing Curricula 1991**, ACM Press & IEEE Computer Society Press, dic. 1990). Los requisitos comunes propuestos para todo graduado en informática se dividen ahí en nueve áreas y una complementaria. El área complementaria, dirigida a cuestiones sociales, éticas y profesionales, y otra de las básicas, sobre Interacción Hombre-Máquina, cubren aproximadamente el siete por ciento del total de horas lectivas, y tienen mucho que ver con algunos de los temas que proponemos en este texto. El mismo informe recomienda cursos avanzados sobre Impacto Social de la Informática y sobre Interfaces Hombre-Máquina.

Más significativa es su propuesta explícita de la idea de los **conceptos recurrentes**, definidos como esa clase de conceptos fundamentales que se repiten en todas las áreas y que, por tanto, proporcionan un marco para integrar los contenidos curriculares en los cursos reales. Por su profunda relación con nuestro texto resaltaremos los tres siguientes: la complejidad de problemas grandes, los modelos conceptuales y los niveles de abstracción.

Como podrá comprobar posteriormente el lector, concibo la complejidad como una nueva dimensión desde la cual puede construirse una arquitectura sociotécnica completa de las tecnologías de la información (y no sólo de la informática) y por consiguiente los dos últimos acontecimientos relatados me parecen tímidos y fragmentarios, pero también es verdad que de ellos he recibido el incentivo moral de que había emprendido un camino adecuado con las acciones por mí iniciadas hacía años y que estaban ahora tomando forma didáctica de texto en estas Notas de Curso, cuya redacción acometé a mediados de 1989.

Tal vez sea preciso hacer constar que a nuestro alrededor prevalece una idea generalizada de que las cosas son sencillas, en el fondo. En la vida de cada día se repite una y otra vez la frase “¡es así de simple!”. Pocas fechas antes de redactar esta presentación, y en el curso de un seminario sobre el futuro de la formación de nuestros ingenieros, un ponente, él mismo ingeniero y encumbrado directivo en una empresa de tecnología avanzada, decía textualmente que “las cosas se pueden explicar de manera simple”. Creo, por el contrario, que sólo se pueden explicar de manera simple las cosas simples, y que si las cosas complejas se explican de manera simple, o se están trivializando, o se está dando de ellas una versión superficial, o se están mutilando. Mi postura no implica estar a favor de introducir complejidad artificialmente, un arma habitual de técnicos mediocres y de incompetentes, y es compatible con lo que expresa el aforismo anónimo: “hasta lo más pequeño es importante”. Según mi experiencia, lo preocupante de las frases anteriores es que expresan un estado de ánimo opuesto al reconocimiento explícito y decidido de la complejidad, como tachándolo de un capricho de algunos que, al parecer, tenemos vocación de complicar las cosas.

2. Origen y objetivos de estas Notas de Curso

Explicaré el origen de estas Notas, aunque no es posible hacer una historia completa, porque, además de aburrir al lector, consumiría mucho espacio. Empecé a interesarme explícitamente por la complejidad aproximadamente cuando en 1977 traduje un libro llamado **El Macroscopio**. Desde 1978 contribuí de forma muy activa a introducir en el plan de estudios de la Escuela de Telecomunicación dos asignaturas tituladas **Cibernética y Teoría de Sistemas I** y **Cibernética y Teoría de Sistemas II**. Esta última pasó posteriormente a denominarse **Ingeniería de Sistemas**, y este plan ha continuado formalmente hasta el momento presente. Durante siete años me ocupé personalmente de la primera de estas asignaturas, orientándola hacia una teoría formal de los sistemas, modificando progresivamente, como es lógico, sus contenidos.

Durante el curso académico 1985-86 decidí cambiar radicalmente dichos contenidos y diseñar y construir una asignatura totalmente centrada en la complejidad, utilizando en lo posible, eso sí, el enfoque sistémico. Mi idea de la complejidad incluía, y la incluye todavía con mayor fuerza que entonces, la **complejidad sociotécnica**. La dificultad fundamental para este cambio de eje ha sido siempre la falta de referencias, la ausencia de un mínimo cuerpo de doctrina sobre el que basarse. Como consecuencia natural, he ido inventando, apostando y con mucha frecuencia creando yo mismo los materiales (los modelos, la documentación). Hasta hace muy poco tiempo ni siquiera he podido contar con la ayuda de estudiantes orientados a desarrollar su proyecto de fin de carrera como soporte para mis trabajos, porque la complejidad no era (y en el fondo sigue sin serlo) un tema académico en la Universidad, y menos aún en una Escuela de ingenieros.

El método para mis clases ha tenido que ser improvisado y siempre se ha visto afectado por la servidumbre de tener que sobrellevar la falta de estructuración debida a la naturaleza misma de sus contenidos. En lo que se refiere a la documentación para su estudio y consulta, en cada curso he propuesto una relación (inconexa a los ojos de cualquier observador) de artículos y capítulos de libros, a veces, y no por egocentrismo, de mi propia y creciente cosecha, como ya se ha dicho.

En todo momento estaba en mi ánimo resolver este problema, que, entre otras cosas, impedía la transferencia de conocimientos fuera de nuestra Escuela y hasta el hecho banal de verme sustituido por causas de enfermedad o viaje, ya que el secreto, por así decirlo, de las conexiones entre los referidos artículos sólo estaba en mis fichas y en mi cabeza. La solución al problema radicaba en confeccionar un libro o unos apuntes, y esto último es lo que finalmente es este texto. Pero la índole enormemente abierta e indefinida del tema, junto con la envergadura del empeño, me ha detenido hasta ahora, en que, con la colaboración de Gustavo Alonso y de Jesús González y una ayuda económica del Instituto Tecnológico Bull se ha acometido el trabajo, encarnado en una versión inicial (versión 0)

3. Arquitectura sociotécnica de la complejidad de las tecnologías de la información

El texto ha tomado como punto de partida la idea global de que dentro de los cambios constantes del mundo en general y de las tecnologías de la información en particular, siempre está presente, y cada día de forma más acusada, percutiente y polifacética, la complejidad. Ello plantea un conjunto de desafíos y dificultades, que requieren ser explícitamente afrontados: **la complejidad es una dimensión abstracta**, pero insoslayable, de las tecnologías de la información.

En la medida en que tal complejidad afecta y es afectada por el sistema social, he adoptado un enfoque muy amplio, intentando cubrir ámbitos teóricos, técnicos y humanos. Resumiendo, mi objetivo final ha consistido en diseñar un primer texto sobre la arquitectura sociotécnica de la complejidad de las tecnologías de la información (con mayor énfasis en la informática, porque ésta es hoy, metodológicamente, el motor dinamizador de las T.T.I.I., o T.I., para hacerlo más breve). Sin embargo, no estoy nada seguro de que haber sido totalmente capaz de trasladar a lo escrito el espíritu ingenieril orientado a la resolución de problemas que intento asumir en mis clases.

Quiero subrayar que, precisamente, uno de los aspectos a los que he concedido mayor significación y que mejor muestran el enfoque sociotécnico es el de la **convivencialidad**. Sin embargo, ésta ha sido una de las cuestiones más desatendidas en nuestro texto, aunque no suceda así en mis trabajos publicados sobre esta temática. Por suerte, la preocupación por la convivencialidad se ha ido abriendo camino y hoy se reconoce su importancia bajo distintas denominaciones, como Human Computer Interaction o Computer Human Interaction (H.C.I., o C.H.I.), se publican libros y revistas especializadas, y se celebran congresos de varios tipos. Incluso existen cátedras.

La situación actual contrasta bastante con la que existía hace seis o siete años, cuando en una conferencia internacional de 1983 sobre software me rechazaron una comunicación en la que presentaba mi modelo 5p para el desarrollo profesional de software. Los revisores que examinaron el artículo, animados por una visión especializada y simplista como la que comentábamos arriba, simplemente no lo entendieron. Sólo a partir de 1989, algunos textos conocidos en el campo del software han introducido tímidamente en sus nuevas reediciones algunos de estos planteamientos (Factores humanos, diseño de interfaces hombre-máquina, etc).

4. Organización del texto

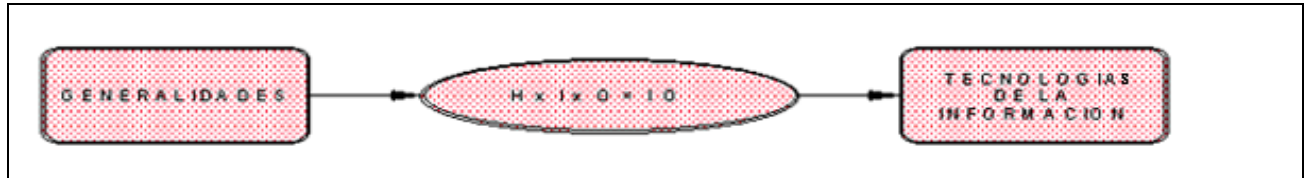
Teóricamente, este texto es un embrión de futuras versiones, en las que tal vez podrá unificarse mejor el estilo, pulir razonamientos, corregir erratas, reducir contradicciones, perfeccionar los enfoques y aportar nuevos elementos o aplicar los conceptos a diversos campos de la tecnología o de su impacto. A propósito no se han eliminado todas las redundancias, por razones de refuerzo didáctico, teniendo sobre todo en cuenta que los contenidos de los capítulos no están necesariamente organizados a la manera secuencial clásica (de hecho ni siquiera se llaman oficialmente capítulos).

En mis fichas y anotaciones personales se acumulan cuestiones y matices que no se han podido recoger aquí, pero ellos seguirán estando en mis clases, como han de estarlo en las clases de todo profesor. Lo que es de esperar es un impacto de la publicación de estas Notas sobre el alumno, porque éste trabajará de manera más adecuada contando con un texto y la bibliografía pertinente. Y a mí, o a quienquiera que emplee este texto como soporte de un curso, me permitirá pasar por alto en clase ciertas descripciones antes obligadas por las carencias de la dispersa documentación anterior.

En todo caso, este conjunto de páginas no tiene otra pretensión, en su estado actual, que servir de soporte a unas clases. Pueden servir también, ¡qué duda cabe!, como lectura autónoma, pero no se garantizan los resultados si el estudiante no dedica un tiempo sustancial a consultar la bibliografía recomendada en cada "capítulo".

Se dividen estas Notas en cuatro partes.

La primera se refiere a **generalidades** sobre la complejidad en sentido abstracto, y sobre teorías, técnicas, y otros conceptos útiles extraídos de la Cibernética y del Enfoque Sistémico.



En segundo lugar, describo un modelo simbólico original (e inédito, porque hasta el presente sólo se ha expuesto en las clases del autor) diseñado para abordar intelectualmente las situaciones de complejidad, y al que he denotado por la fórmula fácil de recordar **H x I x O**. Realmente, es un **marco general para la construcción de modelos** (en inglés U.F.M., por **U**niversal **F**ramework for **M**odelling). Esta parte aparece encabezada por una apretada y variadísima recopilación de textos sobre complejidad, que cubre casi por completo el espectro posible de cuestiones sobre la complejidad, como pretende hacer también el modelo formulado. Cumple además el papel de identificar unas referencias bibliográficas de fondo en el campo teórico y conceptual de la complejidad, que, por su profundo calado, no han sido utilizadas en este texto de orientación didáctica.

La tercera parte se dedica ya a estudiar diferentes aspectos de la complejidad de/en/con algunas parcelas de las **tecnologías de la información**. Es de todo punto evidente que esta parte es la más abierta, puesto que en ella caben otros muchos temas no tratados y hasta diversas formas de tratarlos. Y, en definitiva, los que están lo están principalmente a título de muestra del tipo de enfoque propuesto.

El esquema gráfico adjunto ilustra a lo largo del libro estas tres partes. Lo utilizaremos en formato reducido para ubicar cada uno de los "capítulos", empleando iniciales para simplificar: **G** (por Generalidades), **M** (por Modelo H x I x O) y **T. I.** (por Tecnologías de la Información). Como se verá más adelante, los capítulos de la parte G, que es la más estructurada, usan además otro esquema, que ayuda a seguir en todo momento el desglose de la G en subpartes.

Finalmente, y ya con un formato libre, se recopilan en una sección de **anexos** unos trabajos recientes del firmante y de uno de sus colaboradores. Precisamente, los dos artículos allí recogidos sobre ofimática constituyen un ejemplo práctico del tipo de potente discurso que puede generarse a partir de los conceptos presentados en estas Notas y del sinnúmero de detalles que la consulta de la bibliografía aportará al lector deseoso de profundizar.

5. Bibliografía personal sobre complejidad

Antes hablé de egocentrismo. Me interesa mucho tocar este punto, para rechazarlo, porque sé que al leer este texto algunas personas experimentarán la sensación de que en él hay demasiadas autocitas. La verdad es que sería inadecuado evitarlas, en la medida en que estas Notas se han ido construyendo en una proporción importantísima sobre las aportaciones personales de un buen

montón de años. Es decir, que cada trabajo se ha edificado sobre otros anteriores, a los que se hace referencia, si ello se ha considerado pertinente, por no repetirlos.

Pero lo que sucede en realidad es que aspectos muy significativos se quedan fuera del texto y por último desaparecen en artículos o comunicaciones inencontrables, y lo que es seguro es que hasta se pierde traza de los trabajos que uno mismo ha hecho.

Por esto último y por todo lo que vengo diciendo a lo largo de esta presentación, encuentro que, en lo que a mí respecta y pese a engañosas apariencias, estas Notas constituirían una rendición imperfecta e incompleta de cuentas de mi labor sobre la complejidad, si no agrupara en una relación bibliográfica el conjunto de mis trabajos publicados en los que directa o indirectamente se trata explícitamente la complejidad. Que es lo que se hace a continuación.

(Nota: La relación sigue un orden cronológico, aunque se han señalado con un asterisco los libros. El resto aparece indiferenciado: artículos, comunicaciones y otros. Cuando hay más de un autor, ello se indica, aunque sin reseñar su o sus nombres, salvo en el caso de los libros). Es de advertir que durante la corrección de pruebas de estas Notas se han añadido algunas referencias más cuya fecha es posterior a la del término de su redacción. Lo mismo sucede con uno de los artículos del Anexo.

Sistemas, Apuntes dentro del curso Fundamentos y Función de la Ingeniería, E.T.S.I.T., dic. 1976.

Traducción del libro **El macroscopio. Hacia una visión global**, Editorial AC, 1977.

Desarrollo modular y jerarquizado de un sistema software para ayuda al diseño automático de sistemas digitales con estructura modular (coautor), IV Congreso ibidem, 1979.

Ponencia sobre aplicaciones de la teoría general de sistemas en las ciencias de lo artificial, en Mesa Redonda sobre la Teoría General de Sistemas, 7-8 julio 1980. Publicadas en Comunicaciones de las Terceras Jornadas de Automática, Sevilla, mayo 1980, pp. 1-13, con el título Aplicaciones en las Ciencias de lo Artificial.

Contribución al diseño automático de sistemas digitales modulares mediante un sistema software modular y jerárquico (coautor), Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, tomo LXXIV, cuaderno 4, 1980.

Concepción multinivélica y cuasidescomponible de sistemas complejos. Aplicación a la informática (coautor), Comunicación presentada en el V Congreso de Informática y Automática, mayo 1982, Actas pp. 281-286.

Training organization of a middle-size company engaged in information technology services: theory and practice, in: Preprints of IFAC/IFIP Conference "Training for Tomorrow", pp. 187-193, Leiden (Holanda), junio 1983.

El mensaje: invariancia, complejidad, analfabetismo informático y vuelta a los orígenes, Prólogo (con mensaje) a la tercera edición del libro FUNDAMENTOS DE LOS ORDENADORES (coautor).

Facing informatics via three level complexity views, in Proceedings of 10th. International Congress on Cybernetics, Symposium XII: Man in a High Technology Environment (G.E. Lasker, ed.) pp. 30-40. International Association of Cybernetics, Namur (Bélgica), 22-27 agosto 1983.

Las tecnologías de la tercera revolución de la información, Mundo Electrónico, oct. 1983, pp. 133-141.

Propuesta de algunas pautas para guiar la elaboración, a mediados de los ochenta, de los objetivos, metodología y pedagogía de la enseñanza de la informática en cualquier nivel educativo. Ponencia central para un seminario del C.R.E.I. sobre Objetivos, Metodología y Enseñanza de la Informática, nov. 1983, 70 pags. Publicada en el libro Papeles de Buitrago, C.R.E.I., Madrid, abril 1984, pp 10-56. Publicada en la revista Novática, vol. X, num. 55, 1984, pp. 25-39.

El núcleo duro de la informática y los derechos humanos, Lección en el Curso de Informática y Derechos Humanos del Aula Municipal de Cultura del Ayuntamiento de Madrid, Madrid 13-16 marzo 1984. Publicada en la revista BIT, año 6, num.34, 1984.

Some framework ideas for Software Engineering Education, in: Proceedings of International Computer Symposium 1984, Vol. I, pp. 150-156, Taipei (Taiwan), 12-14 dic. 1984.

Cinco subculturas informáticas, Telos, num. 1, 1985.

Convivencialidad, complejidad, computadores e informática, La Vanguardia, domingo, 24-2-1985.

* **Fundamentos de Informática,** libro (coautor, Gregorio Fernández), Alianza Editorial, Madrid, 1987.

* **Computadores personales: Hacia un mundo de máquinas informáticas,** libro, FUNDESCO, Madrid, 1987. Accesit al II Premio Fundesco de Ensayo.

Towards a conceptual remodeling of information technologies based on a broad consideration of complexity, Comunicación en el 31st Annual Meeting of the International Society for General Systems Research, Budapest (Hungría), 1-5 junio 1987.

Ordenadores personales, concurrencia y Quinta Generación, BIT, año 10, num. 50 especial conmemorativo del decenio, 1987.

Tecnologías de la información, ordenadores personales y p.i.p.c., BIT, 11, 56, pp. 37-46, 1988.

Sociedad de la mente y complejidad ofimática, Computerworld, 335,9, 1989, artículo ganador del II Premio periodístico Computerworld España.

Apuntes sobre la percepción social de la informática, TELOS, 16, pp. 13-19, 1989.

Proposal of a three level complexity model for office automation, (coautor, Gustavo Alonso), in Proceedings of the 33rd Annual Meeting of the Int. Society for General Systems Research, Edinburgh, Scotland, jul. 1989.

A complexity architecture for information technologies: a three year didactic experiment, Systems Practice, 3, 1, 1990, pp. 81-96.

Bajo el signo de la trivialización, editorial, TELOS, 20, dic. 1989-febr. 1990, pp. 7-8.

* **Ofimática compleja,** libro, Premio Fundesco de Ensayo 1989, Fundesco, 1990.

Una contribución al estudio de la complejidad ofimática, (coautor, Gustavo Alonso), Novática, XV, 83, 1989, pp. 13-21.

Architectural guidelines for the curricula: 3 layers, 3 new dimensions, 2 basic orientations, different levels in the topics, comunicación presentada en el International Workshop IFIP WG 3.2 on Informatics Curricula for the 1990s, Providence (R.I.), abril 1990.

Subculturas e ideologías informáticas, TELOS, 22, junio-agosto 1990, pp.14-22.

* **Manual de microinformática para directivos**, (coautor, Angel Martínez), Editorial CDN, Madrid, 1990.

La formación del ingeniero de telecomunicación en el año 2000: Reinventar la Escuela, Conferencia escrita para el Seminario sobre EL INGENIERO DE TELECOMUNICACION: HORIZONTE 2000, El Escorial, 27-28 noviembre 1990, publicada en el libro de mismo título, Fundación Universal-Empresa, Madrid, 1991.

La Sociedad informatizada: Apuntes para una patología de la técnica, Revista de ensayo Claves de Razón Práctica, 10 marzo 1991.

Los derechos humanos y la nueva frontera de la información, PC WEEK, 15 julio, 1991.

Tecnología de la información, innovación y complejidad, V Reunión Internacional sobre Estrategia Empresarial ante el Caos, Seminario Permanente "Empresa y Humanismo", Pamplona, 21 y 22 de Noviembre, 1991.

A cybernetic theory about computer interfaces and human factors within a framework of technological innovation, SISTEMICA, Dic. 1991.

El autor
Febrero, 1991