



Academia de Ciencias Matemáticas,
Físico-Químicas y Naturales de Granada

LA INFORMÁTICA COMO CIENCIA

DISCURSO LEÍDO EN EL ACTO DE SU RECEPCIÓN
COMO ACADÉMICO CORRESPONDIENTE POR EL

ILMO. SR. D. ANTONIO RAMÓN VAQUERO SÁNCHEZ

GRANADA, 2017



**Academia de Ciencias Matemáticas,
Físico-Químicas y Naturales de Granada**

LA INFORMÁTICA COMO CIENCIA

DISCURSO LEÍDO EN EL ACTO DE SU RECEPCIÓN COMO ACADÉMICO

CORRESPONDIENTE POR EL

ILMO. SR. D. ANTONIO RAMÓN VAQUERO SÁNCHEZ

GRANADA, 2017

LA INFORMÁTICA COMO CIENCIA

© Autor:

Antonio Ramón Vaquero Sánchez

I.S.B.N.: 978-84-16929-36-8

Depósito Legal: GR- 314-2017

Edita e Imprime: Godel Impresiones Digitales SL

LA INFORMÁTICA COMO CIENCIA

LA INFORMÁTICA COMO CIENCIA

ANTONIO RAMÓN VAQUERO SÁNCHEZ

Excelentísimo Señor Presidente
Excelentísimos e Ilustrísimos Señoras y Señores Académicos
Señoras y Señores

Ante todo, quiero expresar mi profundo y sincero agradecimiento a la Academia de Ciencias Matemáticas, Físico-Químicas y Naturales de Granada, y en especial a su Sección de Físico-Químicas, por haber aceptado mi candidatura para ingresar como miembro académico correspondiente, lo que es para mí un gran honor. Quiero agradecer especialmente al Presidente de esta sección Excmo. Sr. D. Alberto Prieto Espinosa el haberme propuesto dar este paso y ofrecido su apoyo.

Inicio mi discurso con una perspectiva de las Academias en España, incluida ésta, naturalmente, con referencia a mi ingreso en ella. Sigo con un apartado de Física para justificar mi inclusión en la sección de Físico-Químicas y continúo con otros tres apartados, Informática, Lenguaje y Educación, en los que se ha desenvuelto fundamentalmente mi actividad como profesor e investigador, terminando con una conclusión.

1. LAS ACADEMIAS EN ESPAÑA

¿Qué hace aquí un informático? Bien, no soy el primero. Pero Alberto Prieto es electrónico, aunque sea digital, del área de conocimiento Arquitectura de Computadores, y la Electrónica es una parte de la Física, mientras yo soy del área de Lenguajes y Sistemas Informáticos, que no forma parte de la Física. Sin embargo, lo que yo reivindico es que las Academias de Ciencias incluyan a la Informática como una Ciencia más, puesto que la Informática es una Ciencia como otra cualquiera de las que la precedieron.

En efecto, la Informática es una Ciencia con un "corpus" propio de grandes dimensiones, con las características propias de cualquier otra de las Ciencias, con sus facetas teóricas y sus facetas experimentales. Lo veremos más precisamente a lo largo de esta disertación. Como en toda Ciencia, de ella nacen Ingenierías (por ejemplo, Ingeniería del "software") y aplicaciones (Informática Educativa, de Gestión, Médica, etc.). En los EEUU entró en la Universidad hace más de 50 años con el nombre de *Computer Science* y en

España se crearon las primeras facultades de Informática por un decreto de 1975.

En España hay cierta confusión debida a nuestros demonios interiores. Así, aquí mismo, Academia de Ciencias Matemáticas, Físico-Químicas y Naturales de Granada. Pero ¿es que las Matemáticas, la Física y la Química no son naturales? Sería más propio llamarla simplemente Academia de Ciencias Naturales, que incluye la Matemática y la Informática, naturalmente, o mejor simplemente de Ciencias. Menos adecuado todavía es el nombre Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Y mucho peor que a las Humanidades, las Letras en nuestro país para entendernos, las llamen los humanistas españoles Ciencias Humanas, como si las naturales fuesen inhumanas. De la palabra Letras se puede leer en el Diccionario de la Real Academia Española la siguiente acepción: “Conjunto de Ciencias Humanísticas (sic) por oposición a Ciencias exactas, físicas y naturales”. Una definición por exclusión. Esta definición cuadra bien con nuestras inveteradas instituciones: Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de Historia, de Ciencias Morales y Políticas, etc. Cuando se dice Ciencias Humanísticas, Ciencias Morales, Ciencias Jurídicas o Ciencias Políticas se cae en un evidente contrasentido entre el sustantivo y el adjetivo calificativo. Toda materia cultural aspira en nuestro país a que se la considere Ciencia, dado el prestigio de la auténtica Ciencia. Pero los científicos no debemos caer en esas contradicciones.

¿Qué son las humanidades hoy separadas de la ciencia y la tecnología? ¿Puede hoy una persona entender el mundo sin una mínima cultura científica y

tecnológica? Hay que integrar la cultura científica en la cultura global del individuo. Cultivemos integralmente al individuo. Dejemos de hablar de humanidades y ciencias como entidades separadas, sencillamente porque no lo son. La cultura informática (no la alfabetización, palabra que se ha difundido incorrectamente) es parte de la cultura científica, que a su vez es parte de la cultura integral del individuo.

No me voy a detener más en estas consideraciones, sino que voy a emplear el resto de mi exposición en justificar que la Informática es una parte importantísima de la Ciencia y un motor necesario para el progreso la misma, así como para el desarrollo de la cultura en general, intentando encuadrar mi participación en ella.

He clasificado lo que sigue en cuatro secciones, secuencialmente ordenadas así: La Física, la Informática, el Lenguaje y la Educación. No son materias separadas ni mucho menos, pero esta clasificación facilita mi tarea.

Tiene sentido aquí y ahora que empiece por la Física.

2. LA FÍSICA

Tendré que justificar de alguna manera mi ingreso en el puesto de académico correspondiente a la sección de Físico-Químicas, porque ¿qué he hecho yo en Física para merecerlo?

En primer lugar, empezaré diciendo que, cuando yo llegué a comprender ciertas leyes de la Física, caí deslumbrado. Eso se lo debo a D. Rafael Martínez Aguirre, excelente profesor, catedrático de Física del Instituto Padre Suárez de Granada, en donde yo estudié el curso preuniversitario. Entonces no había Física en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada y por ello me trasladé a Madrid en octubre de 1956 para estudiar la carrera que quería.

Recuerdo también de aquella época a D. Justo Mañas, otro granadino de la diáspora, catedrático de Física de la Facultad de Ciencias, a quien yo ayudaba a preparar prácticas de Física General cuando volvía de vacaciones a Granada, junto a los hijos de D. Rafael.

Cuando terminé la carrera comencé trabajando en la física del arco eléctrico, en el Instituto de la Soldadura del CSIC. Al mismo tiempo cursé, entre las asignaturas de doctorado, una con el nombre de Calculadoras Electrónicas. Se producía así el primer contacto que tuve con la Informática, cuando aún faltaban algunos años para que apareciese ese nombre.

Aquí he de hacer una confesión. Me dio miedo considerar que podría estar toda la vida trabajando en Física y jamás llegaría a producir algo equiparable a alguno de los principios de la Mecánica Cuántica, como por ejemplo el principio de incertidumbre de Heisenberg, que tan brillantemente nos había explicado D. Rafael Domínguez Ruiz-Aguirre. De manera que, cuando D. José Solé explicaba lo primero que yo oía de Informática, pensaba: Esto es lo mío. Primero porque ya se vislumbraba la transformación que la Informática iba a producir en todos los ámbitos y, por otra parte, porque me salían bien los

programas, lo que me daba tranquilidad o, si se prefiere, ya podía pensar que algo útil sería capaz de hacer en la vida. Así que pasé de la física del arco, en el grupo del profesor D. Felipe Calvo, a la Informática, en el grupo del profesor D. José García Santesmases.

La verdad es que queríamos demostrar la utilidad de las computadoras, calculadoras decíamos en aquellos tiempos, y lo mismo resolvíamos a los químicos problemas moleculares con la ecuación de Schrödinger que hacíamos la nómina de la Facultad de Ciencias a instancias de su decano, D. Enrique Gutiérrez Ríos, que antes lo había sido en Granada cuando yo cursaba preuniversitario.

La Física no me abandonó ni yo abandoné a la Física. De hecho, mi tesis doctoral fue dirigida por Émile Durand sobre resolución de la ecuación de Laplace con singularidades en dieléctricos, programando en FORTRAN grandes, para la época, 'ordinateurs'; el trabajo se encuadraba en lo que después se llamaría Física Computacional.

No me resisto a referir una anécdota, interesante científicamente, ocurrida durante mi estancia en el Institut de Calcul Numérique de la Faculté des Sciences de Toulouse. Una tarde me encuentro en un pasillo con el profesor Durand, director del Institut y decano de la Faculté, que venía un tanto sobresaltado y con ganas de comunicar la causa de su alteración al primer físico que se le cruzara en el camino. Yo tuve esa suerte. Él era uno de los contados sabios que tenían acceso al despacho de Fermat (1601-1665), que ejerció de notario en Toulouse. Me paró, me contó que venía de allí y me

explicó lo que había descubierto aquella tarde leyendo algún manuscrito de entre las enormes pilas de legajos aún no analizadas que ocupaban las estanterías. Se trataba del cálculo del camino óptico de un rayo de luz en un dioptrio. La cuestión estaba en que Fermat pasaba de un punto a otro próximo incrementando el camino mediante una fórmula. Esa fórmula, basada en la ley de la refracción, coincidía exactamente con la que se obtiene discretizando, por el conocido método de Runge-Kutta (alrededor de 1900), la ecuación diferencial correspondiente. Como es sabido, el cálculo diferencial se debe a Newton, que es posterior a Fermat. En esencia Fermat ya sabía calcular el camino óptico exactamente igual que hoy se hace, pero sin necesidad de pasar por las ecuaciones diferenciales. Naturalmente que era para estar alterado, completamente deslumbrado.

La consideración de que no es necesario pasar por ecuaciones diferenciales para calcular, con o sin computadoras, es generalizable. Todo lo que se puede calcular no necesita pasar por el continuo. El continuo, las derivadas, las integrales y toda la matemática basada en el continuo son una forma de pensar a la que nos hemos acostumbrado creyendo que es la única. Y no es verdad, como demostró Fermat. Cuando se quieren obtener soluciones, siempre hay que discretizar cualquier ecuación diferencial, incluso cuando hay soluciones analíticas para determinadas condiciones de contorno; en este caso también hay que discretizar la función solución. No sabemos llegar al algoritmo de cálculo numérico sin pasar antes por la ecuación diferencial correspondiente. Pero otra manera de pensar, de describir los fenómenos

naturales, es posible. De hecho, hay revistas como *Computational Methods and Function Theory* dedicadas a esas complicadas cuestiones.

Esas consideraciones enlazan perfectamente con la calculabilidad, que constituye el fundamento de la Informática ¿Qué es calculable?, ¿qué no es calculable ni lo será nunca?, ¿qué es indecidible?, ¿qué es algoritmo? Preguntas que venían haciéndose desde siempre son respondidas en los años 30 del siglo pasado por Alan Turing, fundamentalmente, y otros grandes matemáticos. Una máquina de Turing es una máquina y un programa a la vez. Los fundamentos de la Informática quedan establecidos. Sobre la naturaleza de la Informática nos extenderemos algo más en la siguiente sección.

Entonces uno piensa: Quería salir del jardín de la Física y me meto en el de la Informática ¿Qué vamos a hacer? Pues a seguir. Así es la vida.

Otra parte de la Informática unida a la Física son los circuitos digitales. La Teoría de la Conmutación (*Switching*) ha constituido en mi investigación un tema de atención continuada, llegando a producir una tesis doctoral "Circuitos secuenciales sintetizados exclusivamente con *flip flop's*" de Jordi Aguiló Llovet (Universidad Autónoma de Barcelona, 1977) y varias publicaciones en revistas internacionales de impacto.

Antes construimos tanto la parte física como el software de los sistemas de enseñanza que estábamos desarrollando, bajo la dirección de Solé, en el Instituto de Electricidad y Automática del CSIC, en colaboración con la UCM. Para la IBM-1620 desarrollamos un equipo auxiliar de presentación de

imágenes ópticas. El sistema fue presentado en 1964 funcionando perfectamente como uno de los primeros sistemas europeos de enseñanza asistida por computadora. Después construimos un equipo autónomo que hacía las mismas funciones y constituyó la tesis de Juan Manuel Sánchez Pérez (catedrático en la Universidad de Extremadura que falleció prematuramente en 2013 con poco más de 60 años). Esa línea de I+D dio lugar a presentaciones en congresos especializados de prestigio y publicaciones en revistas internacionales de impacto.

También haré alusiones a la Física en las dos siguientes secciones que tratan de la Informática y del Lenguaje, respectivamente. Así que la Física nos va a seguir acompañando a lo largo de esta exposición.

Como colofón de esta justificación diré que en 1983 estuve a punto de tomar posesión de una cátedra de Física General, primera cátedra en la Universidad de Granada a la que yo pude concursar. Creo que hice bien en no tomar posesión de la misma porque hubiese trastocado sensiblemente mi trayectoria universitaria. Pero, en fin, puedo argumentar que un tribunal validó mi capacidad de enseñar Física en la Universidad.

3. LA INFORMÁTICA

De acuerdo al profesor García Santesmases, *la Informática es la Ciencia que trata de sustituir a las personas por máquinas en tareas mentales*. O, lo que es equivalente, la ciencia del tratamiento de la información.

Las ciencias que fueron fuentes directas del nacimiento de la Informática son la Física y la Matemática. La primera constituye el soporte material en donde se asientan los conceptos de la Informática, que se fundamentan en la Matemática. No es de extrañar que se haya hablado mucho de la llamada "crisis de identidad de la Informática". ¿Es la Informática una Ciencia propia o es un conjunto de saberes, procedentes de otras Ciencias, mezclados hábilmente? ¿Puede decirse que los saberes fundamentales que constituyen el núcleo de la Informática pertenecen a otras disciplinas? Es claro que este conjunto de conocimientos ha sido desarrollado por los llamados "*computer scientists*" en lenguaje anglosajón, informáticos en el nuestro; es decir por científicos o ingenieros cuyo objetivo era hacer Informática. Y para ello era necesaria una base sólida traída de la Física y de la Matemática.

La verdad es que este tipo de preguntas se formulan cuando la disciplina implicada ya tiene una cierta madurez y, por tanto, no corre el riesgo de ser englobada por alguna otra de calibre más antigua, como la Matemática. ¿O sí? Está bien que se formulen esas cuestiones para depurar la naturaleza de cada una. Pero tienen difícil respuesta. O bien la respuesta es más simple: El saber es único.

Su importancia viene dada por la repercusión en nuestras vidas. La Informática ha llegado a ser ubicua y así será para siempre, como atestigua la presencia de sistemas informáticos en todos los ámbitos de nuestra sociedad: en la empresa, en el puesto de trabajo, en el hogar, en el automóvil y, sobre todo, en la calle. Con Internet y los dispositivos informáticos móviles la ubicuidad es absoluta. El llamado *cloud computing* (Informática en la nube - en Internet) posibilita

escenarios tales como que la oficina se pueda llevar en el bolsillo. Incluido el móvil, cada vez es más sofisticado lo que se está llamando *wearable computing* (indumentaria informática), con aplicaciones como la atención médica en tiempo real. Así llegamos a la sociedad de la información condicionando profundamente la vida de los ciudadanos y manifestándose hasta en el lenguaje, como veremos más adelante.

Precisamente por su ubicuidad, la Informática ha adquirido una imagen trivializada. Así se analiza en mi discurso “La Informática y su imagen” de apertura del curso 1993-94 en la Universidad Complutense de Madrid. Desde entonces esa imagen trivializada no ha hecho más que aumentar debido a las redes sociales. Vamos a procurar enfocar en lo que sigue su auténtica naturaleza.

3.1 La complejidad en Informática

El objetivo de la Informática es resolver problemas, de cualquier clase y en cualquier ámbito, con máquinas. Por tanto, se preocupa de investigar los problemas que pueden resolverse y los que no, bien porque estos nunca podrán ser resueltos o bien porque hoy no pueden serlo pero en el futuro quizá sí. Así se llega a alcanzar el concepto de algoritmo. Antes se habían creado muchísimos algoritmos: El de Euclides, el de la divisibilidad, etc. Algoritmos particulares. Pero se necesitaba abstraer la idea de algoritmo, independientemente de cualquier algoritmo particular y considerando las características comunes a todo algoritmo. El algoritmo general resuelve cualquier problema soluble

transformándose en el algoritmo particular preciso. El concepto de algoritmo se alcanza hacia 1936 y una forma concreta es la máquina universal de Turing.

Un problema es soluble cuando existe una máquina de Turing que calcula la función que resuelve el problema. Demostrar la existencia o inexistencia de una tal máquina es clasificar un problema en soluble o insoluble (para siempre). Si no se puede demostrar la inexistencia de esa máquina, el problema no se puede resolver hoy con los conocimientos de que disponemos, pero puede que algún día se pueda demostrar la existencia de tal máquina (problema resuelto) o la inexistencia (problema sin solución). Todo ello está regido por la propiedad calculabilidad, decidible o indecidible, del problema en cuestión.

Ahora bien, no basta que un problema sea soluble para ser calculable. Podemos conocer el algoritmo para resolverlo y, sin embargo, no poder calcularlo porque la complejidad del algoritmo aplicable sobrepase los límites máximos disponibles de tiempo y memoria.

Así pues, la Informática ha de estudiar la complejidad espacial y temporal de los algoritmos; es decir, intenta resolver problemas complejos hasta reducirlos a problemas tratables con computadoras. La complejidad algorítmica es parte fundamental de la Informática, en donde se define y cuantifica por vez primera ese importantísimo concepto en la Ciencia.

Hay problemas, como los denominados NP-completos, que son solubles pero intratables en la práctica porque el algoritmo aplicable presenta una complejidad exponencial. Cuando un problema importante cae en esa clase de

problemas es preciso encontrar, mediante reglas heurísticas, algoritmos con complejidad polinómica para clases reducidas de subproblemas del mismo. La solución en máquina de esos problemas tiene una enorme repercusión práctica, como vamos a ilustrar con los resultados de la tesis de José María Troya (1952-2016), tan prematuramente fallecido.

El contenido de la tesis surgió del tema de investigación sobre Máquinas para Enseñanza Asistida. Los sistemas que se habían desarrollado manejaban una gran cantidad de información, necesaria para las sesiones de enseñanza interactiva. En aquel tiempo tanta información tenía que ser almacenada en memoria secundaria, que en nuestro caso consistía en una cinta de cuadros fotodigitales. El tiempo de acceso a cada cuadro dependía de la distancia entre el cuadro de partida y el de llegada, de manera que había que ordenar los cuadros para que el tiempo total fuera mínimo, con objeto de que el alumno tuviese que esperar el menor tiempo posible entre su intervención y la respuesta del sistema. La estructura de los bloques de información relacionados entre sí es un grafo, pero la ordenación óptima de un grafo es un problema NP-completo. Había que ver entonces si, en particular para algunos casos, era reducible a tiempo polinómico y si nuestro caso, la Enseñanza Programada, entraba entre ellos. Troya encontró algoritmos en tiempo polinómico, basados en reglas heurísticas, apropiados a nuestro caso.

Dada la importancia que entonces tenía la memoria secundaria, bien de cinta o bien cíclica, este trabajo tuvo una gran repercusión, ya que la función de coste era fácilmente extensible a dos dimensiones. Ese mismo año se había

publicado un artículo [1] que presentaba los 10 problemas más importantes sin resolver del área: El primero de ellos ya estaba resuelto en la tesis de Troya, que dio lugar a publicaciones en revistas de impacto y presentado en los congresos más importantes, alguno por invitación.

Otra propiedad que ha de requerir el tratamiento de la información en muchas aplicaciones es la seguridad, lo que induce a algoritmos criptográficos complejos. Nosotros, con Carmen Fernández Chamizo al frente, estuvimos trabajando en autenticadores para mensajes interbancarios, dando lugar a algoritmos reductores que han sido muy usados. Los resultados fueron publicados en 1987 en la revista internacional más importante de la especialidad.

Cada vez son más complejos los problemas que necesitamos resolver. Lo que hoy es grande, mañana será pequeño, como lo atestigua la propia jerga informática. Así lo que fueron *Very Large Data Bases*, hoy son DB como siempre. Igualmente, hoy se habla de *Big Data*, en donde entran temas como *Large Graphs* o *Large Networks*. Lo que hoy es *very, large* o *big* será normal en pocos años.

3.2 Relaciones de la Informática con otras Ciencias

El carácter interdisciplinario es la característica esencial de muchos de los conocimientos que hoy afloran y de los problemas complejos que presenta el

¹ Wong, C. K. Minimizing expected head movement in one-dimensional and two-dimensional mass storage systems. *Computing Surveys*, 12 (1980), pp.167-178

panorama científico actual. Es una muestra de la universalidad del saber. ¿Qué papel le toca jugar a la Informática en este panorama?

La Informática influye en todas las ramas del saber, no sólo como herramienta imprescindible, sino como modelo de pensamiento, como método para abordar los problemas, que es mucho más importante.

Muchos conceptos de la Ciencia se tratan ahora de ver a la luz de la información, su transmisión y su manipulación, como es el caso de los procesos genéticos en Biología. Hay influencia clara hasta en la terminología. Así ‘chips’ de ADN. O bien ‘robots biológicos’, que son nanorobots hechos de material genético para producir modificaciones en tejidos vivos. También ‘copiar y pegar’ o ‘editar’ para manipular ADN en el laboratorio. Las aplicaciones de esta nueva manera de considerar la Biología están introduciendo procedimientos revolucionarios en Medicina.

A su vez la dinámica de los seres vivos induce a crear modelos informáticos, llamados sistemas bioinspirados, como los algoritmos genéticos en el campo de la Informática Evolutiva, ya mencionada por Alberto Prieto en su discurso de ingreso en esta Academia. También hay intentos de componer computadoras biológicas a partir de ciertas características procesadoras de información entre grupos de macromoléculas, que aún están en ciernes.

En cualquier caso se ven claras las relaciones entre la Biología y la Informática, así como la influencia de la una en la otra, pero también es clara la distinción entre ambas.

No hay excepción. Todas las Ciencias se esfuerzan por tener su contrapartida informática, lo que se podría llamar su reflejo en la computadora. Así surgen términos nuevos, como Física Artificial, término que no debe confundirse con Física Computacional. Tampoco con Física Cualitativa, aunque tiene que ver mucho más con ésta. Física Artificial es la visualización en pantalla de los fenómenos físicos, como los meteorológicos por ejemplo, que se basa en la simulación de procesos. La computadora suple así, de alguna manera, a la naturaleza. Con esa intención la máquina ya no sólo trata de suplir a las personas, bien en tareas mentales (Inteligencia Artificial) o bien sensoriales (Visión Artificial), sino también a la Naturaleza. Con ese objetivo de suplir a la naturaleza nacen conceptos nuevos, como Vida Artificial. Aparece el sugestivo mundo de la Realidad Virtual, que debería llamarse, consecuentemente, Realidad Artificial, pero que no se denominó así porque suena como un contrasentido. La llamada Realidad Aumentada es una faceta de la realidad artificial que permite percatarse mejor de determinados aspectos de la realidad.

Hemos visto que, como en el caso de la Biología, es fácil distinguir dónde está el límite entre la Informática y otra Ciencia. Más difícil es la distinción con la Psicología, aserto que podría parecer sorprendente. Analicémoslo.

Todas las disciplinas se hacen tanto para satisfacer nuestro afán de curiosidad como para aplicar el conocimiento adquirido en nuestro beneficio. La Informática también, pero tiene peculiaridades que obligan a que la persona sea tenida en cuenta de una forma directa y permanente a lo largo de las investigaciones y los desarrollos informáticos. Dentro de las Ciencias de lo Artificial, como contrapuesto a Ciencias Naturales, la Informática es una Ciencia

de lo más natural o, si se prefiere, de lo más humanista. En efecto trata de cómo podemos resolver problemas y de cómo podemos ser sustituidos por máquinas en ese esfuerzo mental. De aquí la fuerte conexión entre Psicología e Informática. ¿Qué es pensar? Pensar implica identificar un problema e intentar resolverlo ¿Cómo traspasar esa actividad a la máquina sin saber cómo trabaja la mente?

Cuando ciertos atributos naturales son traspasados, supuestamente, a la máquina, los atributos deben seguir poseyendo sus características propias. Así Inteligencia Artificial debe ser inteligencia humana en máquinas. Justamente la calificación de inteligente debe consistir en la indistinguibilidad (test de Turing) de comportamiento entre la máquina y la persona. La máquina debe responder como se supone que lo haría una persona inteligente ante la misma tarea.

Así pues, como muy bien decía Santesmases, la Informática intenta sustituir a las personas en tareas mentales. Las tareas mentales que se trata de trasladar a una máquina son las dirigidas a resolver problemas. La idea motriz es: Cuando se sabe cómo resolver un problema, este procedimiento puede ser traspasado a la computadora y, de esta manera, cuando haya que solucionarlo, el trabajo será realizado por la máquina. Las personas quedarán liberadas por las máquinas del trabajo rutinario y se verán abocadas a enfrentarse a problemas nuevos. La Informática se convierte, desde esta perspectiva, en un motor formidable de progreso. ¿Para qué hacer algo que pueda hacerlo una máquina? Independientemente de los problemas laborales que ello pueda suscitar, ¿no es indigno que a las personas se nos reduzca al papel de máquinas? Ya parodió esta

idea magistralmente el genial Charlot en Tiempos Modernos. Dedicuémonos a lo que aún las máquinas no pueden hacer.

La Inteligencia Artificial es una etapa en esa sustitución. No es posible, por tanto, separar Inteligencia Artificial de Informática, porque aquélla es sustancia de la misma naturaleza que ésta y parte de la misma. Pero tampoco es posible separar inteligencia de psicología, obviamente. Es ésa una estrecha relación entre ambas materias, ya que se trata de traspasar ese atributo humano, la inteligencia, a la máquina.

Una gran imbricación existe entre las Neurociencias, con gran repercusión en Psicología Cognitiva, y la Informática. Las Redes Neuronales Artificiales constituyen un campo de ataque de problemas específicos muy complejos, como el reconocimiento de formas, por ejemplo, con una velocidad enormemente mayor que con computadoras convencionales. Además se pueden resolver cierto tipo de problemas sin conocer el procedimiento exacto a seguir. En general el conexionismo es un camino esperanzador para el tratamiento en paralelo de la información, que se aprovecha de los hallazgos en las neurociencias para avanzar más rápidamente. A su vez éstas necesitan de la experimentación y de la simulación con computadora para avanzar adecuadamente. Ahora bien, el objetivo fundamental de las Neurociencias es relacionar la mente con la anatomía y el funcionamiento del cerebro. Es clara aquí también la distinción entre Informática y Neurociencias.

En la sustitución de la persona por la máquina se deben tratar de resolver problemas complejos, como ocurre en el trabajo de los profesionales en

diversos campos: médicos, economistas, arquitectos, etc. Muchas veces estos profesionales tratan problemas que no tienen una solución exacta y única. En ocasiones no son capaces de explicarse ellos mismos cómo han llegado a la solución dada. No es posible en estos casos traspasar a la máquina un método, como una ley matemática, que sustituya al experto en un campo, bien sea éste Cardiología, Urbanismo o Medio Ambiente. Hay que traspasar la forma de pensar que emplean esos expertos, cada uno en su campo, para que la computadora consiga resultados similares. Esto hace que se profundice en los procesos psicológicos que se desarrollan en la mente cuando se abordan los problemas en cada campo. Hemos de traspasar a la máquina no sólo el conocimiento de la materia propia del campo sino también la forma en que la mente manipula ese conocimiento para intentar dar soluciones adecuadas a los problemas planteados. Es preciso simular en máquina los procesos cognitivos y es preciso contrastar con la experiencia humana si el proceso simulado es realista o no. La simulación cognitiva suministra a la Psicología un método de investigación objetivo para avanzar en el conocimiento de la mente humana: cómo aprendemos, cómo razonamos, cómo decidimos, etc. Aquí la Psicología Cognitiva y la Informática han de ir íntimamente unidas para abrir brecha.

En la base del cerco a la mente está la representación del conocimiento. La representación del conocimiento mediante ontologías es un campo nuevo que está siendo investigado en todo el mundo. La semántica ontológica es el caballo de batalla para representar formalmente el razonamiento. En este campo hemos producido herramientas para desarrollar bases de datos orientadas a representar conocimiento, al tiempo que hemos contribuido a definir la

semántica de las relaciones ontológicas. Todo ello ha dado lugar, en los últimos 15 años, a presentaciones en congresos nacionales e internacionales prestigiosos y publicaciones en revistas internacionales de impacto.

En particular el conocimiento de los procesos mentales ha de ser considerado como un gran proyecto de investigación básica multidisciplinar y dotado de los recursos necesarios. Los problemas complejos requieren para enfrentarlos la visión coordinada de muchas ciencias, aparentemente distintas. Pero el saber es único, aunque para llegar a él lo dividamos en parcelas especializadas.

Analicemos ahora las relaciones entre Informática Fundamental e Informática Aplicada, que enmarcan la complejidad de la universalidad del saber. Como en otras Ciencias, en Informática no existe una separación clara entre lo fundamental y lo aplicado. Cuando se quieren resolver con computadora problemas de áreas específicas de aplicación, aparecen relaciones sutiles entre éstas y la Informática Fundamental. Se puede ver ésta como la Ciencia de las máquinas y métodos (hardware y software) para resolver cualquier tipo de problemas, pero sin especificar en principio cuáles sean estos. Ahora bien, por cada área de aplicación aparece una Informática Aplicada. Así Informática Médica (Aplicada a la Medicina), Informática Jurídica (Aplicada al Derecho), Informática Educativa (Aplicada a la Enseñanza), etc.

Las relaciones entre los métodos de solución de los problemas propios de las aplicaciones y la Informática fundamental son conceptualmente de la misma naturaleza que la inseparabilidad entre máquina y programa, tal y como ya señaló Alan Turing. La Informática Fundamental vendría a corresponder al

concepto de máquina universal de Turing, mientras que un problema particular quedaría resuelto por la máquina de Turing específica apropiada a la aplicación.

En la práctica, la complejidad de los problemas queda alejada de esa simplicidad conceptual, pero no de la naturaleza y de la estructura de las relaciones entre lo universal y lo particular. En definitiva, esto quiere decir que no es posible avanzar en un área de la Informática Aplicada sin un conocimiento en profundidad tanto de la materia propia de la aplicación como de Informática fundamental.

Cada campo particular de aplicación de la Informática es, de por sí, un campo de investigación fundamental. El calificativo de aplicada es, pues, relativo al campo desde el que se mira y no debe ser nunca considerado peyorativamente. De hecho, la investigación en Informática Aplicada suele llevar por caminos en los que, para seguir avanzando, es preciso resolver antes problemas nuevos en Informática Fundamental. Estos son los problemas que relacionan la Informática con la aplicación y van definiendo la frontera entre ambas. El trabajo en la frontera se convierte así en una estimulante fuente de investigación, tanto en Informática como en la materia de la aplicación.

Quizá no hay una Ciencia que requiera de otras tanto como la Informática, particularmente de la Matemática y de la Física. Pero también de muchas otras, como hemos visto. Y viceversa: Se puede decir que hoy no existe ningún saber que no dependa de la Informática para avanzar.

4. EL LENGUAJE

Otra materia en la que confluyen intereses de la Informática y la Psicología es el lenguaje. El gran pilar de todo conocimiento es el lenguaje.

Los lenguajes de programación, con los que se construyen los programas que hacen trabajar a las computadoras, son los lenguajes más sencillos. Son lenguajes formales, expresables y analizables mediante Lógica formal. Los lenguajes formales constituyen la parte más simple del lenguaje natural.

El lenguaje natural es el medio con el que se expresan las ideas. La Informática se interesó pronto, ingenuamente, por la traducción entre lenguas. Pero el lenguaje es el invento más complejo de la sociedad humana. Desde el trascendental trabajo de Chomsky [²], la Lingüística es otro soporte fundamental de la Informática. La Informática se aprovechó inmediatamente de las teorías sintácticas de Chomsky para crear analizadores sintácticos, como piezas esenciales de los compiladores de lenguajes de programación. Es un ejemplo claro de sinergia entre Informática y Lingüística. Como también lo es la Psicolingüística y la Sociolingüística, que son materias nacidas para componer el cerco científico sobre el lenguaje.

A pesar de la complejidad del lenguaje natural, la Ingeniería Lingüística, o Lingüística Computacional, está dando resultados enormemente útiles, como por ejemplo los buscadores en Internet. Las llamadas industrias de la lengua son un campo lleno de posibilidades. El español debería atenderse adecuadamente

² Chomsky, N. (1968) Language and Mind, Harcourt, Brace & World, New York

en este sentido, como se alertó en el Curso de Verano “El español en la sociedad de la información” de la Universidad Complutense, 4-14 de agosto de 1998. Por cierto, el secretario del curso, José Carlos González, ha recibido el premio nacional de informática Mare Nostrum 2016 a la actividad empresarial privada como director de Singular, empresa de cientos de ingenieros dedicada a software sobre la lengua española, con sucursales en diversos países, incluido EEUU. Es una muestra de empresa pionera en desarrollo de software para el español. Que cunda el ejemplo.

La repercusión de la informática en el lenguaje es enorme y merece la pena analizar el fenómeno, particularmente en el español, como expuse en EEUU en 1999 [3].

La cantidad de términos nuevos que la informática viene incorporando es desmesurada. En todas las ediciones de la Escuela de Verano de Informática de la Asociación Española de Informática y Automática, desde la primera en 1979 hasta la última en 1998, se mantuvo esta preocupación. Mientras un profesor iba desarrollando su clase, yo iba escribiendo en una pizarra los términos dudosos que iban surgiendo para discutirlos posteriormente. Tanto en las primeras que dirigí yo como en las posteriores que dirigió Buenaventura Clares y en las últimas que dirigió Troya, esas discusiones fueron muy jugosas y estimulantes. En esa época las traducciones que se hacían al español de textos de informática en inglés eran infames, de forma que estuve asesorando a empresas líderes del sector, como Mc Graw Hill Book Co., y tutelando la

³ “An Analysis of Spanish in the Field of Information and Communication Technologies”, Vaquero, A. & Farwell, D. LASSO XXVIII. Linguistic Association of the Southwest. San Antonio, Texas, 1-3 octubre, 1999.

traducción de muchos centenares de libros que hacían decenas de profesores universitarios de informática repartidos por toda la geografía española. Para normalizar las traducciones no tuve más remedio que producir un libro de estilo y un diccionario. El libro de estilo fue adoptado por Microsoft para traducir sus estándares, sustituyendo al que hasta entonces había usado, y el diccionario fue adoptado por la Comisión Europea para sus traductores. Puede decirse que ese esfuerzo marcó un estilo en la forma de traducir de todas las empresas del sector, aumentando significativamente la calidad de la traducción. Fue una etapa que valió la pena por la repercusión social que tuvo, independientemente de que este tipo de esfuerzos no se tengan en cuenta adecuadamente en la valoración de los CV.

Con esta manera de traducir se trató de evitar la corrupción por la introducción de términos incorrectos y de asegurar la cohesión lingüística en la comunidad hispanohablante. Un ejemplo para ilustrar esos dos objetivos es el término *ordenador*, que en toda el área geográfica donde se habla español, excepto en España, se dice computador o computadora. Los propios creadores del término *ordinateur*, nacido en Francia hacia 1962, igual que la palabra *Informatique*, admitieron su desacierto en el encuentro 'Les jeunes, la technique et nous' celebrado en Estrasburgo en 1984. Se presentó la ocasión de analizar el papel de la terminología técnica en la enseñanza con medios informáticos. Yo aproveché la oportunidad para señalar, según mi criterio, aciertos (p.e. *Informatique*) y desaciertos (p.e. *Ordinateur*) en la creación de nuevos términos franceses. Pues bien, admitieron mis argumentos con respecto a '*ordinateur*'. La contestación, sintetizada por el profesor

Mercourof, fue “le mot n’est pas bon, mais nous n’avons pas trouvé d’autre meilleur”, muy aproximadamente, si no literalmente. Traducir todo va en contra de la norma elemental que dicta tomar préstamos solamente cuando no se encuentra una palabra propia adecuada. En España se adoptó rápidamente la palabra Informática, pero esa rapidez no se dio con la palabra ‘ordenador’. Prueba de ello es la traducción del libro “IFIP-ICC Vocabulary of Information Processing”, Ed. North Holland, 1966. Dicha traducción fue hecha por un grupo mixto de informáticos procedentes de la Universidad, del C.S.I.C. y de la industria informática, por lo que representa fielmente el estado de la Informática española en aquel tiempo. Pues bien, ‘*computer*’ se tradujo por ‘calculadora’, del inglés ‘*calculator*’. La palabra ‘ordenador’ aparece escrita por primera vez en el Diccionario-Glosario de Proceso de Datos Inglés-Español, IBM, 1972. La adopción del galicismo tiene un éxito fulgurante, directamente proporcional al crecimiento de usuarios de la Informática, influidos por los profesionales comerciales.

Siendo conscientes de la incorrección del término *ordenador*, ¿qué se debería hacer en aras de la cohesión lingüística? En España deberíamos dejar de usar *ordenador* y sustituirlo por *computador/a*. Sería hermoso no seguir ejerciendo el españolísimo ‘sostenella y no enmendalla’.

Este ejemplo ilustra el esfuerzo que entraña la confección de un diccionario, en particular de Informática.

La preocupación por los diccionarios llevó de forma natural a crear métodos de desarrollo de diccionarios informatizados, dando lugar a presentaciones en congresos especializados y a diversas publicaciones, alguna solicitada [4].

Creo que debo contar aquí un episodio que refleja la repercusión que tiene en la vida ordinaria el conocimiento, en este caso sobre el lenguaje, adquirido en la profesión. La relación entre pensamiento y lenguaje puede y debe ser analizada mediante la Lógica. El informático está acostumbrado 'a pensar con lógica'; es decir, a aplicar la Lógica formal a verificar la corrección de los programas. Pero también, entre otras aplicaciones, a descubrir el sentido de lo que se dice. ¿Tiene sentido lo que se dice? Conviene analizar las frases chocantes para sacar su sentido, si es que lo tienen, o para probar que no lo tienen. Un ejemplo de esta idea es la génesis de la paradoja de Dios.

Dios no es objeto de la ciencia. Se yerra cuando se trata de probar la existencia de Dios, como Santo Tomás a través de las cinco vías, u otros intentos posteriores. También se yerra cuando se intenta justificar la inexistencia de Dios, como hace Hawking en su libro *The Grand Design*, por no ser necesario Dios para explicar el universo.

Desde luego la existencia de Dios es indemostrable, así como su inexistencia. Pero con respecto a Dios hay expresiones irrazonables. En esos casos las frases deben ser analizadas con la lógica para ver si tienen o no sentido. Por ejemplo, en el Credo católico se dice: " Jesucristo..., hijo único de Dios, engendrado, no

⁴ "Representing computational dictionaries in relational databases" en Dictionaries. An International Encyclopedia of Lexicography. Supplementary volume: Recent Developments with Focus on Electronic and Computational Lexicography (HSK 5.4). Ed. De Gruyter Mouton, 2013.

creado, de la misma naturaleza que el Padre,....”. La idea monoteísta de un Dios creador, incluida la Trinidad católica, pasa por la clave de que Dios no se ha creado a sí mismo. Esa creencia es parte de la fe religiosa, pero una frase tan chocante debe ser analizada con la herramienta de la lógica. La verdad es que la frase suena como un sinsentido. Rondan por la cabeza las paradojas sabidas, en particular la celeberrima paradoja de Russell, con ejemplares como la paradoja del barbero. Otro ejemplar de paradoja de Russell es la paradoja de Dios [5]: “Dios ha creado todos los seres que no se han creado a sí mismos”. Pregunta: ¿Dios se ha creado a sí mismo? Puede demostrarse que las dos respuestas posibles son falsas. Es muy curioso que la paradoja de Dios no se haya formulado antes. Releyendo la famosa discusión entre Russell y el padre Copleston, S.J. sobre la existencia de Dios, retransmitida por la BBC en 1948, uno se asombra de que no se le ocurriera entonces al propio Russell.

La conclusión con respecto a la creación del Universo es clara: Menos Teología y más Ciencia. Lo dice el mismo Hawking: “La filosofía ha muerto”. Totalmente de acuerdo, ya que la filosofía es o bien ciencia o bien conjeturas no verificables. Pero él se contradice porque su argumentación es pura filosofía, no es ciencia en absoluto. Así pues, zapatero a tus zapatos.

⁵ Vaquero, A. “Una paradoja divina”. NOVÁTICA, nº 199, pp. 73-75, mayo-junio 2009

5. LA EDUCACIÓN

La principal asignatura pendiente que tiene nuestra democracia es la educación. Y el primer problema a resolver, sin duda, es el bajísimo nivel del dominio de la lengua que poseen nuestros escolares.

Cada partido político clama por su modelo educativo para mejorar tan lamentable situación. Falso debate. La educación no universitaria ha de ser igual para todos, libre y gratuita, como pasa en países como Alemania. Así lo enfocó en España la Institución Libre de Enseñanza hace ya más de ochenta años. Seguimos sin querer enterarnos.

Nuestra sociedad se interesa poco por la cultura y no presiona a los poderes públicos en este sentido, como se manifiesta por los índices de temas preocupantes, entre los que aparece en primer lugar el paro, pero nunca la educación. Sin embargo, el paro es consecuencia de una deficiente educación. No hay inversión más rentable que la educación.

Si la sociedad inconsciente no presiona, ¿qué podemos hacer los profesionales concienciados? Por una parte, los científicos debemos invertir tiempo en divulgar los avances de impacto en los medios y expresar nuestras opiniones sobre los temas que preocupan, como la educación o el lenguaje. No es tiempo perdido, aunque hay que tener paciencia. Por otra parte, sabemos de la importancia de las asociaciones científicas. El asociacionismo es importante para facilitar las actividades profesionales y también como tanque de pensamiento independiente. Los poderes públicos no quieren a los expertos

más que si estos están de acuerdo con las decisiones que piensan adoptar. Por ello la vertebración de la sociedad civil española pasa por tener buenas asociaciones profesionales, particularmente en todas las facetas de la educación. Era necesaria la creación de una asociación en informática educativa y por ello nació ADIE (Asociación para el Desarrollo de la Informática Educativa) en 1988, de la que fui su primer presidente. Sigue siendo la única asociación de informática educativa en el mundo hispanohablante y mantiene una actividad científica encomiable con gran repercusión a través de sus congresos y su revista.

A continuación, vamos a tratar someramente de lo que la Informática puede aportar a la Educación, con alguna propuesta sensata para tratar de aliviar la situación a la que hemos llegado.

1.1. La Informática Educativa

¿Cómo puede ayudar la informática a mejorar la educación?

Dentro de esta perspectiva, un campo que relaciona estrechamente la Informática con la Psicología es la Educación tanto por lo que se refiere a la enseñanza como al aprendizaje.

El informático no puede determinar las estrategias adecuadas para alcanzar los objetivos pedagógicos. Se necesita asistencia psicopedagógica. El aprendizaje es un campo complejísimo, en el que han de intervenir los expertos en la materia a enseñar, obviamente, junto a los psicólogos y los informáticos para producir

sesiones de enseñanza productivas mediante sistemas informáticos. Así se tendrán que ir estudiando las características del aprendizaje humano.

El reflejo del aprendizaje humano en la Informática es que las máquinas también aprenden, lo que se llama *Machine Learning*. Aquí también es distinguible claramente Psicopedagogía de Informática Educativa, aplicación de la Informática para que las personas aprendan. Notemos de paso la diferencia entre Informática Fundamental, máquinas que aprenden (*Machine Learning*), y Aplicada (Informática Educativa).

Aún antes de las computadoras ya empezaron a utilizarse máquinas para ayudar a profesores y alumnos en la enseñanza y el aprendizaje. Como todo, la informática se puede usar bien o mal, pero es incuestionable que hay que experimentar en este campo para mejorar continuamente la educación.

Un ejemplo de sistema de enseñanza basado en computadora es el comentado en la sección 2 por su órgano auxiliar. El sistema de programación del mismo era lingüísticamente transparente, independiente de la lengua del usuario, pero el contenido de las unidades educativas (proyectado en una pantalla) estaba redactado en español y la estrategia de comunicación (sistema de respuestas de elección múltiple) se establecía en función de los usuarios (españoles e iberoamericanos). Desde 1965 a 1970 este sistema fue usado para enseñar diversas materias (Estructura de Computadoras y lecciones de Programación) en los cursos internacionales de Automática, impartidos en la Universidad Complutense en colaboración con el C.S.I.C. y patrocinados por la UNESCO y la OEA. El sistema, un ejemplo primerizo de

informática en español, tuvo una gran aceptación. El éxito se debió, sin duda, a contar desde el principio con las circunstancias y necesidades de los usuarios, así como a fijar claramente los objetivos pedagógicos.

Alertamos de una importantísima condición necesaria para aumentar la calidad de la enseñanza. Es preciso motivar a los profesores y ayudarles a reciclarse. Reclamamos a los poderes públicos inversiones apropiadas para lograrlo, pues de la calidad y empeño de los profesores depende la calidad de la educación. No basta con dotar el aula de pizarras digitales, dispositivos informáticos y acceso a Internet, como han prometido todos nuestros gobiernos. Ninguno se ha preocupado por ayudar al profesorado a mejorarse proporcionándole los recursos adecuados.

Es importante incentivar e involucrar a los profesores facilitándoles la tarea de preparar sesiones de enseñanza para sus alumnos. En esta línea culminamos en 1986 el desarrollo del SIETE (Sistema Informático en Español de Temas de Enseñanza), primer sistema de autor para crear software educativo en español por profesores sin conocimientos de programación, dando lugar a presentaciones en congresos internacionales, publicaciones en revistas especializadas y a la tesis de Luis Hernández Yáñez. El sistema ha sido ampliamente usado para producir software educativo en los niveles de enseñanza secundaria y universitaria.

Es de interés hacer notar que muchos productos de software, en principio hechos con otros objetivos distintos a los pedagógicos, tienen o pueden tener,

su aplicación educativa. Por ejemplo, los editores de texto para aprender a escribir, los videojuegos para desarrollar ciertas habilidades, etc.

Por supuesto la educación no es sólo aprender temas y más temas, o desarrollar habilidades, sino sobre todo aprender a razonar. La representación del conocimiento mediante ontologías, que se trató en el apartado de informática, se está aplicando para estructurar el discurso y analizar proposiciones aprendiendo a razonar. En este camino se presentó la tesis doctoral de Francisco Álvarez Montero en 2009, dando lugar a presentaciones en congresos internacionales especializados y publicaciones en revistas de impacto.

6. CONCLUSIÓN

Aprender a razonar, alcanzar conocimiento, aprender a vivir, aprender.

Acabo transmitiendo los principios que aconsejaron seguir los grandes maestros.

'A good life is one inspired by love and guided by knowledge' (Bertrand Russell). En esencia, es el mismo mensaje que *'Amar para aprender y aprender para amar'* (Benigno Vaquero). Me han iluminado y seguirán iluminándonos.

He dicho

Antonio Ramón Vaquero Sánchez

CONTESTACIÓN DEL EXCMO. SR. D. ALBERTO PRIETO ESPINOSA

Excelentísimo Sr. Presidente,
Excelentísimos e Ilustrísimos miembros de la Academia
Señoras y Señores:

Permítanme que comience esta breve intervención expresando mi satisfacción y profundo agradecimiento hacia la Junta de Gobierno de esta Academia por el privilegio y honor que me concede al contestar, en su nombre, en este acto de ingreso como nuevo Académico Correspondiente, al discurso pronunciado por el Profesor Antonio Vaquero Sánchez, así como destacar los aspectos más sobresalientes de su Currículum Vitae y de su labor investigadora.

Este privilegio se puede calificar de grato y de fácil. Grato, por la prolongada relación que he mantenido con el nuevo académico, en diferentes contextos y situaciones desde que fue profesor mío en el año 1968 en la Universidad Complutense de Madrid, y fácil por los excepcionales méritos académicos y científicos que concurren en el Profesor Vaquero, que sin duda fue uno de los principales pioneros en la introducción de la informática en las universidades españolas en sus facetas de docencia e investigación, como argumentaré a continuación.

Como acabo de indicar conocí a Antonio Vaquero siendo alumno suyo en los estudios de Físicas de la Complutense en una época, en la que como ha mencionado en su discurso, todavía no se había acuñado el término informática. La asignatura se impartía en una nueva especialidad denominada Electromagnetismo y Electrónica, promovida por el Prof. García Santesmases. La materia se denominaba Calculadoras e incluía conceptos fundamentales de informática entre los que se encontraba la programación en lenguaje máquina de un computador IBM 1620. Cito este computador por la curiosa historia de su origen. En efecto, en la década de los 1950 se firmó el “Pacto de Madrid”, por el que los EE.UU. instalaron una serie de bases militares en territorio español, a cambio de una ayuda económica. El Pacto contenía tres acuerdos bilaterales de: defensa mutua, cooperación económica y asistencia técnica (1953-1963). Como consecuencia de este pacto, además de la donación de queso amarillo y de leche en polvo (que bien recordamos los más mayores), alrededor de 1964 se ubicaron varios IBM 1620 (cada uno con un costo superior a 200.000 \$) en distintos centros universitarios o de investigación

como el Instituto de Electricidad y Automática (1961), la Escuela de Ingenieros Industriales de Madrid, la Escuela de Ingenieros Industriales de San Sebastián, la Escuela de Organización Industrial de Madrid (1964), etc. Precisamente con uno de estos primeros computadores introducidos en España, el del Instituto de Electricidad y Automática, del que era Director el Prof. Santesmases, es con el que hacíamos prácticas dirigidos y tutelados por Antonio Vaquero.

El discurso de Antonio Vaquero concluye con una frase de D. Benigno: ‘Amar para aprender y aprender para amar’; personaje que sin duda le ha marcado toda su vida. Estoy convencido de que su constante preocupación por el lenguaje y la educación procede de su formación en la escuela de D. Benigno.

Pero, ¿quién era Don Benigno? Don Benigno Vaquero Cid fue un maestro de la Institución Libre de Enseñanza, natural de Pinos Puente, que por sus irrenunciables ideales de libertad, independencia y socialismo humanista, las autoridades de la dictadura le retiraron el título de maestro. Al hacerlo crea un Centro de Enseñanza que denomina Luis Vives, primero en Granada, en el número 14 de la calle Gracia, y después en Pinos Puente. Este Centro estuvo funcionando desde el 1 de julio de 1939 al 15 de septiembre de 1978, fecha en que se jubiló. D. Benigno logró resistir al Tribunal de Responsabilidades Políticas (1940) y al Tribunal de Represión de la Masonería y el Comunismo (1945).

Su curiosidad intelectual no tuvo límites, así como su dominio de la cultura. Mantuvo relación con personalidades variadas de la vida intelectual española,

como Gregorio Marañón, Pío Baroja, o Antonio Buero Vallejo, siendo uno de sus máximos valedores, como alumno suyo que fue, José Martín Recuerda.

Todos sus alumnos quedaron marcados por sus valores de tolerancia, libertad, independencia y defensa de los más desfavorecidos, y siguen agradeciendo sus desvelos y su ejemplo de integridad y bondad.

En 1978 fue restituido como maestro Nacional y un año después (1979) le fue concedida la Cruz de Alfonso X el Sabio, reconociéndole lo mucho que la sociedad le debía y tratando de restituir lo que la política de la posguerra había hurtado a este verdadero maestro, en el más amplio y rotundo sentido de la palabra. Las frases de D. Benigno, con las que Antonio Vaquero concluye su discurso, se encontraban en el testamento que dejó escrito con tiza en la pizarra de su Centro de Enseñanza de Pinos Puente el día de su jubilación. Allí había también otras expresiones muy hermosas como la que dice: “La bondad y la sabiduría son los supremos valores humanos”.

He iniciado la contestación y comentarios al discurso de Antonio Vaquero por su final, porque precisamente gracias a la influencia de D. Benigno en su hermano, es decir, en el padre de Antonio, éste pudo ir a estudiar Ciencias Físicas en la Universidad Complutense de Madrid, donde se licenció en 1961. Posteriormente se Diplomó en Matemáticas Aplicadas en la Universidad de Toulouse (1965), se doctoró en Ciencias Físicas (1967) y se licenció en Informática (1976).

Su actividad docente la inició como Profesor Ayudante en 1961 en la Facultad de Ciencias Físicas de la Complutense. Corroborando lo indicado en su brillante discurso, diré que sus inicios lo fueron en ámbitos tradicionales de la física, así sus nombramientos de ayudante fueron en Termología, en Física General y en Física Teórica y Experimental, aunque posteriormente fueron derivando a asignaturas como Diseño Lógico, Programación Concurrente o Ingeniería del Software. En sus primeros años simultaneó la tarea de profesor con la de Colaborador Científico (1965) y posteriormente (1971) de Investigador Científico del CSIC (excedente voluntario en 1974).

En 1974 obtuvo una plaza de Profesor Agregado de Electrónica (Informática) en la Universidad Autónoma de Barcelona donde fue Director del Departamento de Informática (1974-76) y Director del Centro de Cálculo de dicha Universidad (1974-76). En esta etapa, además de su notable contribución científica en el campo del diseño de sistemas de conmutación secuenciales, es de destacar el haber promovido y organizado, en el seno de la Facultad de Ciencias, una Sección de Informática impartándose una de las primeras titulaciones universitarias de España en este ámbito. Deseo hacer notar que en aquellos años en nuestro país no se tenía conciencia de la relevancia que tenía, y menos que llegaría a tener, la ciencia y tecnología de computadores, y en la comunidad universitaria se discutía si sus contenidos tenían entidad suficiente como para conformar una titulación Universitaria. Antonio Vaquero en muy distintos foros hizo que muchas personas comprendiesen el auténtico significado y revolución que implicaba la llegada de la Informática con argumentos similares a los que tan brillantemente ha expuesto en su

magnífica conferencia. Muchas personas opinaban que los ordenadores eran mero equipamiento de oficina para ayuda en tareas administrativas poniéndolo al nivel de las máquinas de escribir o de las fotocopiadoras del momento. En este sentido, recuerdo que siendo yo Director del Centro de Cálculo de nuestra Universidad en el año 1972, al recibir uno de nuestros catedráticos la invitación para matricularse en un curso de programación FORTRAN que iba a impartir, me llamó muy atento por teléfono y me dijo que le parecía un curso interesantísimo y que debido a ello le había dado instrucciones al auxiliar administrativo de su departamento para que éste se matriculara.

Dos cursos después de su estancia en Barcelona (1976) Antonio Vaquero regresa a la Universidad Complutense como agregado de Física Industrial (Informática), siendo Vicedecano de la Facultad de Ciencias de 1977 a 1985, y ocupando en 1983 una cátedra de Lenguajes y Sistemas Informáticos. Cuando deja el Vicedecanato (1985) crea el Departamento de Informática y Automática, siendo su Director hasta 1992, año en que empieza a funcionar la hoy conocida como Facultad de Informática de la Universidad Complutense. Su dirección de este centro abarca desde sus inicios hasta el año 1998.

Antonio Vaquero ha sido consejero, consultor, evaluador o miembro de multitud de instituciones, comisiones o jurados de premios. Cabe destacar la dirección de las siguientes sociedades científicas:

- Asociación Española de Informática y Automática (A.E.I.A). 1993 -1997.
- Federación Española de Sociedades de Informática (FESI). 1985-1993.

- Asociación de Informática Educativa (ADIE). Desde su creación en 1989 hasta 2002.

Tampoco debo olvidar citar que durante numerosos años fue representante español en el Comité Técnico de Educación de la International Federation for Information Processing (IFIP), asociación creada por la UNESCO y reconocida por las Naciones Unidas, y en la Red Iberoamericana de Informática Educativa (RIBIE) desde su creación.

También fue Director del Instituto de Tecnologías del Conocimiento de la Universidad Complutense en el año 2007, hasta que en 2008 en que pasa a ser Profesor Emérito de dicha universidad.

En el año 2005 obtiene el Premio Nacional de Informática 'José García Santesmases', que es otorgado por la Sociedad Científica de Informática de España (SCIE) que agrupa a las ocho asociaciones españolas más relevantes en el ámbito de la investigación y docencia universitaria en informática.

También es de destacar que en el 2012 la Asociación de Informática Educativa crea, en su honor, un Premio anual que lleva su nombre: 'Premio Antonio Vaquero de Informática Educativa'.

Sin duda una de las actividades más fructíferas de Antonio Vaquero, y que agradecemos multitud de profesores, fue la organización de las "Escuela de Verano de Informática", que se iniciaron en 1979, y de las que fue Director durante las 14 primeras, y a las que se ha referido varias veces en su discurso. En efecto, cuando se inicia la impartición de asignaturas, especialidades e

incluso titulaciones de Informática en distintas universidades españolas, la mayoría de profesores éramos autodidactas, ya que procedíamos de titulaciones como físicas, matemáticas, ingeniería de telecomunicaciones o ingeniero industrial. La idea de las Escuelas de Verano consistía en reunirnos durante dos semanas en el mes de julio en un colegio mayor o residencia, frecuentemente con nuestras familias, y en ellas se explicaban de forma intensiva tres materias por especialistas. De esta manera nos formamos multitud de profesores en los aspectos más complejos y novedosos de la informática, y se crearon unos lazos de colaboración y compañerismo entre todos que contribuyeron sustancialmente a que los estudios universitarios de informática se impartiesen desde sus inicios con rigor y calidad. Sin duda, ello se lo debemos a Antonio Vaquero.

Antonio Vaquero además de su notable labor relacionada con la gestión universitaria, es un excelente científico y un universitario integral. Ha dirigido, como investigador principal, múltiples proyectos de investigación y las tesis doctorales que ha dirigido han cubierto distintos campos cruciales en el desarrollo de la informática e innovadores en su momento, dando lugar a publicaciones en congresos y revistas especializadas es esos temas. En su discurso sólo ha hecho referencia a alguno de ellos, pero dan una idea cabal de su relevancia.

Muchas de sus aportaciones las ha presentado en la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales; así en su curriculum vitae se contabilizan siete participaciones como conferenciante en esa Academia (1977 a 1990).

También su magisterio y su proyección científica han llegado ampliamente a los países latinoamericanos, participando en numerosas conferencias, seminarios o cursos en Argentina, Chile, Méjico, Panamá y Perú, invitado por sus universidades respectivas.

Su labor divulgativa, fruto de sus conocimientos y capacidad de reflexión, ha sido y es encomiable, y va más allá de su especialidad y profesión. En este sentido es de destacar la frecuencia con que es invitado a participar en debates y conferencias en el Ateneo y en el Casino de Madrid y sus contribuciones con artículos de opinión en la prensa.

En mi opinión, el profesor Antonio Vaquero puede considerarse un hombre del renacimiento (o como coloquialmente a veces se dice un “catedrático de pata negra”), en el sentido de su amplia cultura y de su visión de los problemas y conceptos, que no circunscribe sólo a detalles concretos sino que sabe enmarcarlos y trascenderlos a contextos más amplios y generales. Como hemos podido apreciar en el discurso que acaba de regalarnos, en él no se verifica el viejo proverbio de que “los árboles no dejan ver el bosque”.

En efecto el discurso muestra la erudición del profesor Vaquero, ensamblando de forma armoniosa conceptos que comúnmente consideramos dispersos como son la física, la educación, el lenguaje, la filosofía, la lógica, la psicología, etc. o, en general, las ciencias y las humanidades.

En mi discurso de ingreso en esta academia, yo hacía algunas reflexiones sobre la coyunturalidad que existe en la demarcación de las distintas ramas de las

ciencias experimentales, y lo artificioso de ella. Antonio Vaquero va mucho más allá afirmando que debemos dejar de hablar de humanidades y ciencias como entidades separadas, sencillamente porque no lo son; ya que en la actualidad una persona no puede entender el mundo sin una mínima cultura científica y tecnológica.

Después de su preámbulo el Prof. Vaquero nos muestra su pasión por la Física, indicando la gran consideración que tiene hacia ella, y como llegó a obtener en 1983 una cátedra de Física General en nuestra Universidad a la que no llegó a tomar posesión. En todo su discurso subyace su condición de físico, mostrándose una vez más la amplitud de miras que ofrece esta titulación.

Después entra en el núcleo de su discurso que se centra en reflexiones sobre la Informática, el Lenguaje y la Educación, ámbitos en los que se ha desenvuelto fundamentalmente su actividad como profesor e investigador.

Creo muy acertada la definición de Informática que Antonio Vaquero utiliza reiteradamente, y que se debe a Santesmases, según la cual la Informática es la “Ciencia que trata de sustituir a las personas por máquinas en tareas mentales”. Recuerdo que el Prof. Santesmases también nos la dio en el inicio de una conferencia que pronunció en nuestra Universidad en el año 1972. Quiero destacar que Santesmases tuvo visión de futuro, al no circunscribir en aquellos años la informática a sólo aplicaciones de cálculo científico o técnico. Hoy disponemos de pequeños computadores en nuestros bolsillos, los teléfonos inteligentes, que realizan tareas que hasta hace unas décadas considerábamos genuinamente mentales, como jugar al ajedrez u

otras muchas que incluimos dentro de los llamados sistemas inteligentes. En efecto una gran mayoría de tareas supera ampliamente el test indistinguibilidad de Turing, al que se ha referido Antonio Vaquero, ya que la máquina responde como se supone que lo haría una persona inteligente ante la misma tarea, o incluso mejor: no podríamos distinguir si la respuesta la da la máquina o una persona experta en el tema.

Maravilla la claridad y sencillez con que Antonio Vaquero expone la generalización del concepto de Algoritmo, desde la óptica de la Informática, y las nociones de Máquina de Turing y complejidad algorítmica. Una vez más se comprueba lo artificioso de separar distintos ámbitos de la Ciencia en compartimentos estancos, ya que sin lugar a duda al hacer Informática Teórica estamos haciendo Matemáticas.

Para mí el discurso de Antonio Vaquero es excepcional, y creo que dice de forma muy erudita conceptos originales fruto de la reflexión profunda de un auténtico intelectual. Todos sabemos que la Informática está influyendo en todas las ramas del saber, como herramienta imprescindible; pero él va más allá, haciéndonos ver con argumentos sólidos cómo la Informática influye de una forma mucho más relevante al ofrecer un nuevo modelo de pensamiento, como método para abordar los problemas.

Vaquero siempre ha tenido claro que el pilar de todo conocimiento es el lenguaje y que no hay inversión más rentable para un país que la educación. A estos dos conceptos dedica los últimos apartados de su discurso. Poco puedo añadir a lo que tan magistralmente dice El Prof. Vaquero, no quiero empañarlo

con mis palabras. Aunque son temas muy conocidos, expone sus ideas con un enfoque y formas originales, enfatizando y tratando de contagiar su preocupación sobre estos temas, cosa que creo logra plenamente.

Ilustrísimos miembros de la Academia, Señoras y Señores, me produce una gran satisfacción el ingreso en nuestra noble institución del Profesor Antonio Vaquero Sánchez, como Académico Correspondiente, y participar activamente en el mismo. Además de sus excepcionales cualidades tanto científicas y académicas como humanas, y que he tratado de poner de manifiesto, el ingreso en la Academia de esta relevante personalidad supone reforzar la apertura que en su día inició la academia, hacia un campo, hoy día de importancia trascendental, como es el de la Informática.

Ilustrísimo Profesor Antonio Vaquero, en nombre de la Academia y en el mío propio, le doy la bienvenida a la misma con mis más cordiales felicitaciones, a la par que le agradecemos su disposición a colaborar con las tareas propias de esta Institución, y le deseamos toda clase de venturas y felicidad tanto personales como familiares.

He dicho.

Alberto Prieto Espinosa

Editorial
Code

