

INTELIGENCIA ARTIFICIAL: ¿Podrán las máquinas dominar al hombre?

Fernando de Arriaga
Catedrático Emérito de la Universidad Politécnica, Madrid

1. Introducción

En primer lugar deseo agradecer la amable invitación que hace meses me dirigió de estar aquí hoy con todos Uds. y la amistosa presentación que ha hecho de mí el Hermano Mayor de la Hermandad, mi querido amigo D. Felipe Jurado. Son palabras que responden a su afecto que yo comparto, pero que por excesivas y calurosas no deben apartarnos de nuestro cometido de la sesión de hoy.

Ante todo deseo cumplir el objetivo asignado en un tono de divulgación perfectamente comprensible, pues me interesa que Uds. participen en la discusión final sobre el posible futuro al que nos encaminamos y que así se formen las oportunas conclusiones, que no tienen que ser las mismas para todos aunque todas sean muy racionales y coherentes.

Para ello quiero iniciar esta intervención con una presentación resumida de las principales características de la Inteligencia Artificial (I.A.), como parte integrante de la Informática, y sus etapas, para detenerme algo más en la Robótica con la que se encuentra muy relacionada. Seguidamente quiero describir someramente algunos de los proyectos de I.A. en los que he intervenido desde el punto de vista de los resultados obtenidos, no porque sean más importantes que otros muchos existentes en el mundo, sino porque al formar parte de mi trabajo y experiencia, puedo aportar muchos más detalles de su desarrollo y funcionamiento y contestar a las preguntas que puedan dirigirme.

A continuación quisiera centrarme en la situación más reciente de la I.A. caracterizada por los llamados sistemas multi-agentes y sus peculiaridades; creo que pueden brindarnos una visión de las posibilidades que hoy ofrece esta tecnología, completada con otra descripción de algunos de mis proyectos llevados a cabo. Entre ellos quiero destacar uno, muy querido por mí, dedicado a mostrar la posible creatividad de la máquina, en este caso en el campo de la creación musical. Con todo ello será posible hacer un análisis resumido de la situación actual y del futuro inmediato de la Inteligencia Artificial y Robótica para pasar a elaborar conjuntamente el abanico de conclusiones que alcancemos. Éste va a ser mi cometido.

2. La Informática y las tecnologías de la información

Dentro de las nuevas ciencias y tecnologías que han visto por primera vez la luz en el siglo

XX aparece con particular esplendor la Informática, estrechamente asociada con las llamadas tecnologías de la información y comunicaciones (T.I.C.).

La Informática es una ciencia/tecnología que constituye una verdadera 2ª Revolución Industrial, íntimamente relacionada con la Revolución Electrónica que perdura hasta nuestros días. Elementos integrantes de la Informática, sobradamente conocidos, son el ordenador o “hardware” y la programación o “software”. Conviene destacar algunas de las características que presenta la Informática para poder valorar su alcance y aplicaciones.

Entre ellas destacan su posibilidad creciente de almacenamiento de información, teniendo en cuenta el aumento progresivo de las capacidades de la memoria central y memorias auxiliares, y la velocidad de cálculo que aumenta continuamente a un ritmo espectacular como resultado de la mayor concentración de transistores en el “chip” o elemento básico del procesador. Conviene aclarar un mérito importante, y es que al tratar con información y su gestión, no se ocupa en realidad de los contenidos específicos de esa información por lo que puede usarse en relación con cualquier ciencia, tecnología e incluso arte que se ocupe de desarrollar su propia información o conocimiento.

Pero quisiera insistir algo más en un proceso particular que realiza y que puede pasar inadvertidamente y que podríamos llamar “algoritmización”. Consiste, en que para que el ordenador sea capaz de resolver un problema, es preciso comunicar a la máquina un procedimiento esquematizado de resolución del mismo mediante un programa adecuado, que es independiente de los datos del problema. Realmente lo que con eso se consigue es que, en adelante, el hombre no necesite ocuparse más de ese problema, pues basta facilitar al ordenador los datos concretos para que, son más, obtengamos inmediatamente la solución. La consecuencia última de este proceso es que podemos ir haciendo toda una gran colección de problemas ya resueltos o con posibilidades de solución por la máquina, y así quedar libres para analizar y estudiar otros problemas aun no resueltos. De esta manera la Informática potencia indirectamente el desarrollo del conocimiento al liberar al hombre de resolver problemas que han pasado a ser rutinarios. Ésta es una de las razones, no la única, por la que la Informática se ha convertido en una “metaherramienta” para cualquier ciencia o tecnología que pueda existir.

Alrededor de la Informática, y potenciándola, han surgido toda una multitud de desarrollos relativos a las tecnologías de la información permitiendo el proceso a distancia o “teleproceso”, el proceso de información concomitante con un proceso físico que se desarrolla en un tiempo posiblemente pequeño o proceso en “tiempo real”, y toda una gama de posibilidades de servicios al individuo desde la Administración Pública (“E-Government”), desde empresas o comercio electrónico (E-Commerce), o relacionados con el aprendizaje (E-Learning), sin descartar las posibilidades actuales de almacenar la información “en una nube” (“in the cloud”) lo cual permite que podamos recuperarla en cualquier lugar en el que tengamos acceso a Internet.

3. La Inteligencia Artificial como segunda Revolución Informática

Dentro de este desarrollo frenético y espectacular de la Informática tiene lugar la aparición de la Inteligencia Artificial que, como veremos por sus características y aplicaciones, va a constituir una segunda Revolución Informática.

No cabe duda que su origen puede retrotraerse a una reunión mantenida en 1956 en el Dartmouth College por unos cuantos investigadores del momento entre los que se encontraban Newell, Shaw, Simon y Mc Carthy que pasarán a ser los grandes iniciadores de esta disciplina. Fue precisamente Mc Carthy quien acuñó el término Inteligencia Artificial que se consiguió inmediatamente con bastante éxito. Sin embargo, el verdadero padre de la I.A. es, sin duda, Alan Turing, famoso ya en 1950 por su conferencia en la Royal Society of London titulada: “¿Pueden las máquinas pensar?”.

Si quisiéramos definir formalmente la I.A. podríamos decir que se ocupa de la computación simbólica, pero en nuestro caso es mejor acudir a una definición más intuitiva consistente en tratar de que el ordenador sea tan inteligente como el hombre en todas aquellas tareas en las que el hombre las realiza mejor. Esta definición presenta un inconveniente, y es que utiliza el término “inteligencia” del que los psicólogos no han dado aún una definición precisa, pero podemos conformarnos con la idea intuitiva que todos tenemos de ese término porque servirá al objetivo que nos ocupa. Aun salvando la dificultad anteriormente mencionada, el problema que se nos va a presentar es que las tareas en las que el hombre es más eficiente que la máquina son muy diversas y heterogéneas. Eso va a repercutir en que no va a ser posible elaborar una teoría unificada de la I.A. Sino que van a existir parcelas distintas y muy variadas, que permiten visualizar las diversas ramas de la I.A.

4. Ramas y etapas de la Inteligencia Artificial

El ordenador puede almacenar imágenes, manipularlas y reproducirlas, pero todo ello no alcanza a constituir o a imitar la facultad humana de la visión, capaz de “reconocer” imágenes incluso con rasgos o elementos parciales. De ahí que una rama importante de la I.A se ocupe de la llamada “visión artificial” que pone énfasis en el reconocimiento de imágenes, de huellas y otros elementos similares.

Algo parecido ocurre con el habla. Los humanos utilizamos un lenguaje natural, es decir, que se habla en este momento, y a pesar de las diferencias de pronunciación e incluso de ciertos errores gramaticales, somos capaces de entendernos, en general, unos a otros. Relacionado con este problema van a aparecer las ramas dedicadas a la comprensión del lenguaje natural, reconocimiento y generación del habla.

Desde otro punto de vista, la rama de la ingeniería del conocimiento se va a centrar en temas tan importantes como las posibles representaciones informáticas del conocimiento, métodos de razonamiento por ordenador, es decir, razonamiento automático, y gestión de ese conocimiento. Esta rama (con la colaboración de otras, por supuesto,) ha conducido a la producción de los llamados Sistemas Expertos o Sistemas Basados en el Conocimiento, que han supuesto una gran cantidad de aplicaciones concretas que van desde la toma de decisiones o ayuda a las mismas hasta la vigilancia inteligente y desarrollo de alarmas.

Otro campo de gran interés ha sido el desarrollo de controles inteligentes o “borrosos” en montones de instalaciones en las que, casi siempre, quedan ocultos, como en las actuales lavadoras, máquinas de fotos y sistemas industriales y de fabricación.

Una rama que merece atención especial para nosotros es la conocida como Aprendizaje de Máquina y se ocupa de desarrollar técnicas muy diversas para conseguir que el ordenador pueda aprender de su propia experiencia. Dentro de ella se han elaborado técnicas muy curiosas como las redes neuronales, el razonamiento por casos, el aprendizaje reforzado, el laboreo de datos y otras varias. Todas ellas contribuyen a que los programas informáticos elaborados puedan mejorar sus prestaciones de manera inimaginable.

Sin embargo, un aspecto en el que parece que el ordenador no ha hecho muchos progresos es el de la creatividad. Es cierto que en el tema de la pintura y dibujo, surgieron desarrollos importantes en la segunda mitad del pasado siglo y como consecuencia de los mismos, hasta se celebraron exposiciones brillantes de obras de arte pictóricas creadas por el ordenador, pero a partir de ese momento parece que se ha producido un “impasse” y que el tema ha entrado en una especie de vía muerta. Eso no es así y posteriormente presentaremos un proyecto que lo demuestra.

Aparte de las ramas diversas de la I.A. que han ido desarrollándose en paralelo a lo largo de estos años, conviene hablar de etapas en sentido cronológico que han marcado diferencias en la forma de abordar la solución de problemas. La primera etapa de desarrollo podría calificarse como I.A. monobloque, en el sentido de que el programa de software elaborado en las diversas aplicaciones constituye un todo integrado que no puede fraccionarse físicamente, a pesar de que está integrado, como en la Informática general, por diversos elementos parciales conocidos como módulos, funciones, etc. La mayor parte de los Sistemas Expertos elaborados en las décadas de los sesenta, setenta y ochenta pertenecen a esta etapa.

En cambio en la segunda etapa o Inteligencia Artificial Distribuida, el programa elaborado está descompuesto en elementos autónomos que incluso pueden ejecutarse en máquinas distintas. Nos ocuparemos más de ella y de sus aplicaciones cuando nos refiramos a los Sistemas Multi-agentes.

5. La Robótica

Una de las tecnologías muy relacionada con la I.A., que está llamada a importantes avances es la Robótica. Su etimología procede del término eslavo “robota” que significa trabajo, y el término parece proceder de Karel Capek (1920). En principio, y de acuerdo con esta etimología, se ocupa de construir máquinas que ejecutan una actividad humana. Pero esta definición se advierte que es imprecisa porque englobaría una serie de objetos que ya tienen una ubicación precisa en otras tecnologías, como el mismo ordenador, el Airbus380, los automóviles de nuevo cuño, etc. Dentro de una definición más restringida, que apartaría a estos objetos mencionados, podríamos encontrar a los manipuladores, los “drones”, robots antropomorfos, etc. Su característica fundamental es su autonomía aunque muchas personas las asocian a máquinas con aspecto antropomorfo.

El ruso Isaac Asimov ha popularizado, hacia la mitad del siglo XX, el desarrollo, la vida y milagros de los robots con una colección importante de libros sobre el tema. Puede que uno de los más conocidos en su tiempo fuese “Yo, robot”, publicado en 1950, en el que describe un mundo gobernado por máquinas. Asimov divulgó en su época las llamadas tres leyes de la Robótica, que han dado lugar a numerosas descripciones, modificaciones, defensa y crítica de las mismas, y que podrían sintetizarse en: 1) No herir al hombre; 2) Obedecerle; y 3) Autoprotegerse el robot.

El diseño de un Robot es una actividad multidisciplinar, porque requiere la concurrencia de diversas ciencias y tecnologías. Pasa por el diseño y construcción de un prototipo que depende en primer lugar de los fines del mismo, ya sea su utilización industrial, una actividad militar, un uso doméstico o de investigación. Al diseño le siguen pruebas muy diversas para comprobar su comportamiento en muy diversas circunstancias y que normalmente conducen a modificaciones y, puede que, a mejoras a la vista de los resultados obtenidos. En cualquier caso y en función de su finalidad, hay que prever las averías, reparaciones y mantenimiento en general, que puede condicionar e incluso frustrar su utilización. Para todo ello es necesario contar con una financiación que analizará las posibles ventajas e inconvenientes de su uso, bien sean de tipo económico, social, ecológico u operativo.

En el momento actual los robots operativos rebasan los 10 millones de unidades, utilizados prioritariamente como manipuladores de objetos en almacenes enormes o en la fabricación de automóviles con funcionalidades muy diversas como ensamblaje, soldadura, etc. Puede que en número le sigan los robots militares, entre los que destacan los aviones no tripulados y “drones”, de los que, por razones de seguridad, se conoce poco.

Un campo que se está desarrollando rápidamente y cuyo número se dispara, es el de los robots juguetes como los “drones” con cámara de visión, los “minidrones”, aviones, barcos, etc. Otro campo con grandes posibilidades es el de los robots domésticos, deportivos, sociales y de acompañamiento. Por último, no hay que olvidar a los robots o prototipos de investigación, que

sirven para resolver problemas importantes que afectan al desarrollo, funcionalidad y comportamiento de futuros robots. Como centros importantes de estas investigaciones se encuentran el Instituto Tecnológico de Massachussets, la Universidad Stanford y la Universidad Carnegie Mellon en E.E. U.U. En España es conocido el Laboratorio de la Universidad Carlos III dedicado a robots de tipo social.

Las actividades de los robots son hoy muy variadas: desde la conducción de vehículos, incluyendo aviones y barcos a vela, hasta patinar y serpentear, trepar en vertical. Un campo poco conocido lo constituyen las máquinas de guerra por pertenecer a temas de defensa sobre los que suele recaer un prudente silencio. Ya hemos hablado de las actividades de distribución y recogida de objetos, así como el montaje y soldadura frecuentes en el campo industrial. También en el campo de la educación y el juego hay que hacer notar que unos cuantos colegios, su número es creciente, han adoptado el uso de robots como acompañantes y motivadores de las tareas de aprendizaje de los alumnos. Por último hay que destacar la popularidad de las competiciones entre robots que tanto a nivel internacional se vienen produciendo anualmente.

En cuanto a los elementos constructivos del robot como son su aspecto, fuentes de alimentación, actuadores, locomoción, etc. hay que destacar que los más importantes con vistas a su desarrollo tienen una íntima relación con la I.A., como son: los sensores con los que cuenta y la interpretación de las señales que proporcionan, el control del propio robot y su interacción con el mundo exterior y con el hombre, y el software específico en el que se programen la ejecución de sus tareas, las emergencias posibles y su control. Esta estrecha relación con la I.A. indica que el futuro de la robótica está especialmente vinculado a los posibles avances de la I.A.

6. Algunos ejemplos de aplicación de la I.A.

Dejando ya aparte la robótica, es conveniente conocer algunos resultados de la aplicación de la I.A. a la solución de problemas reales para que pueda valorarse la ayuda que puede prestar a una multitud de situaciones del mundo en que vivimos.

EVAL fue un proyecto que construyó un sistema informático capaz de evaluar la amenaza tanto aérea como submarina o de superficie que podía experimentar una flota navegando en alta mar. Los datos de partida venían aportados por el sistema de radar, sonar, etc. que facilitaba la presencia y ubicación de los elementos de esas amenazas. El sistema conseguía asignar óptimamente los recursos disponibles de la flota en un tiempo menor de 20 segundos. En ese ciclo de tiempo, marcado por la rotación de las pantallas de radar que podían aportar nuevas amenazas en la siguiente rotación, no es posible realizar humanamente esa asignación ni contando con un numeroso grupo de expertos.

FURNACE fue otro proyecto de construcción de un sistema informático que controlaba

inteligentemente el funcionamiento de un horno de producción industrial. Se sabía que la calidad de la producción del horno variaba según el conocimiento y habilidad del responsable del horno. Contando previamente con la anuencia del responsable que conseguía una mayor calidad en la producción del horno, se obtuvo mediante entrevistas y pruebas psicológicas especialmente diseñadas, y se formalizó el conocimiento y experiencia de este responsable que después fue introducida en el sistema obteniéndose así la mejor calidad en todos los turnos de producción del horno.

SIGGRAPH fue otro sistema inteligente que a partir de fotos llamadas pares estereoscópicas de un terreno accidentado, obtenidas desde un avión, permitía representar tridimensionalmente ese terreno y sumergir al piloto en un simulador en el que contemplaba las imágenes que posteriormente en el vuelo real vería al sobrevolar ese terreno. De esa manera se conseguía un entrenamiento previo a la misión que tendría que realizar.

MINERVA ha sido un tutor inteligente que se conectaba con diversos cursos de enseñanza asistida por ordenador y seguía el aprendizaje del alumno aconsejándole, evaluándole y tratando de mejorar tanto su motivación como los resultados obtenidos en el curso.

7. La I.A. distribuida y los sistemas multi-agente

La posibilidad de ejecutar programas en paralelo, incluso en ordenadores distintos, dió origen a la llamada I.A. distribuida. De ella queremos destacar, por sus aplicaciones y resultados obtenidos, los sistemas multi-agente.

Para entender el funcionamiento de estos sistemas es preciso partir del concepto de *agente*. En términos generales, un agente es una *criatura de software*, es decir, es un programa que trata de imitar el comportamiento de un ser inteligente pareciéndose en bastantes aspectos al ser humano.

Para entender algo su funcionamiento y su papel conviene considerar las cualidades que presenta.

Ante todo es autónomo, es decir que funciona sin necesidad de ninguna ayuda aunque en algún caso o circunstancia puede recibir instrucciones si es necesario. Actúa movido por metas que le son impuestas o son seleccionadas por él o encargadas por otros agentes. Es inteligente en el sentido de Newell, de decir, que opera basado en el conocimiento. Aprende autónomamente de su experiencia, incluso de sus errores. Comprende el lenguaje natural hablado, puede ser el inglés o el español, o cualquier otro dependiendo del conocimiento que le haya sido incorporado. Planifica su actividad o la tarea a realizar con objeto de optimizar su actuación. Cooperar con otros agentes de diversas maneras incluso ejecutando cooperativamente una determinada tarea. Es capaz de comunicarse con otros agentes y con el usuario. Y por último, puede ser fácilmente “clonado”, es decir, repetido o multiplicado cuantas veces se necesite.

Para poder ostentar todas estas características ha recibido un cuidadoso diseño,

usualmente modular que, como ejemplo puede incluir: un módulo de estado o de conocimiento propio estructurado en creencias, deseos e intenciones que le han sido introducidas en su creación; implican un conocimiento del mundo exterior en la medida que lo necesita. Tiene un módulo para la comunicación y comprensión del lenguaje natural que practique, aunque también puede comunicarse mediante lenguajes informáticos. Dispone de un módulo para la planificación general de sus actividades y otro módulo de conocimiento específico en el que se almacena todo lo que debe saber para la ejecución de las tareas que se le asignan; este último módulo está dividido en tres niveles dependiendo de la rapidez con la que ha de utilizar ese conocimiento: reactivo, táctico y estratégico. Cuenta con un módulo que incluye técnicas de aprendizaje de máquina con las que consigue aprender de la experiencia; es un módulo importante porque puede permitirle evolucionar y aumentar su conocimiento de manera autónoma. Tiene otro módulo para establecer la cooperación con otros agentes, mediante diversas técnicas específicas. El módulo de control también ejerce una actividad fundamental para el propio control del agente y el funcionamiento de sus distintos módulos de manera ordenada. Y por último se comunica usualmente con el usuario mediante una interfaz inteligente que personaliza según las personas y condiciones.

Ahora cabe mencionar que el sistema multi-agente viene a ser un conjunto de agentes, operando en el mismo o distinto ordenador funcionando de forma coordinada para conseguir resolver el problema o realizar la tarea deseada entre todos ellos.

La actividad del agente dentro del sistema multi-agente influye como es lógico en la especialización e importancia de los módulos comentados, pues no todas las actividades requieren el mismo desarrollo de estos módulos.

Entre las actividades o funciones que los agentes realizan en un sistema multi-agente se encuentran las siguientes: agente encargado del control del sistema, que suele ser único, encargado de la supervisión de todo el proceso; “clona” y destruye agentes según la necesidad y centraliza la comunicación con el o los usuarios. Los agentes de interfaz se encargan de personificar la interfaz de cada usuario y presentar en ella la información pertinente según el problema a resolver. Los agentes de ejecución de sub-tareas reales en las que se divide la tarea a realizar disponen del conocimiento específico para ese trabajo. Además puede haber agentes de búsqueda y captura de información en Internet o en otras fuentes. Ya en el terreno educativo y pensando en sistemas multi-agente para el aprendizaje humano, cabe hablar de agentes cognitivos encargados de una porción del conocimiento a adquirir incluyendo la experiencia que sobre el mismo tiene un experto humano.

Igualmente puede haber otros agentes al cargo de la computación afectiva, es decir, de tratar de averiguar el estado afectivo del alumno y mejorarlo para hacer más efectivo el aprendizaje. Con todo esto se comprende que este tipo de sistemas está muy dotado para realizar una gran cantidad de tareas del mundo real y mejorarlas con su propia experiencia.

8. Algunos ejemplos de sistemas multi-agente

Entre la gran cantidad de sistemas multi-agente existentes hemos seleccionado algunos para poder dar una idea de los temas tan distintos que pueden abordar.

NEOCAMPUS es una factoría de agentes sin conocimiento específico, de acuerdo con la arquitectura de agente mencionada en el punto anterior. Esta factoría ha permitido construir rápidamente diversos sistemas con funcionalidad muy distinta entre los que destacan los siguientes.

CENTMED es un simulador inteligente de un Centro Médico que reproduce la operativa diaria o semanal del Centro, para el aprendizaje de la toma de decisiones que realiza la Dirección General o Departamentales del Centro. Puede funcionar con datos reales o simulados y permite analizar el resultado de implantar determinadas políticas.

FINANCE es un sistema inteligente de aprendizaje de la contabilidad y del análisis de empresas que permite a cada alumno seguir un camino independiente en el que los agentes pedagógicos van a tratar de optimizar ese aprendizaje.

EVALGEN es otro sistema inteligente capaz de generar evaluaciones muy diversas a partir de una base de conocimiento de problemas y cuestiones que han sido valorados paraméricamente. Permite generar evaluaciones distintas que responden a las mismas características de dificultad, conocimiento, experiencia, etc.

NOVICES es un sistema inteligente curioso porque consigue acelerar el paso de aprendices a expertos en una determinada materia a partir del conocimiento y experiencia de expertos humanos.

AFFECTION es una plataforma de computación afectiva que genera agentes con la capacidad de analizar el estado afectivo de alumnos y guiarles para una mejora de ese estado afectivo, si se necesita. La plataforma puede incorporar esta capacidad a otros sistemas multi-agentes.

MUSIC es un sistema multi-agente para la creación de música tradicional por ordenador. El sistema posee conocimientos de teoría de la música y composición. A partir de una colección inicial de notas, tan amplia como se quiera y elegida por el usuario o aleatoriamente por el ordenador, es capaz de elaborar una estructura musical básica de acordes con la longitud y complejidad que se requiera y sobre ella construir una colección de melodías que pueden ser interpretadas por diversos instrumentos de manera orquestal en forma de una obra o composición musical. Estas melodías y acompañamientos respectivos pueden seguir pautas diversas de tipo clásico, popular, regional, etc.

9. Presente y futuro de la I.A.

Con todo lo referido hasta este momento, si incluimos las posibilidades importantes de la computación afectiva, que supone una acción sobre los sentimientos humanos, y las posibilidades mayores de representar la realidad con la lógica borrosa, capaz de matizar las situaciones vitales con mayor sensibilidad, la situación actual de la I.A. es muy prometedora. Por otra parte, en el terreno educativo, las ayudas que puede aportar para mejorar el aprendizaje humano y transferir más rápidamente los aprendices a expertos son sumamente interesantes. Lo mismo cabría afirmar en el campo de la medicina y cirugía como ayuda al diagnóstico y a las operaciones quirúrgicas e incluso como colaboración con pacientes y acompañantes.

Además, la I.A. ha iniciado su actuación en campos nuevos de gran importancia en un futuro inmediato como en el mundo de los *big data*. Se trata de extraer información adecuada de bancos de datos ingentes como son los producidos por los medios de comunicación en relación con las actividades de los seres humanos. Otros campos muy interesantes que hay que enunciar, aunque sea sólo eso, son los de las *impresoras 3-D*, y el almacenamiento *in the cloud*, e *Internet para todo*. Como puede verse, el provenir aparece muy prometedor.

Si queremos atisbar el futuro, cabe afirmar que la llamada *ley de Moore*, que establece que cada diez años se multiplican por cien las operaciones que puede hacer un ordenador de 1000\$ (en el momento actual se realizan 10^{10} operaciones por segundo), parece ser que continuará aplicándose merced a las nanotecnologías. Puede por tanto esperarse que se puedan aumentar las facultades de una inteligencia artificial.

En ese sentido se ha especulado con la producción de la llamada 1ª singularidad, consistente en la producción de una máquina que por propia evolución alcanza la autoconsciencia. Es un tema en el que no podemos entrar. Todavía se ha hablado de una 2ª singularidad, consistente en que la máquina produzca otras más inteligentes que ella; incluso se ha pronosticado una fecha de su aparición, 2030 según Vernor Vinge.

10. Conclusiones

En realidad para entrar en la consideración del futuro sería necesario introducirnos además en el modelo tecno-económico y conceptual existente en nuestra sociedad para ver cómo sus elementos se ven afectados por las aportaciones de la I.A. Desde luego que aunque no podamos hacerlo en este momento, parece evidente la construcción de máquinas u ordenadores mucho más inteligentes que las actuales. Sin embargo, los verdaderos problemas que se plantean son vitales para el hombre. No es fácil responder a las preguntas en que se sintetizan esos problemas y que podrían muy bien ser:

- ¿Tomarán las decisiones esas máquinas en lugar del hombre?
- ¿Hasta dónde puede llegar esa inteligencia de la máquina?

-¿Alcanzarán realmente la autoconsciencia autónomamente?

-¿Cabe provocar la autoconsciencia inducida?

-¿Quiénes construirán esas máquinas? ¿La propia máquina?¿Dónde se ubicarán ?

-¿Qué hará el hombre? ¿Cual será su papel y su situación?

Todas estas preguntas trascienden de la propia ciencia y obligan a una profunda reflexión porque en realidad lo que está en juego puede ser la supervivencia del hombre, no tanto a causa de la máquina sino a causa de sus semejantes.

¡Muchas gracias!