

CONVIVIENDO UN SIGLO CON INTELIGENCIA ARTICIAL

Rafael Medina Carnicer
Académico Correspondiente

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

Inteligencia Artificial.
Ciencia de la Computación.

Se comentan los principales avances de la Inteligencia Artificial en el período 1920-2020, haciendo especial incidencia en ejemplos que muestran resultados del último lustro, se discute sobre cuál es el verdadero origen de la Inteligencia Artificial, que es muy anterior a 1920, y se concluye sugiriendo que puede ocurrir con esta Ciencia a lo largo del siglo XXI.

ABSTRACT

KEYWORDS

Artificial Intelligence.
Computer Science.

The main advances of Artificial Intelligence in the period 1920-2020 are commented, with special emphasis on examples that show results of the last five years, the true origin of Artificial Intelligence is discussed, which is much earlier than 1920, and concludes by suggesting what can happen with this Science throughout the 21st century.

Antes de comenzar con mi exposición quiero que conste mi agradecimiento a D. José Roldan Cañas, a D. Diego Medina Morales y a D. Manuel Pineda Priego, que en paz descansa, por avalar mi ingreso en esta Academia, y al resto del cuerpo académico por aceptar la propuesta.

He querido titular esta charla, correspondiente a mi ingreso como académico correspondiente de esta Real Academia, «Conviviendo un siglo con I.A.» porque aunque soy matemático en mi formación de origen, y aún sigo haciendo matemáticas cada día, no es menos cierto que los últimos treinta años de mi actividad investigadora y de docencia han estado íntimamente ligadas a su aplicación en Inteligencia Artificial.

Trataré, en el breve tiempo del que dispongo para esta charla, de hacer un recorrido breve pero significativo de lo que ha ocurrido en el último siglo con esto que ahora denominamos Inteligencia Artificial. Y para ello partiré de una conferencia previa que impartí sobre esta temática para explicar los avances que hemos obtenido en los últimos cien años para tratar de justificar en donde ubico yo el origen de la I.A., tratando de desmontar algunos tópicos sobre la misma que de tanto difundirlos parecen ser una dogma y no responden a la verdad, para pasar a tranquilizar a la población en general sobre los miedos, infundados a mi juicio, que se han generado para finalizar con mis intuiciones de la evolución de la I.A. que se producirá en el siglo XXI.

Comienzo pues, por el principio. En el año 2015 tuve la fortuna de poder impartir la conferencia inaugural de la Universidad de Córdoba correspondiente al curso 2015-16 que entonces titulé «1920-2015 un siglo de Visión por Computador». En la misma, al disponer de más tiempo del que hoy dispongo para esta charla comenté los principios matemáticos básicos de la Visión por Computador ubicando la misma como una especialidad de la Inteligencia Artificial. Un símil muy fácil de entender para el lector sería decir que la Visión por Computador es a la Inteligencia Artificial como la Oftalmología es a la Medicina, porque básicamente la misma trata de todos aquellos procesos que permitan que la decisión de un ser humano sobre lo que ve con sus ojos sea reproducible y mejorable por una máquina a la que se conecta una cámara. También comenté que necesitaría muchas horas para poder comentar con detalle todas las aplicaciones que a lo largo de un siglo se habían realizado, cuestión ésta que también se da en este caso, y que me limitaría por tanto a comentar algunas relevantes, incluyendo algunas realizadas en el Grupo de Investigación de la Universidad de Córdoba al que pertenezco, para intentar mostrar dónde estábamos en 1920 y dónde en 2015 para finalizar afirmando que mi intuición era que en el lustro que faltaba para completar el siglo veríamos cosas que hasta al que les hablaba le parecían sueños en aquel momento .

Bien, pues voy a empezar por el final porque parece lo más atractivo para el que me escucha, aunque no para mí. Me refiero a que ha pasado en ese último lustro que se completó en 2020. Y me voy a limitar, en función del tiempo del que dispongo, comentando solo dos aplicaciones desarrolladas en el Grupo de Investigación.

La primera de ellas se refiere a la posibilidad de limitar alguno de los efectos secundarios de la radioterapia. Les explico brevemente cuál es la problemática a la que me refiero. Cuando un paciente es diagnosticado de un tumor maligno, se hace habitualmente a través de un TAC. Esa imagen

del TAC permite delimitar con exactitud la localización del tumor y por tanto conocer cuáles son las coordenadas del mismo. Ello permite que la máquina que radia, que es diferente al que hizo el TAC, pueda radiar la zona exacta del tumor, sin pasarse para no dañar tejido sano ni quedarse corta tampoco, para lograr que el tumor desaparezca. Hay que añadir que las sesiones de radioterapia suelen ser varias en distintos días. Como quien me escucha puede haber adivinado ya, en este proceso es crucial que el paciente ocupe siempre «la misma posición en la camilla» que tuvo el día que se le hizo el diagnóstico del tumor. De no ser así resulta imposible hacer coincidir la zona a radiar con la zona en la que se planificó la misma mediante el TAC. Por supuesto que ya existe tecnología que resuelve este problema de una forma sencilla. Basta con que la máquina que radia sea capaz de hacer también un TAC, «casar» ese TAC con el de diagnóstico y reformular la zona a radiar para que sea la que corresponda. El problema es que las máquinas que hacen eso tiene un coste enorme que no parece permitir que las mismas puedan ser adquiridas para todos los hospitales de un sistema público de salud. Seguramente alguno de ustedes habrá leído algo en los últimos años de la polémica generada con la donación de D. Amancio Ortega a algunos hospitales de unas máquinas... Bien, esas son las máquinas de las que hablo...

Nuestra idea para abordar una solución distinta al problema fue muy distinta. En el concepto nos aislamos de máquinas, las que hace TAC y las que radian, y solo introdujimos una nueva variable en la sesión del TAC: que «alguien» grabe con un dispositivo móvil, teléfono móvil o Tablet, una foto de la posición del paciente en la camilla cuando se le hace el diagnóstico del tumor con el TAC. De esa manera nosotros podemos hacer que interactivamente usted pueda ver la posición actual del paciente en tiempo real y estar comparándola con la que tenía en el momento que se le hizo el TAC original. Entonces usted puede mover la posición del paciente hasta conseguir que casen exactamente ambas posiciones y asunto resuelto.



Fig. 1

La ventaja de nuestra solución es que es el coste de la misma es el de un iPad, por ejemplo. En la figura 1 pueden ustedes ver un ejemplo del proceso en el que además se le indica al usuario que usa el iPad cual es el error (abajo a la derecha), de traslación y rotación de la posición actual con respecto a la que debería ocupar para que la modifique.

La segunda aplicación que les comento se dirige, en principio, a un ámbito aplicativo muy diferente. Se trata de mostrarles cómo para localizarnos en nuestro ámbito cotidiano no hace falta hacer uso del llamado GPS. Les explico. Cuando usted usa *google maps* en su teléfono móvil, por ejemplo, usted escribe la dirección a la que quiere ir. La aplicación calcula su ubicación exacta y le permite mostrar el camino a recorrer o guiarlo paso a paso hasta que lo lleva al destino que usted eligió. Bien, eso es posible porque esa aplicación hace uso del sistema GPS que usa su teléfono. Ese sistema es el que le permite saber dónde está usted en el momento inicial, su posición, y además localiza su nueva posición en tiempo real cada vez que se mueve. Bien, pues van a poder ver ustedes un video en el que se muestra que no es necesario usar GPS para localizar su posición. Esto se puede hacer de una manera muy sencilla con un teléfono móvil que no disponga de GPS. La ventaja es que esto puede ser usado en lugares donde no es posible que exista señal GPS. Por ejemplo en un sótano. Que ¿cómo es posible esto? Técnicamente es complicado explicarles cómo hacemos esto en poco tiempo. La realidad es que la idea es muy sencilla, aunque otra cosa ha sido llevarla a la práctica para demostrar que esto funciona incluso con más precisión que el GPS. Todo el «truco de la idea» se basa en localizar una serie de puntos que sean los mismos entre dos imágenes sucesivas capturadas a una velocidad alta. Como si usted usara el modo llamado ráfaga que algunas cámaras poseen para hacer varias fotos sucesivas de una misma imagen. Usted sabrá que las imágenes obtenidas así no son idénticas. Hay pequeñas diferencias entre una y otra debido al movimiento, y por tanto todos los puntos entre una y otra imagen «cambian de sitio».

En el video van a poder ver cómo un teléfono móvil adosado al espejo delantero de un vehículo y con el modo cámara activado es capaz de localizar el coche en movimiento en tiempo real. Dado que el teléfono es capaz de obtener unas 60 imágenes por segundo, esa característica la tiene hoy cualquier teléfono móvil, podemos aplicar la idea anterior para resolver la cuestión. Tal y como pueden ver en la figura 2, el sistema creado encuentra puntos que piensan que son los mismos entre una imagen y la inmediata anterior. Son los que se pueden ver en rojo y verde. Por alguna razón difícil de explicar, el sistema sigue las reglas que se le han suministrado para encontrar esos puntos, pero el mismo asigna «una probabilidad» sobre ellos de manera que unos cuantos (en color verde), son los que les gustan más para hacer los cálculos necesarios para establecer la posición que ocupa el objeto que se mueve. Y lo más curioso es que acierta al elegir esos viendo la precisión que es capaz de obtener.

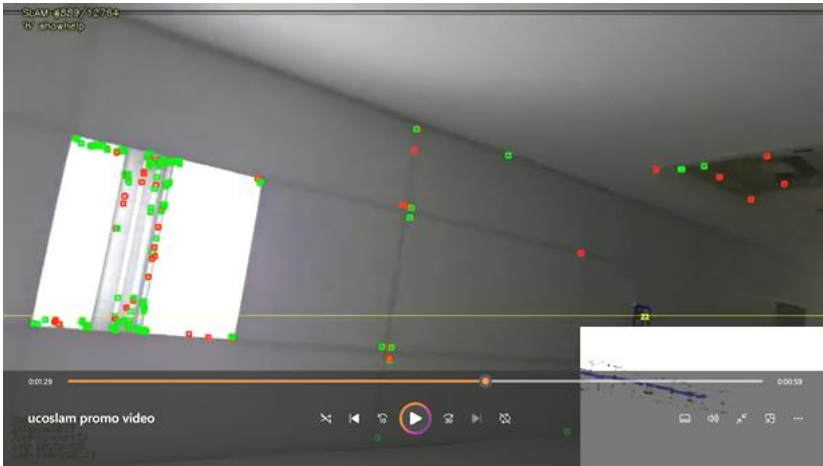


Figura 2

Debo decir que esto es un magnífico ejemplo para diferenciar cuándo una aplicación incorpora I.A. y cuándo no. En general es muy habitual ver aplicaciones que nos dicen que están realizadas bajo I.A., pero esto no es del todo cierto siempre. La regla básica a tener en cuenta es que una aplicación que usa I.A. en su interior termina obteniendo unos resultados que ni siquiera el que la ha realizado sabe exactamente cómo lo ha hecho. En el ejemplo comentado puede verse en la figura 2 cómo los puntos de color verde son los que realmente prefiere la aplicación sin que se pueda conocer por qué ha seleccionado esos y no los de color rojo.

Con respecto a los orígenes de la Visión Artificial, les comento mis opiniones acerca de esta cuestión. Debido a la limitación de tiempo he seleccionado solo tres ítems de entre miles que podría haber elegido.

El primero, el más importante para mí, es recordar que fue Aristóteles quien formuló un conjunto de reglas que describen una parte del funcionamiento de la mente para obtener conclusiones racionales. El segundo, que fue Ctesibio de Alejandría (250 a. C.) quien construyó la primera máquina auto controlada, un regulador del flujo de agua (racional pero sin razonamiento). Y el tercero, que fue Alan Turing (1936) el primero en diseñar una máquina capaz de implementar cualquier cálculo que hubiera sido formalmente definido. Ni Alan Turing ni sus discípulos fueron capaces de construir físicamente una máquina real que funcionara bajo ese diseño.

A partir de 1950 se produce una evolución exponencial de la temática de la I.A. Aunque existen algunos hechos curiosos que deben ser destaca-

dos para entender que la evolución no fue tan continua como se cree. En 1956 John McCarthy, Marvin Minsky y Claude Shannon usan por primera vez el término Inteligencia Artificial para referirse a «la ciencia e ingenio de hacer máquinas inteligentes, especialmente programas de cálculo inteligentes». Ellos decían que comenzaba la era dorada de la Inteligencia Artificial (I.A.) y pronosticaban que en la década de los 70 estaríamos rodeados de máquinas haciendo I.A., advirtiendo que para esa década habrían desaparecido la mayoría de profesiones que existían en ese momento y que la humanidad debía prepararse para ello.

Tras el fiasco de esa previsión, la I.A. entra en un estado de aletargamiento hasta 1997 en el que IBM demostró que un sistema informático era capaz de vencer al ajedrez a un humano... y no un humano cualquiera, sino el campeón del mundo Gari Kasparov. Se llamaba Deep Blue. Posteriormente, este nuevo empuje hace que en 2011 IBM construya una máquina llamada Watson y que la misma gane un concurso en el que se realizan preguntas sobre cultura y conocimiento de todo tipo. Watson tuvo que ser capaz de entender las preguntas y las respuestas que daba, a lo que ayudaron sus 200 millones de páginas de contenido almacenadas en su sistema. También tuvo que realizar jugadas inteligentes a la hora de sopesar la elección de las categorías y cuando tuvo que apostar una cantidad en la ronda final.

A lo largo de los últimos 20 años se han producido muchos avances en I.A. que nos permite dar una opinión justificada sobre cuál es el estado actual de la misma. El concepto actual de I.A. engloba todos los procedimientos que permitan a las máquinas tomar decisiones que sólo son posibles para los seres humanos en función de su «inteligencia». En eso estamos de acuerdo todos los que hacemos I.A. actualmente. Pero a partir de ahí empiezan los desacuerdos, porque cuando hablamos de I.A. ¿a qué tipo de I.A. nos estamos refiriendo ... matemática, espacial, musical, interpersonal, emocional...? Sigue sin existir acuerdo en esta temática porque existe una corriente, de la que yo soy partidario, que habla ya de que existen «varias I.A. diferentes» dependiendo del tipo de inteligencia a la que nos refiramos.

En otros aspectos de la I.A. actuales sí estamos todos de acuerdo. Por ejemplo, que no todas las apps y aplicaciones que vemos a diario están construidas con I.A., que la Inteligencia Artificial no es una especialidad de la Informática ni de las Matemáticas ni de la Física ni de cualquier otra Ciencia conocida, sino una Ciencia independiente que engloba muchas especialidades diferentes con un tronco común de conocimientos. Es algo así como la Medicina. No obstante lo anterior, si usted necesita establecer

algunas similitudes de la I.A. con alguna disciplina conocida, mi elección sería la Filosofía. Me remito a Aristóteles para justificar mi elección, puesto que en el fondo la I.A. consiste en establecer reglas que permitan comprender cómo piensa una máquina, para aprovechar esa capacidad.

La siguiente cuestión que deseo comentar es mi opinión sobre cuál será la evolución de la I.A., actual a lo largo del siglo XXI. Y para comentarles mis opiniones he preferido tomar prestadas algunas ideas de Judea Pearl porque entiendo que las expresa de una manera sucinta y perfecta en mi modesta opinión. Antes de comenzar a ello indicarles que Judea Pearl tiene un currículum apabullante. Posee el Premio Turing, el Nobel de las matemáticas, doctorados en Ingeniería, en Física y Filosofía y, ahora, el Premio Fundación BBVA Fronteras del Conocimiento en Tecnologías de la Comunicación. Y, por si fuera poco, es un dotado pianista. Judea Pearl, sin embargo, prefiere definirse como poeta. Al fin y al cabo, según dice, él sólo sabe hacer metáforas con ecuaciones. A sus 85 años, ahora se declara «apóstata» de la inteligencia artificial tal y como la entendemos. Pearl afirma que mientras no enseñemos a las máquinas a comprender la relación causa-efecto, en sus muy complejas variantes, no pensarán como nosotros porque hasta ahora no hemos hecho máquinas que «piensen», sino sólo que simulen el pensamiento humano.

En mi opinión las máquinas actuales sólo crean asociaciones entre lo que fue observado antes y lo que será observado en el futuro. Pero esa capacidad es muy corta. Para entendernos creo que basta usar como símil que esa cualidad es lo que permite a las águilas o las serpientes cazar a su presa. Saben dónde estará el ratón en cinco segundos. Pero eso parece poco, porque hay dos niveles por encima en esa escalera que las máquinas no hacen actualmente. El primero es predecir acciones que no se han llevado a cabo nunca antes en las mismas condiciones. El segundo es el que denominamos retrospectión. Por ejemplo: si he tomado una aspirina y mi jaqueca se ha ido, ¿la aspirina me ha quitado el dolor o ha sido la buena noticia que me dio mi mujer cuando la tomé? Hay que empezar a pensar en la línea de si un suceso hubiera tenido lugar si otro evento en el pasado no hubiera ocurrido. Por ahora, esto solo lo hacemos los humanos.

Sin embargo, técnicamente no estamos mal. Ahora tenemos herramientas matemáticas que nos permiten razonar en los dos niveles anteriores. Solo falta aplicarlos a la Inteligencia Artificial. Por ejemplo, ya sabemos traducir a ecuaciones la imaginación, la responsabilidad y hasta la culpa, y por tanto hay que hablar con naturalidad de máquinas humanas. Yo crecí teniendo claro que cualquier cosa que nosotros podamos hacer las máquinas serán capaces de hacerlo. No veo ningún impedimento para ello.

En realidad, si meditamos en ello, de momento lo único que podemos asegurar que lo que nos diferencia de las máquinas es que nosotros estamos hechos de materia orgánica y las máquinas, de silicio. El hardware es diferente, pero el software puede ser el mismo. Quizá puede haber una diferencia: el miedo a la muerte. Pero no estoy seguro de que esto sea así en el futuro. Desde luego las máquinas pueden enamorarse. Marvin Minsky tiene todo un libro sobre las emociones de las máquinas, *The emotion machine*, muy interesante.

A mi juicio todo lo anterior no es para dar miedo. Simplemente es que todo esto es nuevo, y por tanto tiene el potencial de ser aterrador y también el de ser extremadamente conveniente. Pero por ahora solo es «nuevo». Yo creo que las máquinas podrán distinguir el bien del mal con la misma fiabilidad que los seres humanos. Confiemos en que más. La mejor analogía que se puede poner sobre esta cuestión es la de nuestros hijos. Creemos que van a pensar como nosotros, los criamos con la esperanza de que inculcaremos en ellos nuestros valores. Y, con todo, existe el riesgo de que mi hijo resulte un Putin cualquiera. Pero todos pasamos por el proceso de criar a nuestros hijos en la esperanza de que adquirirán nuestros valores. Y suele funcionar bien.

Mientras tanto eso llega, hay gente trabajando en las bases éticas y morales de la Inteligencia Artificial, pero creo que es pronto para legislar. Tenemos una nueva especie de máquina. Debemos observarla porque todavía no sabemos cómo va a evolucionar. Y no podemos legislar desde el miedo, desde los miedos infundados. Nosotros tampoco sabemos cómo funciona la mente humana. Tampoco sabemos cómo nuestros hijos desarrollarán su mente y, aun así, confiamos en ellos. ¿Y saben por qué? Porque funcionan como nosotros y pensamos que probablemente piensen como yo. Y así ocurrirá con las máquinas. Naturalmente luego los hijos salen como quieren, pero para mí esto es un gran consuelo. Desde Aristóteles y Maimónides, los filósofos piensan cómo reconciliar la idea de Dios con el libre albedrío. Un Dios que sabe el futuro, que sabe qué es bueno y qué malo y que, sin embargo, nos reprende por hacer cosas que él no ha evitado que las podamos hacer. Este es un terrible problema ético que no podemos resolver. La I.A. puede resolver esto porque la premisa es que no hay libre albedrío. Tenemos la ilusión de que estamos al mando cuando decidimos, pero no es así. La decisión se ha tomado en el cerebro antes. Son nuestras neuronas las que dicen cómo tenemos que actuar, las que por excitación o nerviosismo me hacen mover la mano o rascarme la nariz. Es determinista y no hay una fuerza divina detrás de ello

Otra cuestión a comentar sobre la I.A. es que la base de nuestra inteligencia son las historias, el relato, porque conectan a la gente. Las historias hacen historia. Es más fácil implantar ideas abstractas, como las matemáticas, a través de historias, de narraciones. Como consecuencia de lo anterior es terrible para la I.A. que se estudie poca filosofía. La filosofía es muy importante. Nos conecta con al menos 80 generaciones de pensadores. Crea un lenguaje común, construye civilización.

Se dice que la filosofía y otras disciplinas no permiten encontrar empleo. Esto es cierto y va a pasar más. Este problema tiene dos aspectos: uno, cómo vamos a sentirnos útiles cuando no tengamos un trabajo. El otro, de qué vamos a vivir, cómo conseguimos un salario. El segundo es cuestión de economía y gestión. No tengo una solución para eso. Pero la hay. La habrá. Para el primero si hay ya una solución. Podemos resolverlo. Yo tengo 67 años, comienzo a verme inútil y sin embargo encuentro alegría cada hora del día. Vivo con la ilusión de la respuesta de mi entorno, de mis hijos, mis estudiantes. Si doy una clase me siento feliz porque tengo la ilusión de que a alguien le beneficia. Es posible crear ilusiones. Uno se las crea a sí mismo.

Se critica sobre los que hacemos I.A. que nos empeñamos en hacer máquinas más inteligentes que nosotros porque estamos intentando replicarnos y amplificarnos a nosotros mismos. Pero esa crítica es muy fácil de deshacer: ¿No hacemos eso mismo con nuestros hijos? En el fondo solo creamos máquinas para que nos ayuden. Nos reemplazarán, sí. Pero crearlas, las creamos para que nos ayuden, aunque nos superarán. O sea, exactamente igual que esperamos que nuestros hijos nos superen. Mi único consejo a los jóvenes que quieran dedicarse a esto de la I.A. es: leed historia., ¡sed curiosos! intentad entender las cosas por vosotros mismos.

Finalizo ya esta charla regresando al título de la misma y tratando de redefinirlo. Convivimos un siglo con esta Ciencia desde que la denominamos I.A., pero la misma existe desde Aristóteles como mínimo... Les recuerdo de nuevo que Aristóteles formuló un conjunto de reglas que describen una parte del funcionamiento de la mente humana para obtener conclusiones racionales y que lo que tratamos de hacer en I.A. es exactamente lo mismo. Sustituyan ustedes mente humana por máquina en lo que hizo Aristóteles y comprenderán fácilmente de lo que va la I.A.

Muchas gracias por su atención.