

INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Guillermo Choque Aspiazu
gchoquea@gmail.com

Resumen

La inteligencia artificial es una rama de la ciencia de las computadoras que estudia los requerimientos computacionales para tareas tales como la percepción, el razonamiento y el aprendizaje, y desarrolla sistemas para ejecutar dichas tareas. El año 2006 se cumplen cincuenta años de la Conferencia de Dartmouth. Pero a pesar del tiempo transcurrido, el problema de encontrar las minuciosas descripciones del cerebro y de la mente, supuestos elementos asociados a la inteligencia, que fue mencionado en la propuesta de 1955 sigue tan vigente hoy, como ayer, a pesar del variado abanico de ciencias que la abordan y estudian. En esta propuesta se consideran las bases conceptuales de la inteligencia artificial, la prueba de Turing para verificar el grado de inteligencia de un maquina, el impacto de aplicaciones contemporáneas de la inteligencia artificial y los factores principales por los cuales este campo fértil de la ciencia de las computadoras es actualmente un icono en la investigación teórica y aplicada.

Palabras clave: Inteligencia artificial, ciencia cognitiva, prueba de Turing,

1. INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) es una rama de la ciencia de las computadoras que estudia los requerimientos computacionales para tareas tales como la percepción, el razonamiento y el aprendizaje, y desarrolla sistemas para ejecutar dichas tareas. La IA es un campo diverso cuyos investigadores se encargan de una gran variedad de problemas utilizando una variedad de métodos y dedicándose a un espectro amplio de metas científicas. Por ejemplo, algunos investigadores estudian los requerimientos para el rendimiento experto en tareas especializadas, mientras otros modelan procesos del sentido común; algunos se encargan de explicar el comportamiento en términos de los procesos de bajo nivel, utilizando modelos inspirados en los cálculos computacionales que realiza el cerebro, mientras otros explican términos de construcciones psicológicas de alto nivel tales como los planes y las metas. Muchos investigadores están encargados de la ayuda en el avance del entendimiento relacionado con el proceso de cognición humana, otros del entendimiento de los requerimientos para la inteligencia en general (en seres humanos o en maquinas), y algunos para el desarrollo de artefactos tales como los dispositivos inteligentes, agentes autónomos y sistemas que colaboran con las personas para la ampliación de las habilidades humanas [Haton & Haton, 1991].

El 31 de agosto de 1955, J. McCarthy (Dartmouth College, New Hampshire), M.L. Minsky (Harvard University), N. Rochester (I.B.M. Corporation) y C.E. Shannon (Bell Telephone Laboratories) lanzaron una propuesta para reunir en el verano de 1956 a un grupo de investigadores que quisieran trabajar sobre la conjetura de que cada aspecto del aprendizaje y cada característica de la inteligencia podían ser tan precisamente descritos que se podían crear máquinas que las simularan. El encuentro, ahora conocido como la conferencia de Dartmouth, se llevó a cabo con tal éxito que el evento acuñó el término inteligencia artificial y con él una nueva área científica de conocimiento [CMPI, 2006].

Uno de los grandes cambios de la IA ha sido determinar las tareas a las que dedicar su estudio y como evaluar el progreso de estas áreas. Mucha de la investigación temprana en la IA logró enfocarse en tareas comunes al pensamiento que requerían inteligencia elevada en las personas, tales como jugar ajedrez con gran calidad. Los escépticos vieron que esto era un planteamiento imposible, pero la IA progresó de manera acelerada. Hacia los años 1960, los programas fueron capaces de jugar torneos en lugar de juegos individuales. En 1997, en un encuentro culminante, el sistema de ajedrez denominado Deep Blue derrotó a Gary Kasparov, el campeón mundial humano de ajedrez de los doce años anteriores. Al mismo tiempo, sin embargo, la investigación en IA fue iluminada con la enorme dificultad de las tareas en el sentido común que

que Turing propuso consistía en que un humano interrogase a una computadora por medio de un teletipo; la prueba se consideraba aprobada si el evaluador era incapaz de determinar si una computadora o un humano era quien había respondido las preguntas en el otro extremo de la terminal [Turing, 1950].

En la actualidad, el trabajo que entraña el diseño procedimental para programar una computadora que pase la prueba de Turing es bastante considerable, en este entendido la computadora actual debería ser capaz de realizar lo siguiente: (a) procesar un lenguaje natural, para establecer comunicación satisfactoria en cualquier idioma entendible por los seres humanos; (b) representar el conocimiento, para guardar toda la información que se le proporcione antes y durante el interrogatorio; (c) razonar de manera automática, con la finalidad de utilizar la información guardada al responder preguntas y obtener nuevas conclusiones; (d) autoaprendizaje de la máquina, para que se adapte a nuevas situaciones circunstanciales y pueda detectar y extrapolar esquemas determinados [Russell & Norvig, 1995].

3. IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La tecnología de la inteligencia artificial ha tenido un impacto bastante significativo. Los componentes de la IA son incluidos en numerosos dispositivos, tales como máquinas copiadoras que combinan el razonamiento basado en casos con el razonamiento difuso para ajustar de manera automática la calidad de la copia realizada. Los sistemas de IA se encuentran también en usos diarios para tareas tales como la identificación de fraudes en tarjetas de crédito, la configuración de productos y la ayuda en complejas tareas de planificación. La IA está también desempeñando un rol incremental en la administración del conocimiento corporativo, facilitando la captura y reutilización del conocimiento experto. Los sistemas de tutores inteligentes hacen posible esto al proporcionar a los estudiantes con una atención mas personalizada, y aún a las computadoras para escuchar lo que los niños dicen y responden. Los modelos cognitivos desarrollados por la IA pueden también sugerir principios para el soporte efectivo del aprendizaje

humano, guiando el diseño de los sistemas educacionales [Leake and Kolodner, 2001].

Por otra parte la tecnología de la IA está siendo utilizada en agentes autónomos que monitorean de manera independiente sus inmediaciones, toman decisiones y actúan para lograr sus metas sin intervención humana. Por ejemplo, en la exploración espacial, en la prueba de los tiempos de retardo para las comunicaciones entre la Tierra y Marte, que demuestra lo esencial que es para la robótica ejecutar su propia toma de decisiones. Dependiendo de las localizaciones relativas de la tierra y Marte, una manera de comunicación primaria puede tomar alrededor de 20 minutos. En un experimento realizado en 1999, un sistema de IA tomó el control primario de una nave espacial, el Deep Space de la NASA ubicado aproximadamente a 160 000 000 millas de la tierra, como un paso hacia la exploración robótica autónoma del espacio.

Los métodos de los sistemas autónomos también prometen el desarrollo de tecnologías importantes para ayuda a los seres humanos. Por ejemplo, en un experimento realizado en 1996 en un experimento denominado "Sin manos a través de América"², el sistema RALPH [Pomerleau and Jochem, 1996], un sistema adaptativo basado en visión para aprender las características de las carreteras, fue utilizado para manejar un vehículo en un 98% en un viaje de Washington a San Diego, manteniendo una velocidad promedio de 63 mph. Tales sistemas podrían ser utilizados no solamente en vehículos autónomos, sino también en sistemas de seguridad para advertir a los conductores si sus vehículos se desvían fuera de las franjas de seguridad en las carreteras.

En el comercio electrónico, la IA se encuentra proporcionando métodos para determinar cuales compradores quieren configurar los mismos de acuerdo a las necesidades de compra de sus productos. El crecimiento explosivo de Internet ha conducido a elevar el interés sobre los agentes en Internet para el monitoreo de las tareas de los usuarios, la búsqueda de información necesaria y el aprendizaje de cual información es la más utilizada [Hendler, 1999].

² Nota de traducción: deriva de "No Hands Across America".

realizan los seres humanos para las concesiones tales como entender las historias o las conversaciones. La IA desarrolla programas que pueden conducirse hacia un nivel humano con un razonamiento diario de razonamiento que produce un cambio fundamental en la investigación [Russell & Norvig, 1995]

El primer medio siglo de la IA ha obtenido un amplio rango de resultados. La investigación en IA ha iluminado la naturaleza de los problemas de razonamiento, y los requerimientos fundamentales para los sistemas inteligentes. La investigación en IA en el área de la ciencia cognitiva ha desarrollado modelos encargados de ayudar a entender la cognición humana. La investigación aplicada en IA ha proporcionado sistemas prácticos de gran impacto que están en uso diario alrededor del mundo.

2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Según Winston (1992) en sus primeros párrafos dedicados a la computadora inteligente, plantea una primera definición de la inteligencia artificial en el siguiente sentido: "*La inteligencia artificial es el estudio de los cálculos computacionales que permiten percibir, razonar y actuar*", aclarando que la diferencia con el campo de la psicología es obvio debido a que se presta mayor atención a la computación y la brecha con la ciencia de la computación marcada en la atención que la IA dedica a la percepción, al razonamiento y a la acción. Analizando esta definición es posible aproximarse a los objetivos de importancia que presenta la IA acomodando la perspectiva de su acción en un entorno híbrido dependiente por una parte de la ciencia teórica de la que se nutre y por otra de la rama de la ingeniería con la cual labora sus aplicaciones. En este entendido los objetivos planteados son:

- a) El objetivo de ciencia de la IA consiste en determinar las ideas acerca de la representación y administración del conocimiento así como al ensamblaje de sistemas que expliquen las diversas clases de inteligencia.
- b) El objetivo de ingeniería de la IA está relacionado con resolver problemas reales actuando como un conjunto de ideas acerca de cómo representar o utilizar el conocimiento existente y como ensamblar sistemas.

Es necesario indicar que la definición anterior implica un conocimiento previo acerca de las capacidades de los seres inteligentes de percibir, razonar y actuar. Para el efecto quizá resulte ilustrativo considerar la definición de la ciencia cognitiva que se encuentra relacionada con aquella ciencia encargada de abordar conceptos tales como sensación, emoción, pensamiento, deseo, etc., las cuales están estrechamente involucradas con la ciencia cognitiva en el entendido de que la misma construye teorías y las prueba en seres humanos, mientras que la IA construye también teorías y cambia su campo de pruebas utilizando una computadora para el efecto [Choque Aspiazu, 2002].

En términos concretos se observa que existen algunas conductas mecánicas que la tradicional ingeniería del software se ha encargado de traducir a diseños procedimentales a manera de productos software que resuelven alguno de los siguientes problemas: almacenamiento masivo, cálculo preciso de grandes cantidades de datos y las operaciones repetitivas, pero ¿qué sucede con aquellas tareas que en apariencia son sencillas tales como caminar, hablar, ver, oír?, estas tareas son complejas en su paso hacia diseños procedimentales capaces de ser implantados como soluciones computacionales [Pressman, 2002].

Por consiguiente una definición que rescata plenamente lo analizado menciona lo siguiente: "La inteligencia artificial es el estudio de cómo lograr que las computadoras realicen tareas que, por el momento, los humanos hacen mejor" [Rich & Knight, 1991].

3. PRUEBA DE TURING

La prueba de Turing fue propuesta por el matemático Alan Turing en 1950, en esta prueba se intenta ofrecer una definición operativa satisfactoria de lo que representa el término inteligencia. Turing definió una conducta inteligente como la capacidad de lograr eficiencia en el ámbito humano en todas las actividades de tipo cognoscitivo¹, suficiente para engañar a un evaluador humano. De manera breve, la prueba

¹ Aquellas actividades que implican sensaciones, emociones, pensamiento, deseo, etc.

que Turing propuso consistía en que un humano interrogase a una computadora por medio de un teletipo; la prueba se consideraba aprobada si el evaluador era incapaz de determinar si una computadora o un humano era quien había respondido las preguntas en el otro extremo de la terminal [Turing, 1950].

En la actualidad, el trabajo que entraña el diseño procedimental para programar una computadora que pase la prueba de Turing es bastante considerable, en este entendido la computadora actual debería ser capaz de realizar lo siguiente: (a) procesar un lenguaje natural, para establecer comunicación satisfactoria en cualquier idioma entendible por los seres humanos; (b) representar el conocimiento, para guardar toda la información que se le proporcione antes y durante el interrogatorio; (c) razonar de manera automática, con la finalidad de utilizar la información guardada al responder preguntas y obtener nuevas conclusiones; (d) autoaprendizaje de la máquina, para que se adapte a nuevas situaciones circunstanciales y pueda detectar y extrapolar esquemas determinados [Russell & Norvig, 1995].

3. IMPACTO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

La tecnología de la inteligencia artificial ha tenido un impacto bastante significativo. Los componentes de la IA son incluidos en numerosos dispositivos, tales como máquinas copiadoras que combinan el razonamiento basado en casos con el razonamiento difuso para ajustar de manera automática la calidad de la copia realizada. Los sistemas de IA se encuentran también en usos diarios para tareas tales como la identificación de fraudes en tarjetas de crédito, la configuración de productos y la ayuda en complejas tareas de planificación. La IA está también desempeñando un rol incremental en la administración del conocimiento corporativo, facilitando la captura y reutilización del conocimiento experto. Los sistemas de tutores inteligentes hacen posible esto al proporcionar a los estudiantes con una atención mas personalizada, y aún a las computadoras para escuchar lo que los niños dicen y responden. Los modelos cognitivos desarrollados por la IA pueden también sugerir principios para el soporte efectivo del aprendizaje

humano, guiando el diseño de los sistemas educacionales [Leake and Kolodner, 2001].

Por otra parte la tecnología de la IA está siendo utilizada en agentes autónomos que monitorean de manera independiente sus inmediaciones, toman decisiones y actúan para lograr sus metas sin intervención humana. Por ejemplo, en la exploración espacial, en la prueba de los tiempos de retardo para las comunicaciones entre la Tierra y Marte, que demuestra lo esencial que es para la robótica ejecutar su propia toma de decisiones. Dependiendo de las localizaciones relativas de la tierra y Marte, una manera de comunicación primaria puede tomar alrededor de 20 minutos. En un experimento realizado en 1999, un sistema de IA tomó el control primario de una nave espacial, el Deep Space de la NASA ubicado aproximadamente a 160 000 000 millas de la tierra, como un paso hacia la exploración robótica autónoma del espacio.

Los métodos de los sistemas autónomos también prometen el desarrollo de tecnologías importantes para ayuda a los seres humanos. Por ejemplo, en un experimento realizado en 1996 en un experimento denominado "Sin manos a través de América"², el sistema RALPH [Pomerleau and Jochem, 1996], un sistema adaptativo basado en visión para aprender las características de las carreteras, fue utilizado para manejar un vehículo en un 98% en un viaje de Washington a San Diego, manteniendo una velocidad promedio de 63 mph. Tales sistemas podrían ser utilizados no solamente en vehículos autónomos, sino también en sistemas de seguridad para advertir a los conductores si sus vehículos se desvían fuera de las franjas de seguridad en las carreteras.

En el comercio electrónico, la IA se encuentra proporcionando métodos para determinar cuales compradores quieren configurar los mismos de acuerdo a las necesidades de compra de sus productos. El crecimiento explosivo de Internet ha conducido a elevar el interés sobre los agentes en Internet para el monitoreo de las tareas de los usuarios, la búsqueda de información necesaria y el aprendizaje de cual información es la más utilizada [Hendler, 1999].

² Nota de traducción: deriva de "No Hands Across America".

Se continúa investigando el impacto de las grandes promesas acerca de los aspectos fundamentales de la inteligencia. Por ejemplo, los investigadores están estudiando la naturaleza de la creatividad y como lograr sistemas computacionales creativos, proporcionando argumentos fuertes acerca que la creatividad puede ser realizada por sistemas artificiales [Hofstadter, 1985]. Numerosos programas han sido desarrollados para tareas que podrían ser consideradas como creativas en los seres humanos, tales como el descubrimiento de conceptos matemáticos interesantes que se puede observar en el programa AM [Lenat, 1979], realizar pinturas como se observa en el sistema Aaron [Cohen, 1995], y la ejecución de explicaciones creativas desarrolladas en el sistema SWALE [Schank & Lake, 1989]. La tarea de AM, por ejemplo, no fue la prueba específica de teoremas, sino el descubrimiento de conceptos interesantes alrededor de las matemáticas. El diseño procedimental contó solamente con un conocimiento básico acerca de la teoría de números, concretamente la definición de la teoría de conjuntos, y con heurísticas para revisar conceptos existentes y seleccionar aquellos conceptos prominentes para su exploración. A partir de este conocimiento, el sistema descubre conceptos fundamentales tales como: adición, multiplicación y números primos. El sistema se encargó de redescubrir una conjetura matemática famosa que no fue comunicada al programador: la conjetura de Goldbach, la que menciona que todo entero impar mayor que 2 puede ser escrito como la suma de dos números primos. Buchanan (2001) realiza una revisión acerca de los proyectos significativos en creatividad automática y sostiene que los mismos tendrán un impacto potencial en el futuro de la inteligencia artificial.

A través de la historia de la inteligencia artificial, la investigación en el área ha generado un cúmulo de contribuciones a la ciencia de las computadoras en general. Por ejemplo, el lenguaje de programación Lisp, desarrollado por John McCarthy en 1958, proporciona una herramienta para el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial utilizando computación simbólica. Posteriormente los investigadores en inteligencia artificial dieron origen al lenguaje de programación Prolog, utilizado para la programación lógica. Una idea clave para la programación lógica es que el programador

solamente debe especificar el problema a ser resuelto y las restricciones de la solución, dejando al sistema la determinación de los detalles de cómo obtener la solución [Russell & Norvig, 1995].

4. CRITERIOS PARA EL EXITO

Cada campo necesita criterios para alcanzar el éxito. Para determinar si un trabajo de investigación en inteligencia artificial tiene éxito, deberán plantearse tres preguntas clave:

- a) ¿Está definida con claridad la tarea?
- b) ¿Existe un procedimiento ya instrumentado que efectúe la tarea? Si no existe, es que debe haber muchas dificultades escondidas en algún lugar.
- c) ¿Existe un conjunto de regularidades o restricciones identificables a partir de las cuales el procedimiento implantado obtiene su poder? De no ser así, el procedimiento puede ser un juguete adecuado, tal vez capaz de un desempeño superficial impresionante en algunos ejemplos seleccionados con cuidado, pero incapaz de impresionar con un desempeño profundo y de ayudar a resolver cualquier otro problema.

Para completar la determinación respecto a si una aplicación de inteligencia artificial tiene éxito, deben plantearse de manera adicional las siguientes preguntas:

- a) ¿Resuelve la aplicación un problema real?
- b) ¿Crea la aplicación una nueva oportunidad?

Cuando se aborda la solución de problemas computacionales a través de un producto software, muchas veces el éxito suele ser esquivo al desarrollador, una manera de garantizar el desarrollo de una solución adecuada y exitosa en el campo de la inteligencia artificial consiste en seguir las recomendaciones esbozadas en párrafos precedentes [Winston, 1992].

5. CONCLUSIONES

La inteligencia artificial es una rama de la ciencia de las computadoras que estudia los requerimientos computacionales para tareas tales como la percepción, el razonamiento y el aprendizaje, y desarrolla sistemas para ejecutar dichas tareas. El año 2006 se cumplen cincuenta años de la Conferencia de Dartmouth. Pero a

pesar del tiempo transcurrido, el problema de encontrar las minuciosas descripciones del cerebro y de la mente, supuestos elementos asociados a la inteligencia, que fue mencionado en la propuesta de 1955 sigue tan vigente hoy, como ayer, a pesar del variado abanico de ciencias que la abordan y estudian. En esta propuesta se consideraron las bases conceptuales

de la inteligencia artificial, la prueba de Turing para verificar el grado de inteligencia de un maquina, el impacto de aplicaciones contemporáneas de la inteligencia artificial y los factores principales por los cuales este campo fértil de la ciencia de las computadoras es actualmente un icono en la investigación teórica y aplicada.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Buchanan, B. 2001. Creativity at the meta-level. *AI Magazine*. In press.
- Campus Multidisciplinar en Percepción e Inteligencia (CMPI), Universidad Castilla la Mancha, Albacete España. <http://www.info-ab.uclm.es/cmipi/1024x768/home.html> [Acceso: febrero 2006].
- Choque Aspiazu, G. 2002. Inteligencia Artificial: perspectivas y realizaciones. Disponible en: www.umsanet.edu.bo/docentes/gchoque/textointeart.pdf
- Cohen, H. 1995. The further exploits of AARON, painter. *Stanford Humanities Review* 4.
- Haton J.P. y M. C. Haton 1991. *La inteligencia artificial, Una aproximación*. Paidós Studio. Barcelona, Buenos Aires, México.
- Hendler, J. 1999. Is there an intelligent agent in your future? *Nature Webmatters*.
- Hofstadter, D. 1985. On the seeming paradox of mechanizing creativity. In *Metamagical Themas*. Basic Books, New York. pp. 525-546.
- Leake, D. and Kolodner, J. 2001. Learning through case analysis. In *Encyclopedia of Cognitive Science*. Macmillan, London. In press.
- Lenat, D. 1979. On automated scientific theory formation: A case study using the AM program. In Hayes, J.; Mitchie, D.; and Milulich, L., editors 1979, *Machine Intelligence*, volume 9. Halsted Press.
- Pomerleau, D. and Jochem, T. 1996. A rapidly adapting machine vision system for automated vehicle steering. *IEEE Expert* 11(2):19-27.
- Pressman R. 2002. *Ingeniería del Software: un enfoque práctico*. Quinta edición. McGraw-Hill.
- Rich E. & K. Knight 1991. *Artificial Intelligence*. 2a. Ed. McGraw-Hill. New York.
- Russell, S. and Norvig, P. 1995. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Schank, R.C. and Leake, D. 1989. Creativity and learning in a case-based explainer. *Artificial Intelligence* 40(1-3):353-385. Also in Carbonell, J., editor, *Machine Learning: Paradigms and Methods*, MIT Press, Cambridge, MA, 1990. Project information is on-line at <http://www.cs.indiana.edu/~leake/projects/swale>
- Turing, A. 1950. Computing machinery and intelligence. *Mind* 59. Reprinted in J. Haugeland, Ed., *Mind Design II*, MIT Press, 1997.
- Winston P.H. 1992. *Artificial Intelligence*. Reading, Mass.: Addison-Wesley Publishing Co.

© 2006, Guillermo Choque Aspiazu.

Profesor de la Universidad Mayor de San Andrés.

La Paz – Bolivia.

Artículo de divulgación.

Elaborado para alumnos de la materia: Inteligencia Artificial.

Febrero 2006.

Lectura en Radio Erbol, 26 marzo 2006.