

informática como el de algoritmo y el de calculabilidad y, gracias a ellos, determinó dónde están los límites de lo que es calculable por un ordenador.

Demostrar imposibilidades es de importancia extraordinaria en ciencia. Por ejemplo, la imposibilidad de construir máquinas con movimiento perpetuo condujo al descubrimiento de las leyes de la termodinámica en física. De la misma forma, conocer los límites de las matemáticas y de la computación nos puede enseñar algunas reglas básicas acerca de sus posibilidades o, como dice el matemático Gregory Chaitin, nos permite saber cuándo no debemos intentar lo imposible.

Además, Turing es considerado el padre de la Inteligencia Artificial (IA). En el artículo publicado en la revista *Mind*, en 1950, titulado "Computing Machinery and Intelligence" (Maquinaria informática e inteligencia), argumentaba que en un plazo de unos 50 años habría ordenadores inteligentes capaces de hacer deducciones lógicas, de aprender adquiriendo nuevos conocimientos tanto inductivamente como por experiencia y de comunicar mediante interfaces humanizadas. Era una idea muy radical en aquel momento y, de hecho, el debate todavía persiste. La agumentación de Turing se basaba en otro importantísimo concepto matemático, el de máquina universal, propuesto también por él.

La máquina universal de Turing es capaz de emular a cualquier otra, aunque sea más compleja que ella misma. Dado que los seres humanos somos máquinas —complejas máquinas biomoleculares, pero máquinas al fin y al cabo— podemos pensar, como hizo Turing, que su máquina universal, origen de los ordenadores actuales, debería poder emular la inteligencia humana.

La prueba de Turing: ¿este ordenador es inteligente?

No podía pasar por alto la cuestión de cómo averiguar si una máquina es o no inteligente y, para responder a esta pregunta, propuso una prueba que lleva su nombre: el Test de Turing. Este test es una variante del llamado juego de imitación en el que participan tres personas: un interrogador, un hombre y una mujer. El interrogador se sitúa en una sala distinta y se comunica con las otras dos personas mediante mensajes de texto en un terminal de ordenador y dispone de cinco minutos para, por las respuestas que recibe a sus preguntas, determinar quien es el hombre y quien la mujer.

Esto sería fácil si no fuera porque en este juego el hombre miente, pretendiendo ser la mujer, con el objetivo de confundir al interrogador. La mujer, por su parte, intenta, a través de sus respuestas, ayudar al interrogador a discernir correctamente quién es quién. Si pasados los cinco minutos el interrogador no es capaz de saber con una certeza superior al 70% quien es quien, entonces el hombre gana el juego ya que ha conseguido confundir al interrogador haciéndose pasar por mujer. Pues bien, el Test de Turing consiste simplemente en sustituir en este juego de imitación el papel del hombre por un ordenador, de tal forma que si consigue confundir al interrogador, haciéndole creer que es la mujer, diremos que el ordenador es inteligente.

Si bien es cierto que hasta ahora no hay ningún programa de ordenador que haya superado este test, hay que decir que tampoco es realmente un objetivo de los investigadores en IA conseguir superarlo y, por lo tanto, no se han dedicado muchos esfuerzos a ello. El principal motivo es que este juego de imitación, en base al estado actual de la IA, no es un buen indicador para determinar si una máquina es inteligente ya que, como mucho, solamente evalúa aquellos procesos cognitivos que son susceptibles de ser expresados verbalmente. Sin embargo, hay otros procesos cognitivos fundamentales que no son verbalizables y cuya modelización y evaluación son imprescindibles en IA.

Wxulqj#sclqr%#
 fap r#byhuljxdu#/#
 xqd# <txlqd#v#
 lqwdjhqwh#r#

Od# <txlqd#
 xqlyhuvd#v#fdsd}#
 gh#p xou#
 fxdxlu#wd#
 dxqtxh#hd# <v#
 frp s#nd#xh#co#
 p lp d

El ejemplo más paradigmático es la actual investigación en robots autónomos cuyo objetivo es dotarles de sofisticadas habilidades sensoriales y motoras, que permitirán que dichos robots puedan aprender a reconocer y comprender lo que vean, toquen, oigan y huelan. También deberán tener capacidades de razonamiento espacial para aprender a interpretar su entorno, que generalmente incluirá a otros robots y también a seres humanos, lo que requerirá que desarrollen capacidades de socialización. Para poder medir los progresos hacia estos objetivos, un test como el propuesto por Turing no sirve. Necesitamos un conjunto de tests que evalúen todo el rango de capacidades que conforman la inteligencia y, en particular, la capacidad de adquirir conocimientos de sentido común, el problema más importante que debemos resolver para lograr inteligencias artificiales de propósito general.

Pero aún hay más contribuciones científicas de Turing. En una conferencia en la Sociedad Matemática de Londres, en 1947, disertó sobre la posibilidad de construir máquinas conexionistas, basadas en redes de neuronas artificiales, con capacidad de aprendizaje. Concepto sorprendentemente vigente en los actuales sistemas conexionistas de IA. La última, y asombrosa, noticia sobre la genialidad de Turing es del pasado febrero. Investigadores del King's College de Londres han confirmado experimentalmente una teoría que Turing formuló hace 60 años y que explicaba cómo se generan los patrones biológicos que dan lugar, por ejemplo, a las rayas en los tigres o las manchas en los leopardos. El estudio, publicado en la prestigiosa revista *Nature Genetics*, demuestra que dichos patrones se deben a la interacción de un par de morfogenes, uno inhibidor y otro activador, tal y como predecían las ecuaciones que había formulado Turing. Este resultado es de tal magnitud que puede incluso tener aplicaciones importantes en medicina regenerativa.

A nadie se le escapa pensar cuántas veces más nos hubiera asombrado Alan Turing con contribuciones científicas de primer orden si la intolerancia no se hubiera cruzado en su camino.

Ramon López de Mántaras es científico del [Instituto de Investigación en Inteligencia Artificial](#) del CSIC, en Barcelona