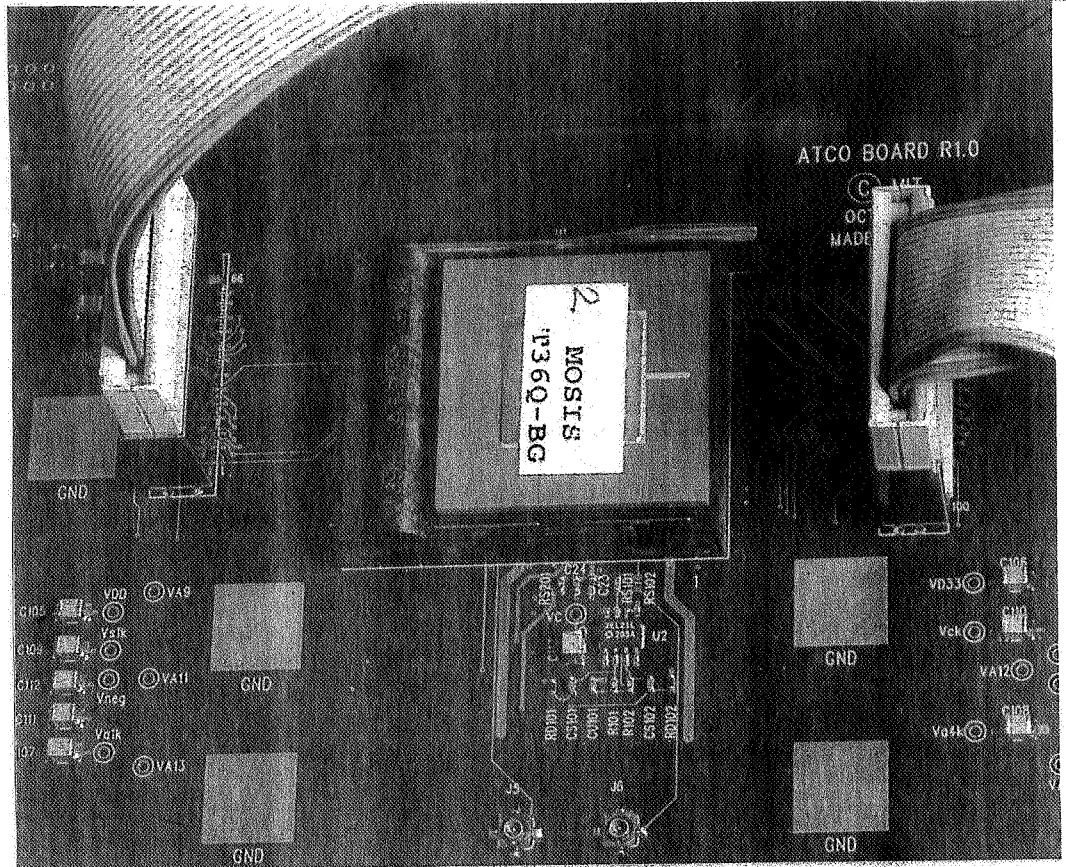


# C I E N C I A

La gran facultad de los ordenadores para generar consecuencias lógicas abren un nuevo camino para la comprobación y verificación de conjeturas. Enric Trillas, Eloy Renedo, de la Universidad Politécnica de Madrid, y Sergio Guadarrama, de la Universidad Rey Juan Carlos, analizan para El Cultural la capacidad de la Inteligencia Artificial para conjeturar.



## La conjetura como arte

**La Inteligencia Artificial se adentra en las capacidades humanas**

LAS personas tienen una gran capacidad para hacer conjeturas cuyo buen manejo es básico para la creación, tanto en la filosofía y la literatura, como en la ciencia y la ingeniería, o en la música y el diseño, entre otras muchas actividades humanas. Los ordenadores, sin embargo, tienen una gran capacidad para generar consecuencias lógicas, las cuales son necesarias para la comprobación o verificación de las conjeturas. Hoy en día, la utilización de ordenadores para la contrastación, la refutación o el refuerzo de conjeturas está ampliamente extendida;

la generación de conjeturas, sin embargo, es mucho más difícil. Hay muchos programas para la simulación o la verificación de procesos; los hay, por ejemplo, para la física de partículas, las reacciones químicas o el análisis genético, pero hay muy pocos que generen nuevas conjeturas útiles. Por eso no es raro que la inteligencia artificial dedique esfuerzos a imitar la capacidad humana de conjeturar. Tanto para ayudar a las personas a ejercerla, como para lograr que las máquinas lo hagan por sí mismas, e incluso mejor donde y cuando sea posible. Ello, a su vez, repre-

senta un desafío para que las personas no se dejen adelantar por las máquinas en lo que consideran que les es propio.

**Conocimiento previo.** Para llegar a una conjetura hay que partir de un conocimiento previo, del que debe procurarse que no contenga contradicciones ni incompatibilidades. Conjeturas las hay de muchos tipos; por ejemplo, las que pretenden explicar dicho conocimiento (hipótesis), las que pretenden obtener conclusiones seguras a partir del conocimiento previo (consecuencias

lógicas) y las que sólo pretenden explorar más ese conocimiento (especulaciones). Las especulaciones permiten, a veces quitándolas, a veces agregándolas, que se pueda llegar respectivamente a nuevas hipótesis o consecuencias lógicas, y en otras ocasiones, simplemente, que se puedan obtener especulaciones mejores.

Cualquier creador tiene la experiencia de cómo, a través de especulaciones previas, llega a algo que, en muchos casos, no es sino una especulación que es mejor en el sentido de que le permite empezar el

despliegue de lo que antes no conseguía expresar; muchos procesos creativos se van desplegando a través de enlaces de especulaciones. Una narración podría decirse que es una gran conjetura que contiene multitud de otras conjeturas enlazadas que el autor pretende que sean consistentes, no sólo entre sí sino también con la conjetura global. Esta conjetura global suele ser compleja y, con frecuencia, sólo se manifiesta una vez terminada la narración. El buen lector va generando, a partir de sus conocimientos previos y de algunas hipótesis, sus propias especulaciones que le permiten ir interpretando la narración y llegar a captar su sentido global. De hecho, las narraciones literarias se basan tanto en las conjeturas del autor como en las que el lector añade.

Las imprecisiones e incertezas de las narraciones hacen que muchos enunciados sean graduables, aunque esto no impide que en bastantes casos pueda analizarse su consistencia contextual. Tales imprecisiones e incertezas permiten al lector encajar sus propias conjeturas con la narración; encontrarle un sentido y, así, apasionarse con ella. Los libros empiezan a ser, para los científicos de la computación, un campo en el que encontrar abundante material con el que contrastar experimentalmente modelos previamente investigados o con el que idear nuevos modelos.

**Lógica clásica.** Por ejemplo, experimentos sobre el significado de frases condicionales (del tipo "si... entonces..."), extraídas de novelas, libros de texto, libros de instrucciones, etc., revelan que con frecuencia la interpretación hecha de estas frases por los lectores no coincide con la que podría hacerse con la lógica

clásica, pero sí con las que permite hacer la lógica borrosa. Sirva como ejemplo la frase de Enrique Vila-Matas (en *Desde la ciudad nerviosa*, capítulo "Un tapiz que se dispara en muchas direcciones"): "Siempre me había dicho que si la vida no tiene sentido tampoco lo tiene leer, pero de repente me pareció que la operación de leer y buscar artistas de No tenía mucho sentido. De pronto, sentí que la busca de *bartleby*s daba sentido a mi vida",

Cabe conjeturar que Vila-Matas usa la palabra "sentido" como imprecisa o graduable; de lo contrario es difícil captar qué quiere decir con "tenía *mucho* sentido". Esta es una frase que, en realidad, muestra un ar-

permiten criticar los modelos teóricos empleados y desecharlos o mejorarlos; tales modelos deben ser solventes, es decir, su crédito en el lenguaje debe ser alto.

**Estructura racional.** Hoy en día, la web ha permitido un gran crecimiento de la narración escrita, debido en parte a su accesibilidad, a su dinamismo y a su no linealidad, es decir, a su estructura relacional arborescente. Su estructura permite a los lectores construir multitud de historias distintas a partir de un conjunto de páginas enlazadas. En este caso, el lector juega un manifiesto papel activo en el desarrollo de la narración, porque ésta depende de

los saltos que haga entre las páginas. Se diferencia por tanto, de otros tipos de narraciones donde el desarrollo lineal del texto restringe las posibilidades. Ciertamente, esto tiene algunos inconvenientes: entre las distintas páginas pueden encontrarse muchas contradicciones e incompatibilidades y, además, la coherencia global la debe poner el propio lector.

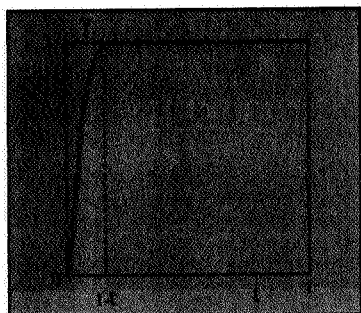
Para ayudar a los usuarios se inventaron los buscadores, que aprovechan la estructura de enlaces a fin de encontrar páginas relevantes para las palabras que introducen los usuarios y que no siempre coinciden con lo que en realidad buscan, normalmente conceptos o ideas y no sólo palabras. Para dotar a los buscadores de nuevas capacidades son necesarias dos cosas; por un lado, añadir a la web tanto anotaciones como relaciones más "legibles" para los ordenadores y, por otro, incluir en los buscadores capacidades de inferencia tanto inductiva como deductiva. Falta progresar hacia la búsqueda semántica.

La música es un caso notable de "narración" ligada a un contexto sonoro cuya representación simbólica (partitura), cuando existe, requiere para su lectura un conocimiento específico. Se acepta comúnmente que la partitura es una reducción del universo expresivo del autor; con ella pueden representarse aspectos formales, pero no intenciones expresivas o elementos emocionales (salvo un reducido número de ellos), necesitando a tal efecto indicaciones escritas. Esta limitación es tanto más patente, cuanto más "libre" es el estilo, cuando la partitura es más bien informal como en el jazz, o cuando la escritura brilla por su ausencia como en el caso del flamenco. Encontramos, por tanto, que el intérprete musical lo es en sentido estricto o, si se prefiere, que tiene que re-interpretar la partitura, máxime cuando en la mayoría de los casos la intención del autor no es directamente accesible.

La "narración musical", análogamente a la literaria, es una conjetura que se genera a partir de diferentes hipótesis y conocimientos previos. Desde hace tiempo existen programas que leen y "tocan" partituras de una manera literal y cuyos recursos interpretativos, en especial los tímbricos, son mayores a medida que aumenta la potencia del computador; pero carecen de la posibilidad de expresar emociones.

Sin embargo, ya hay modelos computacionales (*Saxex* es uno de ellos) que "interpretan" una partitura de modo expresivo por medio de técnicas de inteligencia artificial; que permiten, imitando un estilo concreto o a un músico, añadir expresividad a la interpretación. Para emular al intérprete humano, estos programas generan una sucesión de conjeturas musicales sobre la base de la hipótesis de que la partitura es una guía aproximada de las intenciones del autor.

E. TRILLAS/S. GUADARRAMA/E. RENEDO



GRADO DE VERDAD CONTEXTUAL

**Hoy en día, la utilización de ordenadores para la contrastación, la refutación o el refuerzo de conjeturas está ampliamente exten-**

**dida; la generación de conjeturas, sin embargo, es mucho más difícil**

zonamiento compuesto de dos condicionales y admite un grado numérico de verdad contextual que puede representarse, mediante lógica borrosa, por la curva de la figura: Tal curva enseña que, en el contexto de la narración, y con la única hipótesis de que Vila-Matas es un lector apasionado (alto valor del parámetro  $t$ ), la frase es básicamente verdadera. Se trata de un ejemplo que muestra la posibilidad de ayudar computacionalmente a los autores a comprobar la credibilidad de sus afirmaciones, en el contexto conjetural de la narración y a medida que avanzan en su despliegue total. Ejemplos como *ese*, además,