

Triángulos y voces: reflexiones sobre Inteligencia artificial.

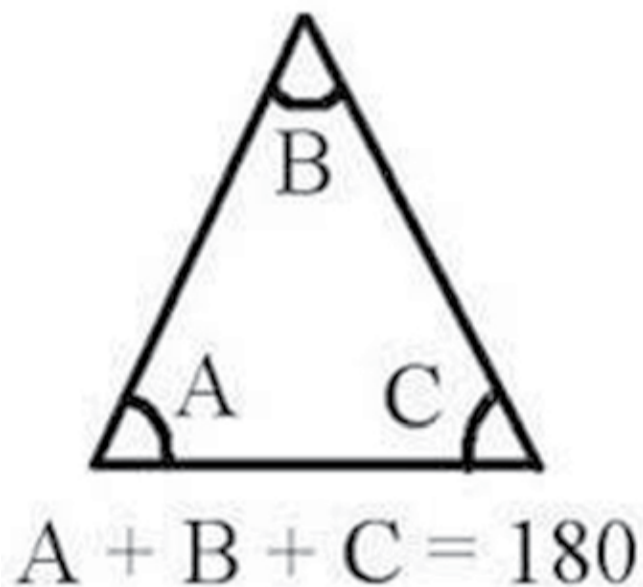
Aldo Pacchiano Camacho

Universidad de California, Berkeley

Aldo Pacchiano realizó estudios en Matemáticas y Ciencias de la Computación en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en Boston, Mass, la maestría en Matemáticas Avanzadas en Cambridge y es candidato a Doctor en Computación por la Universidad de California en Berkeley. Es parte del grupo Mas Ciencia de quienes aceptó la invitación para compartir en este texto su trabajo en el campo de la computación y las matemáticas. Más Ciencia Por México A.C., es una organización ciudadana que busca contribuir a la construcción de una mejor sociedad a través del desarrollo y la divulgación de la cultura científica @MasCienciaMx. Presentación: Agustín López Munguía

Un triángulo en el pizarrón

Esa tarde hacía calor, como en cualquier tarde de finales del verano en el estado de Morelos. El profesor escribía sobre un pizarrón. Un triángulo, dijo y comenzó a dibujar un polígono de tres lados.



Marcó sus tres ángulos con un plumón y volviéndose hacia la decena de estudiantes que escuchaban mencionó que la suma de los ángulos internos de un triángulo, de cualquier triángulo, es exactamente 180 grados. Asentimos. Sí, ya lo sabíamos. Asentimos. Sí. Sí. Y entonces el profesor nos hizo una pregunta que generó un terremoto en ese salón de clases y que sigue reverberando dentro de mí: si, pero ¿por qué?

Aquel fue el momento en que por vez primera presencié una demostración matemática. Es posible utilizando lógica probar que todo triángulo cumple la propiedad que nuestro profesor mencionó. No sólo eso, sino que cualesquiera dos personas que estudien las propiedades de los triángulos llegarán a las mismas conclusiones. Es una verdad irrefutable. La demostración parte de trazar una línea paralela a la base que pase a través del vértice del triángulo y jugar con propiedades de los ángulos entre líneas paralelas. La magia son tanto la simplicidad del argumento, como el hecho de que el resultado es una verdad alcanzable e irrefutable. Dentro del mundo de las matemáticas es posible aspirar a conocer la verdad, una verdad que muchas veces transpira cierta belleza particular, tanto en la demostración como en la tesis. Los objetos matemáticos existen en un mundo etéreo, casi de sueño, poseedores de una cualidad estética especial. Las grandes preguntas del mundo; ¿quiénes somos?, ¿hacia dónde vamos?, ¿qué es la realidad?, me han acompañado desde siempre y seguirán caminando el sendero de mi vida, pero las matemáticas se presentaron desde aquella tarde como un paisaje fértil, un mundo sereno de lógica, una gruta escondida que es posible explorar utilizando solo la imaginación, sin más acompañante que el rocín de la lógica.

Las olimpiadas de matemáticas

Han pasado 14 años desde aquella tarde, de aquella primera sesión de entrena-

miento que mi escuela había organizado para participar en las olimpiadas morelenses de matemáticas. Las olimpiadas de matemáticas son concursos organizados a nivel local, nacional e internacional para alumnos de secundaria y preparatoria en donde los participantes compiten por puntajes en exámenes donde resuelven problemas de matemáticas. Los problemas son en su mayor parte demostraciones matemáticas, a diferencia del currículo usual para alumnos de preparatoria. Los temas subyacentes no son muy complicados o tremendamente diferentes a los cubiertos en un salón de clases, pero el sabor de los problemas es distinto (ver La Unión de Morelos, 3 de Octubre de 2016. http://www.acmor.org.mx/descargas/16_oct_03_olimpiadas.pdf)

La olimpiada de matemáticas en Morelos era organizada en esos años por la Dr. Larissa Svitneva. Los seis muchachos seleccionados en aquella ocasión para representar al estado de Morelos en la olimpiada nacional del 2004 fuimos entrenados por el Dr. Rogelio Valdez, quien actualmente funge como presidente de la OMM (Olimpiada Mexicana de Matemáticas) siendo además investigador en el Centro de Investigación en Ciencias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Los meses y algunos años pasaron y las competencias estatales y nacionales se volvieron la olimpiada internacional de matemáticas, donde participé en tres ocasiones representando a México, junto con otros cinco estudiantes del país.



Mis resultados en las olimpiadas de matemáticas me permitieron más tarde ser aceptado en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) por sus siglas en inglés, para cursar la carrera en matemáticas y ciencias de la computación. Completé aquellos estudios con una maestría en matemáticas por la Universidad de Cambridge, y una en ciencias de la computación por el MIT. Actualmente curso el doctorado en la Universidad de Berkeley dentro del departamento de ciencias de la computación.

En algún momento durante mis estudios de licenciatura, me topé con el campo de la *inteligencia artificial*. Desde entonces me han fascinado las siguientes preguntas: ¿qué es la inteligencia? y ¿cómo la podemos simular en una computadora? ¿Cómo podemos establecer modelos matemáticos para entender los problemas de aprendizaje que nuestro cerebro realiza y que nos permiten reconocer objetos, nombrarlos, entablar una conversación, soñar, y hacer todas las cosas que significan ser humanos?

Si pudiésemos modelar matemáticamente estos procesos, podríamos entonces realizar demostraciones matemáticas para entenderlos y entendernos mejor.

Máquinas inteligentes

El campo de la inteligencia artificial es bastante ecléctico. Hay quienes realizan investigación intentando elucidar a través de experimentos, y teorías, el funcionamiento del cerebro; otros se dedican al desarrollo de sistemas industriales como

bre

CONEXIONES

por ejemplo vehículos de conducción autónoma, o mejores buscadores de internet, y una última actividad dentro del campo es la de quienes se dedican a ampliar nuestros conocimientos sobre los fundamentos estadísticos, teóricos y matemáticos de la inteligencia artificial.

Me parece que aún estamos lejos de conseguir construir un agente capaz de interactuar a un nivel cercano al humano. La realidad muchas veces dibujada por películas y autores de ciencia ficción, donde androides humanoides realizan las más diversas tareas se encuentra aún muy lejos. Una de las barreras más importantes que aún enfrentamos es la de modelar y entender el lenguaje. El lenguaje es una estructura tan fabulosamente compleja que ha escapado hasta el momento de todos los intentos para modelar exitosamente su funcionamiento de manera matemática, formal, y por ende de crear sistemas que permitan la interacción de voz y texto; que entiendan conversaciones enteras y produzcan narrativas coherentes.



El uso de sistemas basados en inteligencia artificial es ubicuo en el mundo de hoy. Los buscadores de internet como Google o Bing utilizan un sinnúmero de algoritmos para decidir qué resultados pueden ser relevantes para sus usuarios. De entre la multitud de posibles respuestas, datos, e información que estos buscadores tienen almacenada, deben producir una lista sucinta de resultados que puedan interesar al usuario dada una pequeña oración o pregunta. Considerando la dificultad del problema, la gran efectividad de estos servicios es fascinante; trabajan tan bien que los usamos todos los días casi sin reclamaciones. En otras áreas, durante la última década se han logrado diversos avances muy impresionantes en particular en el área conocida como Deep Learning (aprendizaje profundo), que haciendo uso de técnicas basadas en redes neuronales ha producido grandes éxitos en el reconocimiento de objetos en imágenes usando computadoras. Las "redes neuronales", son un modelo estadístico inventado hace más de 40 años, que ha vuelto a ganar popularidad debido a sus éxitos recientes. Estas redes son un modelo matemático hyper-simplificado del funcionamiento de una neurona biológica. En Deep Learning, múltiples capas de estas neuronas son colocadas en una arquitectura con conexiones entre ellas. Las neuronas en las capas inferiores funcionan como inputs (entradas) y las neuronas en capas superiores como outputs (salidas). Luego los parámetros del modelo son ajustados con la esperanza de que la red neuronal produzca valores deseados para determinadas entradas. Tristemente, nuestro entendimiento teórico de estos métodos es bastante limitado. Los fundamentos estadísticos y matemáticos que demuestran por qué las redes neuronales funcionan no están tan desarrollados como sus aplicaciones. Son también notorios los avances en el campo de conducción de vehículos autónomos. Desgraciadamente en el área donde aún flaqueamos es en el procesamiento de *lenguaje natural*, que es el área de la inteligencia artificial que estudia cómo hacer que una computadora entienda el lenguaje e interactúe con el mundo a través de él. Por ejemplo, Google Translate trabaja muy bien con oraciones sueltas, pero le resulta muy difícil traducir de manera coherente textos más largos.

Debido a mi formación matemática, pertenezco al grupo que trabaja en develar los misterios estadísticos y matemáticos de la inteligencia artificial. Me interesa entender los límites teóricos de ciertos algoritmos utilizados en la minería de datos. Los avances teóricos pueden traer nuevos algoritmos para realizar tareas que previamente eran imposibles o para entender los límites de ciertas técnicas utilizadas en la práctica. Hay ocasiones en que a pesar de intentos de practicantes y programadores, no se encuentra una manera eficiente de resolver algún problema estadístico. En esos casos es posible demostrar matemáticamente que ciertos problemas son imposibles de resolver en la práctica. Por ejemplo, es posible probar que hacer la estimación de los parámetros de mayor plausibilidad (que es una técnica común cuando se trata de estimar los parámetros de un modelo estadístico) dentro de un "Multiple Context Free Grammar", un modelo utilizado en procesamiento de lenguaje natural (un subcampo dentro de la inteligencia artificial), es un problema difícil, imposible en la práctica cuando las instancias del problema son demasiado grandes. Esto permite dar perspectiva a quien en la industria o en la academia tenga pensado el utilizar dentro de su trabajo o investigación, modelos que dependan de resolver este tipo de problemas difíciles.

El lenguaje.

Entender el lenguaje, es entender la pieza fundamental de lo que nos hace humanos. Fue el lenguaje, la palabra hablada y escrita, el que han cincelado la historia. Desde que dejamos las sabanas africanas, hablar, poder describir nuestro entorno, entender y contar historias, nombrar a extraños y conocidos, nos ha dado el poder de capturar el mundo y preservar nuestra memoria, nuestras ideas y conocimientos. La historia de los seres humanos ha sido el recorrido de una voz que ha venido dando tumbos por milenios, a veces tiñéndose de risas, otras de llanto, a veces ahogada por cacofonías de odio, otras, por voces dulces de progreso; por el canto orgulloso de grandes novelistas o de hombres de ciencia y por el murmullo de cartas de amor. Es una voz que permanece tan misteriosa como siempre y tan viva como nunca. Con la ayuda de las matemáticas el quehacer científico ha logrado dar respuestas a algunas preguntas fundamentales sobre la estructura del universo pero aún ha sido incapaz de atender a la pregunta más grande de todas: ¿quiénes somos? Si las matemáticas son el lenguaje de la Naturaleza, la pregunta es, cómo hacerlas hablar con la voz de los seres humanos.