

¡Eureka!



UNCUYO
UNIVERSIDAD
NACIONAL DE CUYO

Mendoza, República Argentina

Publicación con referato recomendada por el Comité Editorial
(Ediunc, Universidad Nacional de Cuyo).

¡Eureka!

La creatividad desde
el *Homo sapiens*
a la inteligencia artificial

Jorge Eduardo Núñez McLeod
y Selva Soledad Rivera

Con ilustraciones de Gonzalo Domínguez Gómez

Para Noelia

Nuñez Mc Leod, Jorge Eduardo
¡Eureka!: la creatividad desde el *Homo sapiens* a la
inteligencia artificial / Jorge Eduardo Nuñez Mc Leod;
Selva Soledad Rivera; ilustrado por Gonzalo Domínguez
Cómez. – 1ª ed. – Mendoza: EDIUNC, 2021.

158 p.: il.; 23 x 14 cm – (Ida y vuelta)

ISBN 978-950-39-0386-5

1. Neurociencias. 2. Inventos. 3. Inteligencia
Artificial. I. Rivera, Selva Soledad. II. Domínguez
Cómez, Gonzalo, illus. III. Título.
CDD 006.301

¡EUREKA!

LA CREATIVIDAD DESDE EL *HOMO SAPIENS*

A LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Jorge Eduardo Núñez Mc Leod y Selva Soledad Rivera

Ilustraciones: Gonzalo Domínguez Cómez

Primera edición, Mendoza 2021

COLECCIÓN *IDA Y VUELTA*

ISBN 978-950-39-0386-5

Queda hecho el depósito que marca la ley 11723

©EDIUNC, 2021

<http://www.ediunc.uncuyo.edu.ar>

ediunc@uncuyo.edu.ar

Impreso en Argentina - *Printed in Argentina*

Prólogo

JORGE Y SELVA

9

El origen para Jorge

Mi padre siempre fue una persona curiosa, creativa y entusiasta de las nuevas tecnologías, creía en los avances y en cómo ellos debían beneficiar la vida cotidiana de las personas. En casa siempre había información actualizada y las últimas publicaciones de tecnología disponibles, ya fueran libros o fascículos. En aquella época no existía internet y el acceso a la información estaba restringido a las publicaciones y documentales que aparecieran en alguno de los dos canales de televisión disponibles en Mendoza. Por ello, no resultó extraño que cuando apareció la primera calculadora programable en lenguaje Basic, mi padre nos la regalara a mi hermano y a mí a principios de los 80.

La revolución en casa no se hizo esperar, saltamos con mi hermano ávidos de poder ingresar en un universo que estaba despegando alrededor del mundo. Recuerdo que en aquel entonces lo que me fascinaba era escuchar hablar de programas de computadora que resolvían problemas a las personas y los denominaban «sistemas expertos». Qué maravilla, pensaba. Una computadora que resuelve mis problemas. Una semana tardé en programar mi primer sistema experto, algo reconocidamente básico y rudimentario, pero cumplía con una importante función: hacerme ver qué era un sistema experto. Y allí fue grande mi desilusión, porque entendí que el sistema experto no sabía más que yo, solo sabía aquello que yo le había enseñado. Podía razonar a través de silogismos y encontrar

respuestas dentro de un marco de conocimiento previamente armado. Pero no podía hacer nada con respecto a temas que no conocía, salvo informar que no lo conocía para tomar decisiones.

Entendí luego, que entonces no quería un sistema experto, que reflejara solamente el conocimiento de quién lo programara o entrenara, sino que quería una inteligencia artificial que tuviera la capacidad de ver o encontrar aquello que yo no veía o no podía encontrar. En otras palabras, quería que fuera una inteligencia creativa.

10 En aquella época y con mis rudimentarios conocimientos la respuesta se encontraba solo en la ciencia ficción. Como en *2001 Odisea en el Espacio* (Kubrick, 1968), con la inteligencia artificial de la nave que demostraba rasgos humanos, o los robots de *La Guerra de las Galaxias* (Lucas, 1977) con claros comportamientos humanos. Durante mi estancia en la Universidad Nacional de Cuyo, como estudiante de Ingeniería Industrial, encontré en la biblioteca un libro que me marcaría definitivamente, *La sociedad de la mente* (Minsky, 1986). Todo aquello fue el caldo de cultivo de un interés.

El origen para Selva

En mi casa, mi padre fue una persona intensamente inquieta e inteligente. Valoraba el conocimiento y entendía que era necesario para realizarse en la vida. Era un ávido lector que nutría la casa de libros y los devoraba noche a noche. Entendía que el conocimiento en un libro era importante para poder acceder a él; pero más importante era trasladarlo a uno mismo y con ese conocimiento desarrollarse a uno y a su entorno social.

Con ese perfil de lector apasionado, entendió a mediados de los 80 que el futuro requería una nueva herramienta para manejar el conocimiento y si bien no era para él, en cuanto pudo me regaló una computadora. Él sabía que el futuro pasaría por lo que se pudiera realizar con ese aparato y creía que yo podría aprovechar esa oportunidad en cuanto la tuviera.

Era mágico en aquella época escuchar cómo la información se almacenaba en una cinta. La información transformada en sonido. Un sonido que uno aprendía a reconocer y saber cuándo comenzaba el encabezado, cuándo eran datos y cuándo era el programa lo que se almacenaba o leía. Adicionalmente estaban los problemas técnicos, los ruidos adicionales que corrompían la transmisión. Recuerdo con gusto como compré un kit en una casa de electrónica y armé un filtro especial para mejorar la transferencia de la información eliminando los ruidos.

Fue claro que los robots de *La guerra de las galaxias* (Lucas 1977) o la serie *Fuga en el Siglo XXIII* (Anderson, 1976) fueron una clara influencia en mi futura relación con la tecnología.

Mi paso por la Universidad Tecnológica Nacional, como estudiante de Ingeniería en Electrónica, me motivó para acercarme a tratar de entender cómo poder crear esos robots y, sobre todo, construir esas inteligencias. Así fue como en cuanto estuvieron disponibles un curso de robótica y otro de reconocimiento de patrones, se terminó de definir mi perfil en esta área.

11

Encontrando el camino de la creatividad

A finales de la década de los 80 nos conocimos. La empatía natural entre nosotros nos llevó rápidamente a trabajar juntos.

En 1994 publicamos en conjunto nuestro primer trabajo en un tema de inteligencia artificial, en el que utilizamos la idea de un algoritmo genético al que –debido al problema que habíamos encarado– le debimos quitar, curiosamente, su creatividad (Núñez McLeod y Rivera, 1994). Un par de años más tarde, este trabajo permitió implementar un algoritmo para poder diagnosticar cáncer de mama a través de mamografías. Para ello, la inteligencia artificial debía distinguir en las imágenes los objetivos a estudiar y luego decidir si eran tumores benignos o malignos. El programa solo funcionaba adecuadamente si carecía de creatividad. Entendiendo en ese momento a la creatividad como la capacidad del algoritmo de proponer estructuras diferentes a las propuestas como modelos (i.e. al conjunto típico de tumores que se investigaban).

A partir del año 2000 trabajamos en conjunto con otros investigadores durante un conjunto de años en el desarrollo de algoritmos inteligentes para el trazado de ductos en geografías extensas. En particular, los trabajos comenzaron con una propuesta a una empresa del área de la energía para realizar –con un algoritmo genético modificado– el trazado de un gasoducto (dar las coordenadas sobre el terreno por donde debía pasar la cañería llevando el gas) en el noroeste de la Argentina. Este es un problema complejo porque hay que tener en cuenta que un gasoducto debe evitar centros poblados, evitar reservas naturales, zonas de derrumbes, preferir el paso de rutas secundarios y no principales, estar cerca de rutas existentes para facilitar el transporte del equipamiento, los materiales y el personal, los radios de giro que se puede imprimir al recorrido y un largo número de etcéteras.

Si se hubiese utilizado un algoritmo genético tradicional, este hubiera creado innumerables trazados discontinuos, por el método que utilizan estas metaheurísticas para proponer nuevas soluciones, por lo que trabajamos sobre cómo darle la inteligencia necesaria para siempre crear trazados viables. Al verlo en retrospectiva, nos damos cuenta que finalmente queríamos que fuese, para el contexto del problema, creativo; pero con una visión práctica de la propuesta generada. Es decir, le estábamos pidiendo al algoritmo que tuviera en cuenta que su propuesta debía ser posible de construir en la realidad. Y ese era un gran salto para un algoritmo que debía crear nuevas alternativas.

Con los años trabajamos en alternativas y refinamientos. Pero lo importante fue haber desarrollado un algoritmo que creaba trazados que tenían la característica de ser posibles de materializar en el mundo real.

Selva trabajó en su tesis de doctorado en el desarrollo de tomas de decisión con información incierta. Para ello, trabajó con lo que se denomina lógica difusa, en donde se intenta que un sistema experto tome decisiones teniendo presente que la información que maneja no es del todo confiable.

Un tiempo más tarde, Jorge propuso una tesis de doctorado en la cual un algoritmo manipulaba la ingeniería de una instalación y—teniendo en cuenta la normativa legal argentina de manejo del riesgo—se encargaba de crear un diseño optimizado para cumplir con aquella. La idea era que si se conocía cuál era la ingeniería conceptual de la instalación, el algoritmo podría crear una planta con los componentes adecuados, las redundancias adecuadas, elegir las diferentes calidades de componentes, determinar la calificación del personal para cada tarea y el nivel de supervisión, y el del desarrollo de los procedimientos de mantenimiento de la instalación para obtener el diseño óptimo.

Luego de trabajar dos décadas en el desarrollo de algoritmos inteligentes enfrentamos lo que consideramos el reto final.

El reto final

Era claro para nosotros que podíamos desarrollar algoritmos que requiriesen capacidad creativa para proponer nuevas soluciones dentro de su contexto matemático e incluso saliendo de las matemáticas al mundo real. Y la pregunta que nos surgió fue: ¿qué separaba esa creatividad de la creatividad de un ser humano? ¿Un algoritmo puede ser creativo como un ser humano? ¿Estos algoritmos eran creativos como un ser humano?

En principio la respuesta fue que no eran creativos a la altura de un ser humano. Eran creativos en un contexto muy definido y con reglas, lógicas y matemáticas, muy bien entendidas.

Así fue como nos embarcamos en la búsqueda de la creación de un algoritmo que permitiese emular la creatividad humana. Emular, en términos prácticos, que se obtienen resultados similares, aunque el proceso que nos conduzca a ellos pueda no ser exactamente el mismo al que se emula.

En la simulación debemos conocer exactamente el proceso para replicarlo; pero acá no se conoce el proceso de la creatividad humana al nivel de poder describirlo como ocurre en las neuronas del cerebro, sino que lo describe a partir de las consecuencias observables y de ciertas características verificables del comportamiento de las neuronas en el cerebro. Por ello preferimos hablar de emulación del proceso de la creatividad humana.

Trabajamos en ello durante años. Y durante años no dimos un solo paso adelante, hasta que finalmente el mismo proceso creativo creó la solución y tuvimos frente a nosotros un algoritmo que emulaba la creatividad humana. La única forma de describir la sensación del momento fue recordar la misma expresión de júbilo que demostró Arquímedes de Siracusa cuando resolvió el famoso problema de la corona del Rey Hierón II hace más de 2.000 años atrás. ¡Eureka!

Si el algoritmo realmente podía crear en el sentido humano, debía poder crear cosas que nuestros antepasados han ido creando mientras construían nuestras civilizaciones. Lo primero que se nos ocurrió fue que el algoritmo debía poder crear la rueda. El gran ícono de la creación humana. Algo que no existía en el mundo y que lo transformaría para siempre.

Probamos la algoritmia generada para determinar cómo se debería haber creado la rueda y entonces surgió el gran problema. El algoritmo imponía una serie de creaciones que deberían haber ocurrido en la antigüedad previas al surgimiento de la rueda. La rueda no podía haber sido creada por la mente humana de la nada en una especie de *big bang* creativo.

Nosotros no sabíamos nada al respecto y debimos ponernos a investigar. Curiosamente, y gracias a nuestro algoritmo, sabíamos qué debíamos buscar en la historia, algo que suena raro; pero que si era cierto el algoritmo estaría emulando correctamente la creatividad que los humanos de aquella época tuvieron.

Durante un par de meses nos volvimos voraces lectores de descubrimientos arqueológicos en distintas partes del mundo. Debimos aprender mucha terminología propia del campo de la arqueología, familiarizarnos

con los sitios arqueológicos y crear cronogramas de las creaciones y ver qué decían y hasta dónde las descripciones que hacían eran lo que buscábamos y evitar a toda costa interpretar a nuestro parecer los textos de los especialistas. Así que optamos por ser totalmente objetivos. Debía decir exactamente lo que buscábamos y el texto no requerir de nuestra interpretación. Esto nos llevó a leer infinidad de textos y descubrimientos que parecían estar encaminados con lo que necesitábamos; pero no lo decían explícitamente y por lo tanto eran desechados como evidencia.

14

Poco a poco empezamos a encontrar la evidencia científica de las creaciones. No fue un proceso lineal. No encontramos una pieza y luego la que seguía. Encontramos piezas de un rompecabezas casi en forma aleatoria. Supongamos que se necesitaban 5 creaciones y las numeramos del 1 al 5, siendo la uno la más antigua y 5 la más moderna, encontramos la 4 y luego la 2, no aparecían 1, 3 y 5. Con el tiempo fuimos encontrando cada paso, cada creación predicha por el algoritmo. Y cuando lo tuvimos todo reunido, documentado por especialistas de la arqueología alrededor del mundo, nos animamos a ir por otras creaciones y demostrar que el algoritmo no era específico para la creación de la rueda.

En todo ese proceso se nos clarificaron una serie de ideas respecto a la creatividad y pudimos ver como se podía dar cabida a las explicaciones de la creatividad que se han propuesto durante cientos de años. Creemos que no hemos de ninguna manera terminado; pero entendemos que hemos llegado a un nivel de madurez que permite compartir lo que hemos encontrado con la comunidad y con ello alentar a otros a utilizar nuestra metaheurística para crear nuevas soluciones a los problemas existentes de la sociedad, crear nuevas soluciones a las perimidas formas de educación tradicional que no incluyen la creatividad como parte fundamental del crecimiento de nuestros hijos, generar nuevas formas de desarrollar soluciones creativas, etc.

Por ello, este libro no es la historia de lo que hicimos para llegar al punto en el que estamos, sino es una visión pasada en limpio, una reinterpretación de la creatividad y de los hitos históricos, las visiones que se desarrollaron, los cambios que impulsaron la creatividad en las distintas sociedades y una formalización de nuestra visión basada en lo que nuestra metaheurística nos ha permitido demostrar o en algunos casos inferir, como en la creación del bolígrafo.

Septiembre de 2021