



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

17 de septiembre de 2024.
Dictamen C.I. 12/2024

DICTAMEN
QUE PRESENTA LA COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN DE LA DIVISIÓN DE CIENCIAS DE LA
COMUNICACIÓN Y DISEÑO

ANTECEDENTES

- I. El Consejo Divisional de Ciencias de la Comunicación y Diseño, en la sesión 12.24, celebrada el 30 de abril de 2024, integró esta Comisión en los términos señalados en el artículo 56 de Reglamento Interno de los Órganos Colegiados Académicos.

- II. El Consejo Divisional designó para esta Comisión a las siguientes personas integrantes:
 - a) Órganos personales:
 - ✓ Dra. Margarita Espinosa Meneses, Jefa del Departamento de Ciencias de la Comunicación;
 - ✓ Mtra. Brenda García Parra, Jefa del Departamento de Teoría y Procesos del Diseño;
 - ✓ Dr. Carlos Roberto Jaimez González, Jefe del Departamento de Tecnologías de la Información.

 - b) Representantes propietarios:
 - Personal académico:
 - ✓ Mtro. Daniel Cuitlahuac Peña Rodríguez, Departamento de Ciencias de la Comunicación;
 - ✓ Mtro. Luis Antonio Rivera Díaz, Departamento de Teoría y Procesos del Diseño;
 - ✓ Dr. Dominique Emile Henri Decouchant, Departamento de Tecnologías de la Información.

CONSIDERACIONES

- I. La Comisión recibió, para análisis y discusión, el informe de actividades académicas desarrolladas por el **Dr. Christian Lemaître y León**, durante el disfrute del año sabático comprendido del 9 de mayo de 2023 al 8 de mayo de 2024.



División de Ciencias
de la Comunicación
y Diseño

Unidad Cuajimalpa
DCCD | División de Ciencias de la Comunicación y Diseño
Oficina Técnica del Consejo Divisional



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

- II. El periodo sabático fue aprobado en la Sesión 01.23 celebrada el 19 de enero de 2023 mediante Acuerdo DCCD.CD.08.01.23 del Consejo Divisional de Ciencias de la Comunicación y Diseño.
- III. La Comisión de Investigación sesionó vía remota el día 17 de septiembre de 2024, fecha en la que concluyó su trabajo de análisis y evaluación del informe, con el presente Dictamen.
- IV. La Comisión contó, para su análisis, con los siguientes elementos:
 - Programa de actividades académicas por desarrollar durante el periodo sabático.
 - Evaluación general.
- V. La Comisión evaluó el informe de actividades académicas, las constancias y documentos que demuestran las actividades realizadas por el **Dr. Christian Lemaitre y León**, durante el disfrute del periodo sabático comprendido del 9 de mayo de 2023 al 8 de mayo de 2024:

Actividad 1

Borrador del libro cuyo título provisional es “Las responsabilidades detrás de la burbuja de la inteligencia artificial”.

Para mayo de 2024 se tenían 6 capítulos desarrollados en versión bastante avanzada, excepto el primer capítulo del cual sólo desarrolló el primer tercio para dejar los otros dos tercios en correspondencia a lo que será la versión final del libro.

Actividad 2

Redacción final de un capítulo de libro que será publicado por la UAM-C.

Título del libro: "Inteligencia artificial y problemas sociales".

Editor: Wulfrano Arturo Luna.

Título capítulo 1: “Inteligencia Artificial Responsable”.

Actividad 3

A partir del material recopilado para la redacción del capítulo 4 de las notas del libro “Las responsabilidades detrás de la burbuja de la inteligencia artificial”, elaboró una ponencia que le fue solicitada por parte del Posgrado de Inteligencia Artificial de la Universidad Veracruzana como parte de la conmemoración de los 30 años de su creación.



División de Ciencias
de la Comunicación
y Diseño

Unidad Cuajimalpa
DCCD | División de Ciencias de la Comunicación y Diseño
Oficina Técnica del Consejo Divisional



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
Unidad Cuajimalpa

Actividad 4

Con fecha de 1° de abril 2024 recibió invitación de la Dra. Verónica Medina Bañuelos, Rectora de la Unidad Iztapalapa de la UAM para participar en el Comité organizador del foro Académico: “Perspectiva transdisciplinaria de la inteligencia artificial en la educación superior” que se llevó a cabo los días 26,27 y 28 de agosto 2024 dentro del marco de festejos de los 50 años de la creación de la UAM. A partir de esa fecha ha estado trabajando activamente en el seno del comité organizador.

DICTAMEN

ÚNICO:

Se recomienda al Consejo Divisional dar por recibido el informe de año sabático del **Dr. Christian Lemaitre y León**, conforme al plazo establecido en el artículo 231 del Reglamento de Ingreso, Promoción y Permanencia del Personal Académico y del mismo se advierte que cumplió satisfactoriamente con el programa de actividades.

VOTOS:

Integrantes	Sentido de los votos
Dra. Margarita Espinosa Meneses	A favor
Mtra. Brenda García Parra	----
Dr. Carlos Roberto Jaimez González	A favor
Mtro. Daniel Cuitlahuac Peña Rodríguez	A favor
Mtro. Luis Antonio Rivera Díaz	A favor
Dr. Dominique Emile Henri Decouchant	----
Total de los votos	4 votos a favor

Coordinadora



Mtra. Si [Redacted] ínez

Secretaria del Consejo Divisional de Ciencias de la Comunicación y Diseño



División de Ciencias
de la Comunicación
y Diseño

Unidad Cuajimalpa

DCCD | División de Ciencias de la Comunicación y Diseño
Oficina Técnica del Consejo Divisional

DCCD.DTI.067.24
Agosto 9, 2024

Dra. Gloria Angélica Martínez de la Peña
Presidenta del Consejo Divisional de la División de
Ciencias de la Comunicación y Diseño
Presente

Asunto: Informe de Período Sabático del
Dr. Christian Lemaitre y León

Estimada Dra. Martínez de la Peña:

Por este conducto, me permito hacerle entrega del Informe de Actividades del Período Sabático del Dr. Christian Lemaitre y León, el cual comprendió del día 9 de mayo del 2023 al 8 de mayo del 2024.

Le agradeceré girar sus apreciables instrucciones para que este Informe sea presentado ante el Consejo Divisional en una próxima sesión, con objeto de dar cumplimiento al Artículo 231 del Reglamento de Ingreso, Promoción y Permanencia del Personal Académico.

Se envía carta del Dr. Lemaitre, así como su Informe y anexos, en forma digital, vía correo electrónico.

Agradezco su atención y aprovecho para enviarle un cordial saludo.

Atentamente

Casa abierta al tiempo

Dr. Carlos Roberto Jaimez González
Jefe del Departamento de Tecnologías de la Información



Anexo: Informe de Período Sabático

c.c.p.: Mtra. Silvia Gabriela García Martínez – Secretaria del Consejo Divisional
Lic. Inés Andrea Zepeda Martínez – Oficina Técnica de Consejo Divisional

Ciudad de México, 20 de julio de 2024

Dra. Gloria Angélica Martínez de la Peña
Presidenta del Consejo Divisional
de Ciencias de la Comunicación y Diseño
Presente.

Estimada Doctora Martínez de la Peña,

Adjunto a la presente mi informe de actividades correspondientes a mi año
sabático que cubrió el periodo del 9 de mayo 2023 al 8 de mayo de 2024.
Atentamente

Dr. Christian Lemaitre y León
Profesor Titular
Departamento de Tecnologías de la Información
Número de empleado, 30806

Informe académico de periodo sabático

9 de mayo 2023 – 8 de mayo 2024

Dr. Christian Lemaitre León

En mi plan de trabajo para el año sabático de referencia, partía de dos constataciones mayores que caracterizan nuestro mundo contemporáneo y que me interesan estudiar. La primera consistía en:

“Los efectos de la creciente digitalización de las actividades humanas abarcan ya, en la práctica, todas las esferas sociales, económicas, productivas, ambientales, financieras y políticas de las sociedades contemporáneas.”

Y por otra parte a raíz de la publicación por la ONU de la Agenda 2030, establecía yo:

“Por un lado, tenemos un conjunto de 17 problemáticas estructurales mundiales relacionadas entre sí y para las cuales la ONU ha establecido objetivos de desarrollo sostenible, y por otro lado, tenemos el conjunto de tecnologías digitales, tecnologías transversales que no han dejado aumentar su influencia en todos los ámbitos de las actividades humanas.”

Concluía yo lo siguiente:

“El producto de este trabajo de año sabático será el borrador de un libro sobre el estudio de los efectos sociales, económicos y ambientales de la creciente digitalización de las actividades humanas”.

A continuación presentaré un resumen de las principales actividades realizadas a lo largo del período reportado.

Actividad 1

Borrador del libro cuyo título provisional es:

“LAS RESPONSABILIDADES DETRÁS DE LA BURBUJA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL”

Para mayo de 2024 tenía 6 capítulos desarrollados en versión bastante avanzada, excepto el primer capítulo que sólo desarrollé el primer tercio para dejar los otros dos tercios en correspondencia a lo que será la versión final del libro.

En Anexo I presento los resúmenes de los seis capítulos.

Esta actividad ha sido la que me ha consumido más tiempo, tanto en la búsqueda de bibliografía de apoyo como en su redacción.

En paralelo estuve consultando múltiples fuentes y obteniendo textos de actualidad que me servirán sin duda para el armado y la redacción de la segunda parte del libro que se centrará en la presentación y discusión de estudios de caso actuales.

Actividad 2

Redacción final de un capítulo de libro que será publicado por la UAM-C

Título del libro: ***"Inteligencia artificial y problemas sociales"***

Editor: Wulfrano Arturo Luna

Título capítulo 1: "Inteligencia Artificial Responsable"

A partir de septiembre de 2023, el Dr. Wulfrano Arturo Luna que estaba editando un libro sobre Inteligencia Artificial a partir de un ciclo de conferencias que se llevaron a cabo en la Unidad Cuajumalpa, me solicitó que elaborara un capítulo con el tema que había yo presentado en el seminario. A partir de mis propias notas y la notas aportadas por el Dr. Luna, me dispuse a redactar el capítulo en cuestión, mismo que anexo a este informe en su versión casi final.

Actividad 3

A partir del material recopilado para la redacción del capítulo 4 de las notas del libro ***"LAS RESPONSABILIDADES DETRÁS DE LA BURBUJA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL"***, Elaboré una ponencia que me fue solicitada por parte del Posgrado de Inteligencia Artificial de la Universidad Veracruzana, como parte de la conmemoración de los 30 años de su creación.

La dirección URL en donde se puede ver esta conferencia es:

<https://www.youtube.com/watch?v=Mxe5W4Cypo8&t=475s>

Actividad 4

Con fecha de 1 de abril 2024 recibí la invitación de la Dra. Verónica Medina Bañuelos, Rectora de la Unidad Iztapalapa de la UAM para participar en el Comité organizador del foro Académico: "Perspectiva transdisciplinaria de la inteligencia artificial en la Educación Superior" que se llevará a cabo los días 26,27 y 28 de agosto 2024 dentro del marco de festejos de los 50 Años de la creación de la UAM. A partir de esa fecha he estado trabajando activamente en el seno del comité organizador.

ANEXO I

Resúmenes de los seis primeros capítulos del libro: *“LAS RESPONSABILIDADES DETRÁS DE LA BURBUJA DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL”*

Capítulo 1 : Introducción

Este capítulo inicia planteando el marco general dentro del cual se desarrollará la argumentación principal del libro: las problemáticas sistémicas de la Agenda 2030 de la ONU, así como de algunas de las grandes causas de los peligros sistémicos del planeta, a saber la idea dominante desde el siglo XIX, de que es posible crecer indefinidamente en un planeta finito, con todas las consecuencias ambientales y sociales que sigue causando. Se plantea a continuación qué papel debemos asignar en estos desarrollos planetarios al desarrollo exponencial de la digitalización de las actividades del ser humano – incluyendo los desarrollos recientes de la inteligencia artificial.

Capítulo 2 : El mundo digital en los cincuenta

Este capítulo inicia centrando su atención en el seminario de Darmouth de 1956, en donde se acuñó el término de inteligencia artificial, para pasar revista en una suerte de espiral que va abarcando el tiempo y los temas que conformaron su contexto científico, tecnológico, político, económico y social.

Es así como se sitúan los trabajos, de Warren y Pitts, Alan Turing, John von Neumann, Claude Shannon y Norbert Wiener.

Sin duda el tema más influyente de la década de los cincuenta fue el de la automatización y de la teoría de la Cibernética de Norbert Wiener. Por ello se desarrolla particularmente ese tema bajo la óptica más original que le imprimió Wiener de la necesidad de desarrollar de manera responsable los avances tecnológicos de la automatización buscando privilegiar los beneficios que estos avances tecnológicos podrían tener en beneficio del ser humano.

Se reflexiona cómo el grupo de científicos y tecnólogos reunidos en Darmouth, evitaron por completo la problemática social de las posibles aplicaciones del campo que pretendían desarrollar.

Se pasa revista igualmente del nacimiento de Silicon Valley y del nacimiento de la agencia de financiamiento de ingeniería avanzada del ejército norteamericano, DARPA, que jugará un papel central en el desarrollo de la computación y de la inteligencia artificial.

Capítulo 3 : La investigación en inteligencia artificial y su financiamiento en sus primeros tres lustros

En este capítulo se pasa revista a los avances, instituciones y circunstancias que marcaron el nacimiento de la computación y de la Inteligencia artificial de mediados de los años cincuenta, hasta inicios de la década de los setenta.

Se mencionan los primeros tres eventos académicos en donde se presentaron las ideas iniciales y programas de inteligencia artificial, para luego pasar revista a los principales laboratorios de investigación norteamericanos, centrando la atención en la creación de la oficina de procesamiento de la información de DARPA que jugó un papel fundamental en la consolidación de los principales laboratorios de computación y de inteligencia artificial.

Se detallan tres proyectos faro financiados por DARPA que revolucionaron la computación y la inteligencia artificial prefigurando lo que conocemos hoy en día. El proyecto del Robot Shakey de Stanford, la llamada “madre de todas las demostraciones” de Douglas Engelbart, y el proyecto de Arpanet.

Por último se recuerda la historia de la industria de microelectrónica centrada en la zona de San José, que floreció a tal grado que toda la zona se conoció como Silicon Valley, en donde entre otras cosas nació la llamada “Ley de Moore”.

Capítulo 4: Dos ejemplos de la incidencia social de la ciencia y tecnología

A partir de las diferencias existentes entre las posiciones de Norbert Wiener y del grupo de Darmouth, iniciador de la inteligencia artificial, insisto en que la decisión consciente del grupo de Darmouth de no atender las preocupaciones morales y éticas del desarrollo de innovaciones sobre el conjunto de la humanidad. Este rasgo de inconciencia social por parte de los principales investigadores en inteligencia artificial, se vio alterado por el trabajo de Joseph Weizenbaum del MIT y de sus reflexiones y críticas que publicó en un libro en 1976.

Se detallan los principales puntos de discusión expuestos por Weizenbaum, mostrando cómo esas reflexiones sobre la ética de la investigación, tal y como la

analizaba en esos años son perfectamente pertinentes en la actualidad antes las reacciones que suscitan en la actualidad los resultados de la IAGen.

La segunda parte del capítulo se centra en un ejemplo clásico de la relación entre ciencia, tecnología y sociedad y de la no neutralidad ética de la ciencia y tecnología. Se trata del caso de la relación que tuvo Albert Einstein, uno de los más importantes teóricos de la física contemporánea, con la bomba atómica y la carrera armamentista que se desarrolló a partir de los años cincuenta.

A partir de los principales hechos reportados, y de las posiciones tomadas públicamente por Einstein, se muestra cómo es posible que desde la ciencia más teórica, sea posible asumir las responsabilidades en que incurren los investigadores sobre los desarrollos y usos reprobables de algunos de sus trabajos.

Capítulo 5: Marco teórico de la ética aplicada a la ciencia y tecnología

A partir de los casos expuestos en el capítulo 4 de J. Weizenbaum y de A. Einstein, en este capítulo busco enmarcar las respuestas a las siguientes preguntas:

¿Cómo es posible que científicos renombrados se sientan responsables de las consecuencias directas o indirectas de su actividad científica o de sus respectivas comunidades? ¿Es la ciencia una actividad valorativamente neutra o, como actividad que se desarrolla dentro de la sociedad debe estar sujeta a una valoración por parte de la misma sociedad?

Estos cuestionamientos abren la puerta a planteamientos epistemológicos y éticos de las ciencias y tecnologías de gran importancia en la actualidad. Para desarrollar estas líneas de razonamiento introduzco los planteamientos de León Olivé, epistemólogo y filósofo mexicano.

Expongo las dos teorías que estructuran aun hoy en día las discusiones sobre el papel de la ciencia y tecnología en la sociedad.

El Planteamiento 1: que defiende que la ciencia y tecnología son éticamente neutras. Los problemas éticos se deben al uso que se hace de esos conocimientos. Este es la esencia de la posición positivista de la ciencia.

El Planteamiento 2: consiste en postular que la ciencia y la tecnología son resultado de actividades sociales que se desarrollan dentro de la estructura social de la humanidad, por lo que deben estar sujetas a la valoración moral como cualquier otra actividad humana.

A partir de esas posiciones, presento las argumentaciones que sostienen ambas posturas, haciendo, sin embargo, notar las debilidades del primer planteamiento, a partir de múltiples ejemplos.

Para sostener la fuerza del segundo planteamiento, desarrollo una serie de ejemplos históricos de diversas áreas de la ciencia estudiados desde un punto de vista sistémico, en donde la Sociedad es concebida como un sistema general que

está constituido por toda una serie de subsistemas entre los que se destacan los subsistemas de ciencia y de tecnología.

Hago al final un amplio repaso de las principales ciencias y tecnologías de los siglos XVII al XIX, apuntando las relaciones relevantes de los sistemas de ciencia y tecnología con otros subsistemas sociales.

Capítulo 6: Evaluación moral de la ciencia y la tecnología, de la teoría a la práctica.

El capítulo inicia presentando un resumen de los rasgos y personajes importantes de la teoría dinámica de sistemas. Empieza con K. Boulding economista que en rompimiento con lo defendido por la economía dominante afirmaba ya en los años sesenta que era imposible el crecimiento indefinido en un mundo finito. El siguiente personaje es Jay Forrester quien desarrolló un modelo computacional para simular la evolución en el tiempo de grandes sistemas complejos, trabajo que le permitió al equipo del MIT de Donella Meadows publicar para el Club de Roma en 1972 el reporte denominado "Los límites del crecimiento" que como una de sus conclusiones fue la de mostrar que de mantenerse el crecimiento de la población mundial, de la industrialización, la contaminación, la producción de alimentos y la explotación de los recursos no renovables con las tendencias documentadas de 1972 se alcanzarían los límites absolutos de crecimiento en un siglo.

El siguiente estudio de dinámica de sistemas que se menciona es el de los "Límites Planetarios" desarrollado por Johan Rockström y coautores desde el Centro de Resiliencia de Estocolmo en 2009. En la última actualización de ese estudio se establece que seis de los nueve límites planetarios han sido ya sobrepasados.

Estas herramientas de análisis sistémico permiten estudiar la evolución en el tiempo de los efectos de las interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad. La relación entre este enfoque sistémico y la ética, se introduce a partir de la definición que hace León Olivé de la ética en los siguientes términos: "entendemos el problema de la ética como la fundamentación de normas legítimas de convivencia para la acción y para la interacción entre seres humanos". Más adelante Olivé sitúa el estudio de la ética como un fenómeno social que busca el establecimiento de normas y valores que permitan el desarrollo de prácticas éticamente aceptables pertinentes para el fenómeno de la vida en todos sus aspectos.

La evaluación ética de los efectos de la ciencia y la tecnología sobre la sociedad deben hacerse por periodos de tiempo largos. Los ejemplos del cambio climático y el papel de los gases de efecto invernadero, no son más que uno de tantos ejemplos en donde la acumulación en el tiempo y el espacio de resultados es determinante para realizar una evaluación ética de los fenómenos involucrados.

Estos efectos acumulativos develan un concepto central para su evaluación moral: el concepto de riesgo. Se discuten varios ejemplos en donde el riesgo de un nuevo producto de consumo humano no se detecta con claridad desde un inicio de su puesta a disposición de la sociedad, y fueron los efectos acumulativos, muchas veces irreversibles que mostraron el peligro que representaban.

Regresando al planteamiento del estudio de las interacciones sistémicas y de sus flujos, se recuerda que las interacciones sistémicas son de tres tipos: energía,

materia e información. En el caso de la información se discute el papel de un tipo de información esencial para el estudio de la dinámica de los sistemas sociales, la información llamada “dinero”. A partir de los flujos y los almacenes de esta información, se deduce una relación de poder económico que es una variable que no suele incluirse en las evaluaciones morales.

Finalmente se introduce una herramienta que busca facilitar el análisis ético de cada caso concreto de relación entre ciencia, tecnología y sociedad. Esta herramienta, o “kit” está compuesto por un objetivo ético general y de cuatro principios éticos que conforman una “brújula” ética.

El objetivo general es:

- Buscar en todo desarrollo científico, tecnológico y social el bienestar del ser humano y de la vida en el planeta,

Y los cuatro principios éticos son:

1. El principio kantiano que establece tratar a las personas siempre como un fin y nunca como medios.
2. El principio, también kantiano, que afirma la necesidad de respetar a las personas como agentes autónomos: es decir, como agentes con capacidad de tomar decisiones, y de realizar acciones con base en decisiones que tomen ellos mismos sin engaño ni coacción de nadie más.
3. El principio que prohíbe dañar o producir un sufrimiento en una persona si no hay alguna razón suficiente que lo justifique.
4. El principio de sustentabilidad: Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades.

Título del libro: "Inteligencia artificial y problemas sociales"

Editor: Arturo Wulfrano Luna

A ser publicado por la UAM C en septiembre 2024

1. Inteligencia Artificial Responsable

Christian Lemaître León

Resumen

La computación electrónica ha tomado un papel relevante dentro de la sociedad actual. Su origen se encuentra en el ámbito militar que poco a poco emigró hacia propuestas comerciales. Su desarrollo se debe a la confluencia de distintas ciencias como la cibernética, la teoría de general de sistemas y la teoría de la información, además de los avances e innovaciones en el campo de la electrónica que dieron cabida a la aparición de lo que se conocería más tarde como Inteligencia Artificial, que si bien nació formalmente con ese nombre en la década de los 50 del Siglo XX, sus raíces intelectuales y tecnológicas pueden rastrearse hasta la Grecia o China clásicas.

El área ha evolucionado en distintos periodos de auge y declive principalmente por cuestiones relacionadas con intentos de obtención de financiamiento basados en promesas que posteriormente tuvieron que ser reevaluadas y adaptadas. Tal es el caso de las actuales propuestas como el "computo en la nube", las redes profundas y los métodos de mercadotecnia digital basada en la recopilación y análisis de grandes cantidades de datos. Esta disciplina plantea múltiples áreas de aplicación que, aunadas a una mayor tecnificación de distintos aspectos de la vida contemporánea, hace que renazca el interés por sus consecuencias para la sociedad. Esta discusión se ha presentado en distintos momentos en la historia de la ciencia, siendo uno de los puntos álgidos de ella la que se presentó en el área de la física a partir del Proyecto Manhattan y la creación de la bomba atómica, que dividió a la comunidad científica de manera profunda.

De esta forma, cabe cuestionarse sobre la responsabilidad social por los malos usos y consecuencias negativas del desarrollo de esta ciencia y sus tecnologías y aplicaciones derivadas. La tesis que aquí se presenta considera que los científicos implicados, al ser parte de la sociedad, no pueden sustraerse de dicha responsabilidad y, por el contrario, conscientes de ésta, deberían pugnar por un desarrollo del área en beneficio de la humanidad por sobre los modelos de negocio imperantes que atentan contra ella.

Palabras clave: Historia de la Inteligencia Artificial, Ética en la Inteligencia Artificial, Cómputo en la Nube, Redes Sociales, Cibernética.

Introducción

A lo largo de los últimos ochenta años, la computación electrónica ha venido tomando cada vez más un papel protagónico en todos los ámbitos de la sociedad contemporánea.

Esta relación se inició en secreto en torno a proyectos relacionados con la Segunda Guerra Mundial, en Alemania, Inglaterra y Estados Unidos. En la Posguerra la siguiente generación de computadoras electrónicas se desarrolló principalmente en centros de investigación y modestamente aparecieron las primeras computadoras electrónicas comerciales. Para la década de los cincuenta, existían grandes empresas de computación electromecánicas, basadas en máquinas tabuladoras cada vez más versátiles. Estas empresas fueron las principales introductoras de las nuevas computadoras electrónicas.

En paralelo aparecieron muchos otros desarrollos científicos y tecnológicos en torno a la naciente ingeniería electrónica y el descubrimiento central del transistor sin el cual la historia del mundo actual sería muy diferente. En el campo más teórico aparecieron propuestas integradoras como la cibernética de Norbert Wiener y Arturo Rosenblueth o la teoría general de sistemas de Ludwig von Bertalanffy. Dentro de estas grandes corrientes destacaron, por un lado, la teoría matemática de la información de Claude Shannon, el primer modelo matemático del funcionamiento de una neurona de McCulloch y Pitts, y finalmente la aparición de una propuesta de Alan Turing sobre cómo poder programar una computadora para emular la inteligencia humana junto con una prueba para determinar si ese objetivo ha sido alcanzado (conocida como la “prueba de Turing”).

Podemos resumir que en esos años fue apareciendo como objeto de estudio científico multidisciplinario la indagación del funcionamiento del cerebro, la cibernética, el modelo de McCulloch y Pitts y los planteamientos de Turing se centraron desde ópticas complementarias en el objetivo de entender cómo funciona el cerebro a partir de modelos matemáticos y computacionales. Estas nuevas vías de investigación científica establecieron las bases de muchos de los temas que nos ocupan hoy en día.

En 1956 un grupo de investigadores encabezados por Claude Shannon, John McCarthy y Marvin Minsky, realizaron un seminario que dio nacimiento al área de la Inteligencia Artificial (IA). Si bien, el desarrollo posterior de esta disciplina pareció ser autónomo del contexto científico y tecnológico de las décadas de los cuarenta y cincuenta, no podemos entender los desarrollos sorprendentes de aplicaciones de la IA si no tomamos en cuenta el conjunto de estas teorías desarrolladas en los inicios de la posguerra.

Hoy en día, la IA y en particular una de sus ramas de investigación, la de las redes neuronales profundas y los algoritmos asociados de entrenamiento de estas estructuras matemáticas, lo que comúnmente se conoce como “aprendizaje profundo”, han saltado a la palestra de las tecnologías más disruptivas de nuestro entorno económico y social.

En las siguientes secciones voy a exponer mi visión de cómo esta tecnología ha logrado estar en donde está, de cuáles son los problemas que se han detectado con su uso masivo, para poder plantear algunas interrogantes mucho más serias sobre los retos que enfrentamos como especie en el planeta Tierra y los enfoques que deberían privar en el uso, en ese contexto, de las tecnologías de la computación, incluyendo la IA.

Breve recuento histórico de la Inteligencia Artificial

La IA como disciplina se nutre de dos ideas centrales: a) la creación de autómatas antropomorfos o zoomorfos, es decir, artefactos que toman como inspiración modelos a imagen semejanza del ser humano o de otros animales buscando emularlos de manera artificial. Esta idea está presente prácticamente en todas las culturas; y b) el desarrollo de maquinaria capaz de realizar manipulaciones con información simbólica incluyendo la numéricas, idea que da origen a los desarrollos de la historia de la computación.

Estas dos líneas que desembocan finalmente en la IA pueden trazarse hasta las civilizaciones tan antiguas como la egipcia, la griega o la china, en donde se construyeron artefactos con

cierta movilidad que imitaban figuras humanas o animales, así como dispositivos musicales que entonaban melodías sin intervención humana directa.

La cultura griega estaba permeada con la idea de que era posible crear seres semejantes a los humanos capaces de tener comportamientos tan complejos como ellos. En la mitología griega, se establecía que el dios Hefesto, dios de los herreros y artesanos había construido dos ayudantes las Kourai Khryseai, que realizaban de manera autónoma las más diversas tareas. En la vida real, hubo varios artesanos capaces de construir artefactos diversos con movimientos y aparente autonomía. El más conocido es sin duda Herón de Alejandría que construyó un buen número de ingeniosos artefactos. Pero quizás el descubrimiento más enigmático y sorprendente es el mecanismo de Anticitera, artefacto descubierto a principios del siglo XX y analizado en la década de 1970 por Derek John de Solla Price, quien concluyó que este objeto era un complejo sistema de relojería astronómica forjado en bronce y con una precisión muy grande en el diseño de los múltiples engranes que lo conformaban. Una verdadera computadora analógica. Si bien existen algunas referencias en la literatura romana sobre artefactos de mecánica de precisión griegos, este artefacto de Anticitera es el único hasta el momento que se ha encontrado. Las implicaciones de su descubrimiento son importantes pues demostraría un dominio de la mecánica de precisión que sólo podría compararse con los niveles alcanzados por la industria relojera del siglo XVIII, y en el campo de la astronomía las construcciones de relojes astronómicos de gran tamaño del siglo XIV.

Posteriormente en las civilizaciones China e Islámica encontramos artesanos de gran destreza que construyeron diversos tipos de autómatas. En Europa es en torno a finales del siglo XVII y XVIII cuando se perfecciona la industria relojera de precisión y algunos de los maestros relojeros se convirtieron en los creadores de diversos sofisticados autómatas capaces de mostrar destrezas sólo realizadas por seres humanos. Es así como aparecen muñecos autómatas capaces de ejecutar un fragmento de piezas musicales tocando pianos, clavecines o flautas, o bien

escribas capaces de plasmar con su mano mecánica textos en letra manuscrita de gran finesa en su trazo.

Tales autómatas contruidos con complejos mecanismos de relojería y de caja musical constituían verdaderas computadoras analógicas de gran belleza y de una ingeniería que envidiarían los laboratorios de robótica actuales.

Estos autómatas del siglo XVIII en adelante eran piezas de entretenimiento de las cortes de toda Europa. En la segunda mitad de ese siglo apareció un autómata muy peculiar que mostró cómo la ingeniería podía ser utilizada desde el momento de su propio diseño como un engaño. Se trata del falso autómata de Wolfgang von Kempelen conocido como el “turco” o el “ajedrecista”, debido a que era un muñeco vestido como turco y que estaba situado frente a una caja donde reposaba un tablero de ajedrez con todas sus piezas. Este autómata era capaz de jugar partidas completas de ajedrez a un alto nivel de desempeño, y causó gran interés en las cortes europeas más importantes en donde en más de una ocasión derrotó a los monarcas que osaban retarlo.

Sin embargo, ese “ajedrecista” era un timo, no era un autómata, era una caja dentro de la cual podía instalarse un ajedrecista de baja estatura y era él el que en realidad jugaba y movía las manos del autómata para mover las piezas del tablero.

Sin duda que el mecanismo en su conjunto era una muestra de gran ingenio, pero no se presentaba como acto de magia sino como un verdadero autómata. En los términos actuales diríamos que era una violación ética del trabajo de los maestros creadores de autómatas. Por otra parte, lo que no deja de sorprender es cómo las personas de las cortes de toda Europa podían no dudar de que era posible hacer máquinas capaces de jugar un juego tan difícil como el ajedrez. Al parecer era algo que se inscribía naturalmente en el imaginario colectivo como una posibilidad real. Los autómatas en sí eran mecanismos muy complejos, lo que establecía un obstáculo para la comprensión de su funcionamiento para la gran mayoría de personas. Esa

opacidad permitía todo tipo de interpretaciones e historias en torno a estos artilugios, algo similar a lo que hoy en día sucede con muchas aplicaciones de la IA.

Otra vertiente de historias del uso maquiavélico de la tecnología aparece a principios de la industria filmica con la película de Metrópolis de Fritz Lang en donde un robot humanoide femenino suplanta la personalidad de María, el personaje principal de la Historia, y crea el caos bajo las órdenes de su creador. Este robot, no es autónomo, pero es capaz de emular perfectamente a María y confundir a todo el pueblo trabajador que veía en la verdadera María a su líder. Estamos en 1927.

Dejemos por el momento esta línea de desarrollo de la prehistoria de la IA y retomemos el hilo de la segunda línea del desarrollo de mecanismos capaces de manipular información simbólica y especialmente información numérica.

La necesidad de contar con herramientas auxiliares para realizar los cálculos surge con la aparición de los primeros sistemas numéricos. Por ejemplo, el caso de la civilización sumeria en donde aparece por primera vez la escritura y la aritmética, se crearon escuelas de escribas que formaban a jóvenes en el arte de escribir y hacer cuentas. Para poder realizar estas últimas se crearon tablas de multiplicación para su sistema numérico de base 60, lo que aceleraba sin duda la ejecución de todos los cálculos necesarios para el mercado de bienes y la contabilidad del Estado. Posteriormente en las diversas civilizaciones aparecieron diferentes tipos de ábacos. Sin embargo, el paso decisivo en la mecanización de los cálculos se dio en el siglo XVII con el invento de dos mecanismos de cálculo que permitían realizar automáticamente sumas y restas. La primera fue construida por Wilhelm Schickard en 1623 y la segunda por Blaise Pascal en 1642. La primera no tuvo mayor impacto en la construcción de otras máquinas, mientras que la de Pascal sí tuvo una difusión e influencia mayor. El siguiente avance significativo se debió al invento de Gottfried Leibniz medio siglo más tarde en el que introdujo un ingenioso

mecanismo para llevar la cuenta de las sumas sucesivas y poder así mecanizar las multiplicaciones.

Una componente esencial de las máquinas de procesamiento de la información surge a lo largo del siglo XVIII en la naciente industria textil que desemboca en 1801 en la aparición del Telar de Jacquard. Esta máquina por ser automática podía acoplarse a una fuente central de energía para poder operar a gran escala, lo que dio nacimiento a la gran industria en los albores de la revolución industrial. El elemento central de este telar era el uso de tarjetas perforadas que permitía codificar los patrones de diseño de una tela en una serie de patrones de agujeros perforados en las tarjetas. Podemos describir el propósito de este telar como el de un traductor mecánico de la información codificada en las tarjetas perforadas a los diseños de los patrones de colores (patrones de información) que se plasmaban en las telas. El origen de este proceso de traducción fue inventado en 1725 por Basile Bouchon que se inspiró en el funcionamiento de los organillos musicales.

El siguiente componente indispensable en nuestra historia es la aparición de una metodología de simplificación sucesiva de tareas de cálculo complejas capaz de realizar con gran exactitud cálculos de funciones tan complicadas como las funciones trigonométricas o logarítmicas a partir de operaciones elementales de sumas y restas.

Este método fue desarrollado por Gaspar Prony quien fue encargado durante la revolución francesa de calcular las tablas de funciones trigonométricas y de logaritmos de una gran precisión. Esta proeza la pudo realizar en tan solo dos años inspirándose en el método de la división del trabajo descrita por Adam Smith en su obra sobre *La riqueza de las naciones* de 1776. La orquestación de esa monumental labor se basó en una organización del trabajo en tres niveles. El primer nivel fue la responsabilidad de matemáticos de alto nivel encargados de describir la manera de descomponer las operaciones más complejas en sucesiones de operaciones simples de suma y resta. El segundo nivel era responsabilidad de personas con

entrenamiento matemático que debían preparar las secuencias de operaciones que debían ser calculadas; finalmente el tercer nivel era responsabilidad de un grupo más amplio de personas con un entrenamiento básico en aritmética responsables de ejecutar las sumas y restas que habían sido preparadas por el equipo del nivel medio. Este fue el primer ejemplo de la realización de una tarea a gran escala basada en la división del trabajo intelectual y no manual como el estudiado por Adam Smith.

Las máquinas de cálculo, la codificación de información en tarjetas perforadas y la división del trabajo para calcular los valores de una función cualquiera a base de sumas y restas fueron las tres fuentes principales de inspiración de Charles Babbage quien a partir de 1833 dedicó todo su esfuerzo y fortuna en diseñar una máquina capaz de calcular cualquier función analítica por medios mecánicos, la máquina analítica. Si bien no logró construirla, sus diagramas de diseño permitieron más de un siglo después construir un ejemplar que funcionaba exactamente como fue planeado por Babbage. En esta tarea intelectual, Charles Babbage tuvo un valioso apoyo en Ada Lovelace quien contribuyó a lo largo de años de discusión con Babbage a desarrollar ideas de gran originalidad como, por ejemplo, la propuesta de poder generar música con la máquina analítica. Es decir, un artefacto diseñado para realizar cálculos numéricos que podría generar patrones musicales en lugar de patrones numéricos. Esta es una idea antecedente directa de los planteamientos de la IA de mediados del siglo XX.

Así, la primera mitad del siglo XX se ve marcada por dos grandes momentos para la historia de la computación y de la IA.

El primero es la publicación en 1926 de la propuesta de Alan Turing para definir lo que es una función calculable. En ese trabajo Turing propone un método constructivista con la definición de una máquina teórica conocida como la “Máquina de Turing”. Esta idea proporciona un resultado teórico que establece el fundamento principal de la Ciencia de la Computación: toda función calculable puede ser programada en una máquina de Turing.

El segundo momento fue marcado por la creación de las válvulas termoiónicas o bulbos, que iniciaron el desarrollo de la electrónica. Durante la Segunda Guerra Mundial, surgieron tres esfuerzos por construir computadoras electrónicas, la Z4 de Konrad Zuse en Alemania, la Colossus de Tommy Flowers en Inglaterra y la ENIAC de Ecker y Mauchly.

La década de los 40, merece una mención especial, pues además de los desarrollos de los primeros prototipos de computadoras electrónicas, emergieron otros avances teóricos fundamentales para entender las influencias directas del nacimiento de la IA. En 1943 se publicó un artículo de Warren McCulloch y Walter Pitts en donde presentan un modelo matemático del funcionamiento de una neurona. Este trabajo es considerado como el originador de lo que hoy se conocen como redes neuronales artificiales. En 1948 sale publicado el artículo de Claude Shannon “una teoría matemática de la comunicación”, que viene a consolidar el marco teórico de la pujante industria de las telecomunicaciones. A lo largo de los años de la posguerra, Norbert Wiener junto con Arturo Rosenblueth desarrollan una propuesta teórica general que denominan Cibernética y que busca englobar una teoría de la comunicación y el control en los animales y las máquinas. El libro de Norbert Wiener “Cibernética” se publicó en 1948.

Finalmente, en 1950 Alan Turing publica su muy influyente artículo “Maquinaria computacional e inteligencia”, en donde discute sobre las capacidades de las nuevas máquinas computadoras electrónicas y sus aplicaciones más allá de sus capacidades para efectuar cálculos a alta velocidad. Las presenta como máquinas en donde se pueden codificar operaciones simbólicas de muy diverso tipo. Su propuesta más novedosa es quizás la de desarrollar programas de cómputo que permitan a las máquinas ir adquiriendo conocimiento conforme se van utilizando, simulando así lo que es el proceso de aprendizaje en los niños. Turing discute en general las posibilidades de que las computadoras puedan simular procesos cognitivos que si se dan en el ser humano consideramos que son una muestra de inteligencia.

Para evaluar esos futuros desarrollos propone una prueba experimental conocida como prueba de Turing que permitiría determinar si podemos considerar a una máquina (programa) como inteligente.

La cuestión ética de la ciencia

No podemos dejar de lado un problema mayor que surgió en el mundo y en particular en el mundo científico con las explosiones nucleares sobre las ciudades de Hiroshima y Nagasaki en 1945 causadas por Estados Unidos con el objetivo de terminar la guerra contra Japón. Esas explosiones develaron de manera trágica el proyecto estadounidense de construir bombas atómicas con la ayuda de un grupo de investigadores en física de primer nivel enmarcados en el “Proyecto Manhattan”. Se trataba de un ejemplo aterrador del poder destructor del uso del conocimiento científico que escindió a la comunidad de físicos, entre los que apoyaban la decisión del presidente de Estados Unidos y de su estado mayor de lanzar esas bombas sobre la población civil y los que la rechazaban por razones éticas y humanitarias.

Es la primera vez que se daba una discusión a fondo sobre la responsabilidad social de los científicos. Las investigaciones de los científicos son resultado de decisiones personales de ellos y no pueden escudarse en la idea de la ciencia neutra, trasladando los problemas que puedan causar a la sociedad sus aplicaciones a los que deciden desarrollar esas aplicaciones. Para muchos quedó claro que los investigadores científicos deben hacerse corresponsables de lo que otros hagan con sus descubrimientos y luchar por que esas aplicaciones negativas se prohíban. En otras palabras, hay una responsabilidad ética inherente en todo desarrollo de nuevo conocimiento.

La discusión sobre la ética en la investigación y desarrollo de la física nuclear se acrecentó cuando científicos de la talla de Edward Teller impulsaron la construcción de la bomba de hidrógeno lo que inició la carrera armamentista con la URSS en las décadas de los

años 50, 60 y 80. A esta línea belicista se opusieron científicos como Albert Einstein, Bertrand Russel, Joseph Rotblat y Norbert Wiener.

Wiener, poco después de haber publicado el libro de Cibernética, escribió otro dirigido a un público más amplio sin grandes conocimientos de matemáticas para introducir las propuestas esenciales de su teoría. Este libro *Cibernética y sociedad (The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society)* se convirtió en un referente para los que pregonaban un uso pacífico y positivo de la tecnología en beneficio de la sociedad.

El surgimiento de la Inteligencia Artificial

Al inicio de la década de los años 50, la Cibernética fue tomando cada vez más fuerza como marco general teórico que abarcaba muchos de los grandes avances como la teoría del control, la teoría de la información, la computación y la automatización industrial. Sin embargo, en Estados Unidos, las posiciones pacifistas de Wiener y su crítica a los planes belicistas de la carrera armamentista, le hicieron perder apoyos financieros del gobierno y muchos científicos e ingenieros fueron buscando desprenderse de la influencia de la Cibernética. Por otro lado, a nivel mundial la popularidad de la disciplina no dejaba de crecer, al grado que la URSS decidió adoptar la perspectiva de la Cibernética como la ciencia oficial del régimen, lo que volvió aún más sospechosa esta ciencia para el gobierno norteamericano.

Es en este contexto que 1956, John McCarthy, Marvin Minsky, Claude Shannon y Nathaniel Rochester, propusieron organizar un seminario en la universidad de Dartmouth para unos diez investigadores durante dos meses, para discutir sobre los proyectos que empezaban a desarrollarse en diversos laboratorios de diseño de programas que simularán procesos de deducción en el ser humano. Se trataba de experimentos de un tipo de programación que manipulaba información simbólica no numérica. El plan que tenían era pedir financiamiento para llevar a cabo ese seminario a la Fundación Rockefeller. Con el fin de vencer las reticencias que habían encontrado por parte de responsables de esta Fundación, decidieron utilizar un

nombre muy llamativo que McCarthy había empezado a utilizar en sus cursos en Dartmouth. El seminario sería sobre “Inteligencia Artificial”. La propuesta fue aceptada y el término Inteligencia Artificial fue adoptado, la campaña de mercadotecnia fue todo un éxito. La propuesta definía el propósito del seminario de la siguiente forma: “se postula que cada aspecto del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia puede, en principio, describirse con tanta precisión que se puede programar una computadora para simularlo. ...Creemos que se puede hacer un avance significativo en uno o más de estos problemas si un grupo cuidadosamente seleccionado de científicos trabaja en ello juntos durante un verano” (McCarthy et al., 1955).

El avance que obtuvieron fue de hecho la fundación de una nueva área de investigación que se derivaba directamente de la computación.

Un último comentario sobre el grupo promotor de este seminario de Dartmouth. Estaba claro que no deseaban relacionarse para nada con el campo de la cibernética ni con Norbert Wiener, aunque Wiener veía esos experimentos como formando parte de la corriente natural de la cibernética. Otra diferencia crucial con la visión de Wiener fue la ausencia total de cualquier referencia a las perspectivas éticas que esta nueva disciplina centrada en simular las funciones cognitivas podría tener sobre los seres humanos.

Auge y Desarrollo de la Inteligencia Artificial

En la década de los 60 el campo de la IA tuvo un crecimiento importante, y los principales grupos de investigación como el MIT, el Stanford Research Institute, Stanford University, Carnegie Tech y la Rand Corporation se beneficiaron del apoyo económico proveniente de la agencia DARPA del ejército norteamericano. Los proyectos de esos años se centraban en temas como la demostración de teoremas, los juegos como el ajedrez y las damas, el surgimiento del aprendizaje automático, el procesamiento del lenguaje natural, y la resolución general de problemas. El tipo de programación utilizado se le denominó programación heurística, es decir

una programación que no busca seguir un algoritmo que lleva a una solución exacta, sino que proporciona soluciones más o menos aproximadas la mayoría de las veces. La pertinencia de una heurística en la solución de un problema concreto reside en proponer, la mayoría de las veces, soluciones adecuadas a la situación en la que se aplica. Hacia mediados de la década se emprendieron los primeros proyectos de investigación sobre robótica en Estados Unidos y Escocia. El proyecto de mayor envergadura fue la construcción del robot Shakey del SRI financiado por DARPA que mostró la factibilidad de crear un artefacto móvil del tamaño de una pequeña nevera montado sobre unas ruedas accionadas por motores de paso, con una cámara de televisión, un telémetro, y comunicada por ondas de radio con una computadora central. Shakey era capaz de deambular por el laboratorio y los corredores sin tropezar siguiendo un plan que iba construyendo en función del objetivo a alcanzar y los obstáculos que detectaba en el camino. Fue el primer ejemplo de la integración de las capacidades de visión, de representación interna del entorno físico del robot, de solución teórica del camino a recorrer y de ejecución del plan obtenido a través del comando de los motores asociados a las ruedas.

Eran años de crecimiento y euforia de los pioneros de la IA. Cada uno a su estilo se lanzaba a vaticinar grandes resultados en pocos años. Fue el caso de Herbert Simon quien en 1956 afirmó que en 10 años un programa de ajedrez le ganaría al campeón mundial. Pasaron 40 años para que eso sucediera, hubo que esperar que el poder de cómputo disponible para ejecutar esos programas creciera exponencialmente como consecuencia de la “ley de Moore” (perspicaz observación de Gordon Moore de Intel en los años sesenta de que el número de transistores de los circuitos integrados para una misma superficie se estaban duplicando más o menos cada dos años).

Una característica que encontramos a lo largo de la historia de la IA es que desde sus inicios con la propuesta a la Fundación Rockefeller el campo ha estado marcado por una grandilocuencia, más cercana a la mercadotecnia que de un planteamiento innovador de la

ciencia. Existe una línea muy fina que separa la prospectiva basada en una conjetura científica o tecnológica, de las promesas basadas en un optimismo exagerado que busca impresionar para conseguir fondos para continuar las investigaciones de los grandes laboratorios. Como veremos más adelante, esa euforia mercadológica la estamos viviendo nuevamente.

Esta euforia de los principales centros de investigación de principios de los años 70 se vio frenada drásticamente cuando los gobiernos del Reino Unido, primero, y luego de Estados Unidos decidieron reducir drásticamente los fondos asignados a los proyectos de robots por falta de resultados prácticos. A este periodo se le conoce como el primer invierno de la IA. Eso no quiere decir que se dejó de trabajar en investigación en muchos otros temas, simplemente que se redujeron los presupuestos asignados a todo lo que fuera investigación en IA.

Un resultado interesante de esta reducción de la presencia de la exagerada publicidad de la IA capitaneada por los grandes laboratorios de Estados Unidos y Reino Unido, fue que otra corriente que había sido “despreciada” por la corriente hegemónica, empezó a tener mayor presencia y obtener resultados de interés: la corriente conexionista que era la heredera del modelo matemático del funcionamiento de una neurona de McCulloch Pitts y posteriormente del Perceptrón de Frank Rosenblatt de los años 50. Esta corriente desarrolló los primeros modelos de lo que ahora conocemos como redes neuronales artificiales, pero eran modelos aún muy sencillos si se les compara con lo que se utiliza en la actualidad.

La década de los ochenta vio surgir además de estos trabajos sobre redes neuronales, una nueva ola de entusiasmo en torno a la IA simbólica. Esta vez en torno al diseño y construcción de arquitecturas de computadoras que deberían procesar más eficientemente los programas de IA en los dos lenguajes especiales más populares en ese entonces: Lisp y Prolog.

El esfuerzo oficial que impulsó esa nueva oleada de interés y de financiamiento a los proyectos de IA, fue el programa nacional del Japón de la construcción de las “computadoras

de la quinta generación”. Se trataba de un ambicioso programa que conjuntaba al gobierno japonés, a las principales industrias de cómputo de ese país y la academia, no sólo de Japón, sino de muchas partes del mundo y en especial de Europa. La idea detrás de ese proyecto era usar una nueva arquitectura de computadora usando circuitos de muy alto nivel de integración o VLSI (del inglés Very Large Scale Integration) que utilizaría al lenguaje de programación Lógica Prolog como lenguaje de máquina. El objetivo era hacer máquinas que fuesen muy eficientes corriendo programas de IA como los sistemas expertos en boga en esos años, realizando computación en paralelo.

El anuncio de este programa de la quinta generación provocó un cisma a nivel mundial, tanto en Estados Unidos como en Europa en donde se lanzaron poco después enormes proyectos en torno al desarrollo de la investigación aplicada en IA y en computación en general, como en la construcción de nuevas arquitecturas de máquinas que habían estado desarrollándose a nivel de prototipos académicos. Fue el caso de las máquinas Lisp que dieron pie a una serie de nuevas empresas de cómputo en Estados Unidos.

Durante un poco más de 10 años la IA fue nuevamente la promesa tecnológica del futuro, y los gobiernos y empresas invirtieron grandes sumas de dinero en esos proyectos. Para mediados de la década de los noventa, los proyectos de máquinas Prolog y máquinas Lisp, fueron abandonados por no cumplir con sus promesas y porque la aplicación continua de la ley de Moore hizo que los procesadores de arquitectura tradicional, llamada arquitectura von Neumann, sobrepasaran en velocidad y reducción de costos las complejas arquitecturas Lisp y Prolog.

Así inició un segundo invierno de la IA, en donde nuevamente el exceso de euforia y las promesas no pudieron cumplirse y los detentores de los fondos de investigación e innovación decidieron invertir en otros proyectos tecnológicos.

Si bien fue muy sonado este fracaso industrial y político de estos proyectos de nuevas arquitecturas, queda por escribirse la historia de los beneficios que provocó, principalmente en los miles de ingenieros jóvenes de Japón y Estados Unidos y el papel que participaron en los desarrollos que vinieron después.

En efecto, los años noventa estuvieron marcados por un fenómeno mayúsculo, la aparición y la diseminación del uso de Internet gracias a la World Wide Web.

Nuevamente, la observación de Moore seguía cumpliéndose y el poder de cómputo disponible era ya suficientemente grande para resolver muchas tareas que eran imposibles de realizar una década antes. Lo más importante es que la inteligencia y el tenaz trabajo de los ingenieros en microelectrónica han sido constantes y han permitido que la famosa "ley" siga cumpliéndose hasta nuestros días con algunas modificaciones.

La vieja promesa de que un programa de ajedrez le ganaría al campeón mundial se hizo realidad cuando la computadora Deep Blue le ganó a Gary Kasparov en febrero de 1996. Este evento, que conmocionó al mundo, puede verse como el punto culminante de la IA simbólica. Lo que hizo ese programa no fue nada radicalmente novedoso, simplemente utilizó al máximo y de manera muy hábil el poder de cómputo y de almacenamiento de la super computadora de IBM. Fue una proeza del uso de la "fuerza bruta". No fue un avance de la programación, fue un avance de la electrónica.

El cómputo en la nube

El desarrollo de la microelectrónica, siguiendo obstinadamente la ley de Moore, así como el crecimiento de Internet basado en otro crecimiento exponencial, el de la capacidad de transmisión de información de las fibras ópticas, dibujó rápidamente una infraestructura mundial en donde era posible procesar cada vez más información y transmitirla a cualquier parte del mundo, o casi. Estas condiciones objetivas de capacidades físicas impulsaron un

movimiento de concentración, no sólo de poder de cómputo, sino de poder económico y político.

La historia de la computación, desde el punto de vista de arquitectura de sistemas ha sido una historia que se ha movido de arquitecturas centralizadas, a arquitecturas descentralizadas. Un ir y venir en una especie de movimiento espiral. A finales de los años noventa y principios de este siglo, se fue dando un nuevo momento de centralización dentro de la descentralización. Nacieron los primeros centros que concentraban cientos y miles de procesadores con capacidades crecientes de memoria. Nacían los “Data Centers” y la posibilidad de que los dueños de esas infraestructuras ofrecieran nuevos servicios. Era el cimiento del “cómputo en la nube”.

Nuevamente la microelectrónica, y nuestra vieja amiga, la ley de Moore, venían al apoyo del desarrollo de nuevas tecnologías y nuevos negocios. El cómputo en la nube no ha dejado de crecer y de sofisticarse, al mismo tiempo que ha asegurado el crecimiento de un pequeño número de empresas de cómputo gigantes, verdaderos oligopolios que dominan las interacciones de miles de millones de personas a través de la World Wide Web.

Por primera vez, el común de los mortales podía acceder a información multimedia dispuesta en cualquier sitio del mundo y podía subir igualmente información a sitios especializados o simplemente intercambiar textos, fotos, videos con otras personas.

Es así como la cantidad de información circulando por Internet explotó. Un evento clave para desencadenar el proceso de concentración de la información digital circulando por Internet fue sin duda el ataque a las Torres Gemelas de Nueva York el 11 de septiembre de 2001. A partir de ese momento los servicios de inteligencia de los países desarrollados, pero muy especialmente de Estados Unidos, empezaron a poner en marcha una búsqueda de terroristas a partir de la información circulando en Internet. Años más tarde, en 2013 con la difusión de documentos hecha por Edward Snowden, se supo la envergadura mundial de la infraestructura

de vigilancia puesta en marcha por los servicios de inteligencia norteamericana. Se conoció, por ejemplo, la existencia del sistema “TreasureMap” que tenía por objetivo realizar un mapa de todo el internet, de todas las computadoras conectadas, en todas partes y todo el tiempo. Ese tipo de sistema de vigilancia debió estar soportado por enormes centros de datos secretos.

Si bien, las tecnologías utilizadas por los servicios de inteligencia no eran conocidos forzosamente por la industria de las tecnologías de la información, la acumulación creciente de datos circulando en la red y a los cuales algunas empresas empezaban a tener acceso, provocó necesariamente los mismos efectos que en el mundo secreto de la inteligencia: la tentación de guardar toda la información a la que pudiesen acceder y almacenar en centros de datos propietarios cada vez más grandes. El cómputo en la nube había nacido.

Claro que una cosa era crear esa enorme infraestructura de cómputo en los centros de datos, y otra cosa era definir los nuevos modelos de negocio que podrían explotar la infraestructura y los datos almacenados. En sí, el desarrollo del cómputo en la nube es una historia fascinante, desgraciadamente no es el tema de este capítulo. Nos limitaremos a establecer que en la actualidad es sin duda el modelo de negocio de cómputo preponderante. Lo que nos va a interesar es más bien cómo esa enorme concentración de información aparentemente anodina, proveniente de los intercambios de los usuarios de redes sociales y otras aplicaciones, motivó el desarrollo de tecnologías para su explotación y para desarrollar nuevos modelos de negocio que han permitido el crecimiento de las gigantescas empresas tecnológicas que hoy conocemos.

El nuevo auge de la Inteligencia Artificial

En el mundo académico de la IA, y en particular en las aplicaciones de procesamiento automático de lenguaje natural, se dio muy pronto la necesidad de contar con colecciones de palabras organizadas semánticamente ya sea agrupando las palabras sinónimas o con significados cercanos, o bien relacionando conceptos generales con conceptos más específicos

(hiperónimo/hipónimo), o de un concepto general y las partes que lo componen (holónimo/merónimo), etc.

Estas colecciones de palabras son necesarias para poder hacer programas que puedan manejar textos en lenguaje natural de manera útil; ya sea, por ejemplo, para reconocer órdenes o generar respuestas de manera automática.

La generación de estas colecciones de palabras es sumamente laboriosa. Requiere que seres humanos vayan etiquetando cada palabra con los conjuntos que les corresponden. Una dificultad adicional es la de manejar conceptos abstractos como libertad, deseo, tristeza, etc., conceptos que implican relaciones semánticas múltiples y frecuentemente dependientes del contexto, del idioma y la cultura al que se refiere el texto en el que aparecen.

A este ejercicio de asociación de conceptos semánticos a las palabras se les conoce como “etiquetado”. Es una etapa obligada para desarrollar cualquier colección de datos que pretendamos utilizar por un programa de computación más o menos sofisticado.

La primera gran colección de palabras etiquetadas fue desarrollada originalmente en 1985 por G.A. Miller y C. Fellbaum y se denominó WordNet. WordNet dio origen a una asociación mundial de colecciones de palabras etiquetadas en muchos idiomas y sigue siendo una referencia clave.

En 2006 Fei-Fei Li investigadora de la universidad de Stanford inició el desarrollo de un proyecto de colección de imágenes etiquetadas, para ello se inspiró en las redes de conceptos desarrolladas para WordNet. Así nació ImageNet, una colección de imágenes etiquetadas que no ha dejado de crecer desde entonces.

WordNet e ImageNet son los dos grandes insumos iniciales que permitieron el auge de las técnicas de IA actualmente predominantes en el mundo: las “redes neuronales profundas” y los algoritmos de “aprendizaje profundo”. Estos métodos se fueron desarrollando conceptualmente en los años 80 y las primeras implementaciones que mostraban resultados

interesantes surgieron en la década de los 90. Sin embargo, se trataba de algoritmos que requerían un poder de cómputo muy alto que no estaba disponible aún. Hubo que esperar cerca de 20 años para que los efectos de la ley de Moore permitieran acceder a un poder de cómputo suficientemente poderoso para hacer realidad el uso práctico de estos algoritmos.

Entre 2011 y 2015 fueron apareciendo diferentes programas de reconocimiento de imágenes que iban obteniendo resultados cada vez más sorprendentes en las competencias de reconocimiento de imágenes que se realizan anualmente en los congresos más importantes del área. A partir de 2015, las grandes empresas tecnológicas empezaron a crear equipos de desarrollo de productos basados en esta tecnología que pronto iban a inundar el mercado. Fue el inicio del nuevo “Boom” de la IA. A diferencia de los anteriores, los millones de dólares involucrados para la investigación y el desarrollo de aplicaciones excedió en varios órdenes de magnitud lo que la comunidad de IA había conocido en las décadas anteriores.

Se desencadenó en paralelo una campaña de mercadotecnia y relaciones públicas sin precedentes, haciendo que el término de IA sustituyera los términos de redes y aprendizaje profundos, borrando para el gran público todas las otras áreas de desarrollo de investigación y desarrollo de IA. Apareció nuevamente esa euforia que se vivió en la década de los 60, pero en esta ocasión con miles de millones de dólares de las grandes empresas por delante. Al igual que en otros momentos de la historia de la tecnología, aparecieron las versiones de los iluminados que presagian todo tipo de calamidades y de eventual dominio de los “robots” sobre los seres humanos. A estos presagios, se les puede aplicar la misma metáfora que se extendió en los años sesenta con la primera ola de euforia de la IA que decía, que todas las promesas y expectativas que se estaban generando en torno a las aplicaciones de la IA y la robótica era como decir que en la carrera para lograr llegar a la Luna habíamos logrado un primer gran paso: ¡subirnos a la copa de un árbol!

Por muy sorprendentes que sean los resultados alcanzados hoy en día, los algoritmos de IA están muy lejos de lo que hace nuestro cerebro. Si duda que en las décadas por venir habrá desarrollos importantes, pero esperemos que sean desarrollos enfocados en lograr el bien común y no la multiplicación de las riquezas de unos pocos, que es lo que realmente está promoviendo todo este ajetreo alrededor de la IA.

Las alertas éticas en torno de la IA

Los primeros resultados sorprendentes de las capacidades de reconocimiento de patrones como imágenes de gatos, perros o textos de tweets, usando redes neuronales profundas, desencadenó, principalmente en el medio tecnológico de Estados Unidos, una eclosión de empresas de base tecnológica, las famosas startups, que introducían una gran variedad de aplicaciones de redes neuronales a situaciones concretas de toma de decisión en los ámbitos empresarial o gubernamental.

Los efectos negativos no tardaron en aparecer. En 2016 Cathy O'Neil publicó su libro de "Armas de destrucción matemática", que lanzó la alerta sobre los problemas del uso sin control de algoritmos de aprendizaje y de redes neuronales entrenados sobre conjuntos de datos que no tenían ningún control de calidad. En su libro documentó varios casos que se volvieron paradigmáticos, como los sistemas de evaluación de la calidad del trabajo de los profesores de primaria y secundaria que tenían errores conceptuales y afectaron a muchos profesores en diversos estados de la Unión Americana. Otro tipo de aplicación fue la de los sistemas de selección de candidatos a ser contratados por cualquier empresa, o bien el caso del sistema que aconsejaba a los jueces, si un detenido podía seguir su juicio estando en casa, o representaba un peligro de reincidencia y había que encarcelarlo mientras se desarrollaba el proceso.

O'Neil, explicó al mundo de manera muy clara los problemas con estas aplicaciones que entrenan sus redes neuronales sobre datos plagados de sesgos y que dañaban ciertas comunidades o perfiles de personas, que los algoritmos utilizados tanto en la arquitectura de

las redes neuronales como en los procesos de entrenamiento no se podían conocer cubriendo con un manto de opacidad todos los procesos de decisión y recomendaciones de esos sistemas. Eran todas aplicaciones que mostraban faltas de ética, en su diseño, en su programación y en su utilización.

Desde esa fecha han aparecido múltiples denuncias de sistemas con esas mismas características, opacidad de los algoritmos y en los métodos de construcción de los conjuntos de datos de entrenamiento de las redes neuronales profundas que utilizan. La consecuencia directa ha sido una creciente pérdida de confianza en estos sistemas.

Bajo el criterio del secreto industrial, las empresas se escudan en una política de opacidad en sistemas que afectan la vida de personas que ven vulnerados sus derechos humanos más básicos. O'Neil muestra como esa práctica comercial depredadora se escuda en argumentos de que los sistemas están basados en investigaciones científicas, que son de alto nivel, pero que son muy complejas para que el común de los mortales las entienda, de ahí el título de su libro: "Armas de destrucción matemática".

Una de las principales conclusiones que se desprenden de lo expuesto por Cathy O'Neil, es que bajo el escudo de que se está utilizando productos que vienen directamente de la ciencia y por lo tanto son infalibles, se está desarrollando una práctica empresarial, corrupta y falta de ética.

Otro evento perturbador en esa euforia del uso de la IA en aplicaciones prácticas ha sido sin duda el papel que están jugando las redes sociales.

En la última década, el uso de las redes sociales tuvo un incremento enorme, siendo Facebook y YouTube las más grandes con más de dos mil millones de usuarios cada una. No debemos olvidar que se trata de empresas, y que muchas de ellas cotizan sus acciones en la bolsa de valores y, por lo tanto, tienen que rendirle cuentas a sus accionistas representados en primer término por los grandes fondos de inversión que dominan el mundo financiero. En otras

palabras, su objetivo primero es ser rentables, y entre más rentables mejor. Una simple consulta de los resultados financieros de estas empresas arroja resultados impresionantes con crecimientos muy por arriba de otras ramas industriales.

Este éxito financiero se debe a que pusieron a punto un modelo de negocio, cada vez más sofisticado, de ventas por publicidad. Ese modelo reposa en el hecho del acceso que tienen estas empresas a información privada de sus usuarios, todo lo que escriben, las fotos y videos que comparten, los sitios que consultan en la Web, el tiempo que pasan en cada página, sus desplazamientos geográficos etc. Con toda esta información actualizada en tiempo real, estas empresas elaboran perfiles muy detallados de los usuarios que les permiten vender el tiempo frente a la pantalla de estos usuarios, a las empresas de publicidad. De esta forma los mensajes publicitarios pueden estar mejor focalizados en los valores de los parámetros obtenidos del perfil de cada uno.

Todo esto evidentemente sin que los usuarios se percaten de que están siendo vigilados y manipulados por estas empresas. Pero para que este modelo funcione, es necesario que los usuarios pasen el mayor tiempo posible frente a la pantalla de la plataforma. Entre más tiempo pasen la empresa podrá aumentar el número de franjas de tiempo que podrán subastar ante los anunciantes.

Aquí es donde entra en juego una batería de técnicas desarrolladas por las empresas tecnológicas para lograr aumentar lo más posible el tiempo de uso de sus plataformas. Las técnicas de diseño adictivo que se han venido denunciando de manera creciente por los efectos nocivos en la salud emocional de los y las usuarias más vulnerables.

Entre estas técnicas adictivas, podemos listar, el botón de “me gusta”, el scroll infinito, o mostrar preferentemente las noticias o los mensajes más negativos y controversiales.

Las revelaciones recientes de Frances Haugen que publicó miles de documentos internos de Facebook a finales de 2021, afirmó en su comparecencia ante una comisión de

congreso norteamericano que Facebook conocía perfectamente los efectos nocivos de estas técnicas de Instagram que causaban serios problemas emocionales, principalmente en jóvenes adolescentes, y que, a pesar de saberlo, prefirió continuar con esas prácticas adictivas en beneficio de sus ganancias.

La quimera del tecnosolucionismo

Ante las múltiples críticas a los efectos perversos del uso masivo de aplicaciones de inteligencia artificial como los ya mencionados, una de las respuestas más socorridas es que los problemas detectados y denunciados no son responsabilidad de la tecnología ni de la ciencia en las que estas aplicaciones se basan. El problema reside en la aplicación errónea de esa tecnología porque la ciencia y la tecnología son neutras, no son ni buenas ni malas y lo que no ven los críticos es todas las aplicaciones positivas de estas tecnología para el bien de la humanidad y si se quiere avanzar en la solución de los problemas que aquejan a la humanidad sólo lo podemos hacer con la ayuda de la ciencia y la tecnología. Los que suelen defender esta posición, o alguna variante de ella, pasan de inmediato a dar ejemplos de las promesas de la ciencia y la tecnología para acabar con el hambre en el mundo, o con enfermedades y epidemias que azotan grandes regiones de África, Asia y Latinoamérica. Esta posición es la que se conoce como *Tecnosolucionismo*. En la actualidad la inteligencia artificial es presentada como la gran promesa que va a resolver los problemas de la educación, de la salud y del cambio climático, entre muchos otros problemas que enfrentamos. Para apoyar esta visión se enumeran un sinnúmero de proyectos en curso que trabajan en esos temas.

Sin embargo, como todas las actividades humanas, la ciencia y la tecnología, están sujetas a ser evaluadas socialmente, son sistemas de acciones intencionales de los diferentes agentes participantes en su desarrollo. Estos agentes, como lo expresa, León Olivé, buscan deliberadamente ciertos fines, en función de determinados intereses, para lo cual ponen en juego creencias, conocimientos, valores y normas susceptibles de una evaluación moral de la

sociedad. Por eso la ciencia y la tecnología no pueden considerarse neutras desde el punto de vista valorativo.

Tomemos el ejemplo de la educación. Desde los años sesenta se han encadenado los proyectos de aplicación de la computación y de la inteligencia artificial a la educación. Proyectos, algunos de ellos interesantes como la creación de lenguajes de programación sencillos enfocados a los niños, como Logo o Scratch, o bien el desarrollo de videos accesibles desde internet con material de cursos como los de la Academia Khan, o los complejos sistemas de tutores inteligentes comerciales que se utilizan en algunas costosas escuelas privadas en varias partes del mundo. Estas aplicaciones se desarrollan en contextos sociales, económicos precisos, muchos de ellos se han desarrollado en países del primer mundo. Todas estas soluciones tienen como premisa que los niños y las niñas deben tener acceso a equipo de cómputo en la escuela, y que debe estar conectado a internet. Este es un primer escollo para los sistemas educativos nacionales de nuestras naciones del Sur Global. El espejismo de resolver con tecnología los problemas de la educación en nuestros países es muy fuerte y empuja a los gobiernos a buscar una cobertura universal de internet para todas las escuelas públicas cayendo en una demencial carrera contra el constante surgimiento de nuevas tecnologías de telecomunicaciones que van haciendo obsoletas las anteriores. Cuando ya se está alcanzando una mayor cobertura con una tecnología, digamos la 4G, el propio gobierno decide pasar a fomentar la instalación de la red 5G que implica un cambio profundo en la infraestructura necesaria.

Uno puede preguntarse si las ofertas de tecnología educativa forman parte de una estrategia comercial de los monopolios de la industria de telecomunicaciones en esa carrera sin fin de consumismo extremo del último grito de la moda tecnológica, o bien de una estrategia de crear usuarios de las aplicaciones de cómputo que mantengan funcionando la bonanza de las empresas tecnológicas de los países desarrollados.

Está claro que muchas aplicaciones existentes o que podríamos concebir son herramientas interesantes en los procesos de enseñanza – aprendizaje y que pueden ser de utilidad para nuestra niñez y nuestra juventud, pero lo que queda claro después de más de cincuenta años de promesas de solución de los problemas de la educación en el mundo es que los sistemas educativos en la mayoría de países van en retroceso.

Tomemos el ejemplo del proyecto de *One Laptop per Child* del MIT que impulsó el diseño y construcción de computadoras de muy bajo costo para ser utilizadas en entornos escolares de todo el mundo, y en particular del Sur Global. Se promovió como la solución a los problemas de la educación y de la brecha digital existente en las comunidades pobres de todo el mundo. El líder del proyecto, Nicholas Negroponte, afirmaba en 2006 que el objetivo último de este proyecto era el de terminar con la pobreza en el mundo a través de la educación. A pesar de algunos éxitos locales y temporales y de haber repartido cerca de 3 millones de computadoras en el mundo, en 2014 la asociación *One Laptop per Child* (OLPC) responsable de la construcción y diseminación de estas computadoras cerró sus operaciones. Hoy, una enorme cantidad de niños, niñas y jóvenes tienen acceso a teléfonos móviles conectados a internet y, en lugar de ser una ventaja para el avance en el nivel educativo, se ha transformado en un elemento de enajenación y adicción de muchos de ellos. En otras palabras, la argumentación tecnosolucionista en torno al uso de la computación en las escuelas, se transformó en un argumento mercadológico que benefició al modelo consumista impulsado por las grandes economías de empresas y gobiernos para entrenar usuarios de su tecnología.

La quimera del tecnosolucionismo ha provocado que los gobiernos tiendan a desentenderse de una de sus funciones sustantivas que es la de asegurar la formación sólida de sus habitantes que les permita desarrollarse a plenitud con calidad de vida. Para ello hay que invertir seriamente en educación, empezando por salarios dignos a los profesores, condiciones de trabajo que les permita mantenerse actualizados, invertir en buena infraestructura, incluyendo

computadoras con programas didácticos diseñados en el país y adaptados a las circunstancias regionales. En esas circunstancias, las aplicaciones de inteligencia artificial en la educación podrán jugar un papel positivo con desarrollos más modestos, pero mejor adaptados a las circunstancias, permitiendo el desarrollo de pequeñas y medianas empresas regionales de desarrollo de aplicaciones sin necesidad de depender de las infraestructuras de cómputo en la nube de las empresas transnacionales. Esto sería un ejemplo de desarrollo tecnológico responsable.

Conclusiones

Lo expuesto anteriormente no representa más que una muy pequeña muestra del tipo de aplicaciones que ya existen y se han revelado problemáticas desde el punto de vista ético. La efervescencia actual en torno a estas tecnologías de la IA de redes neuronales profundas y sus métodos de entrenamiento, están generando miles de nuevas aplicaciones cada año sin ningún control sobre los posibles malos usos y efectos sobre la población que ignora todo sobre la vigilancia a la que está sometida, no sólo por sus gobiernos, sino sobre todo, por las multinacionales que violan constantemente su intimidad y los manipulan para mantener un modo de consumismo extremo basado en prácticas adictivas.

A partir de estas muestras, podemos sacar algunas conclusiones importantes. La primera es que la mistificación de la IA y de sus algoritmos llenos de ciencia y matemática, no es más que una inmensa cortina de humo para no mostrar que las empresas han montado modelos de negocio depredadores a sabiendas de los efectos nocivos que muchas de sus aplicaciones causan en ciertos sectores. Un puñado de empresas enormemente poderosas forman parte del obscuro sistema financiero que gobierna la economía mundial.

Esta economía digital ha crecido en un vacío normativo en todo el mundo. Una de las primeras tareas es sin duda la de pugnar por leyes nacionales e internacionales que permitan acabar con los estragos que esta economía del consumismo y de la manipulación de voluntades.

Como necesidad primera en esta normatividad deben prohibirse los modelos de negocio que basan su crecimiento en la captura sin permiso o sin conocimiento real de las personas de su información privada. Debe prohibirse el comercio de la información privada de las personas y de sus actividades. La privacidad no es una mercancía. Un primer paso podría ser la prohibición mundial del uso de las *cookies*.

Las empresas oligopólicas del mundo digital deben romperse en tantas empresas independientes como sea necesario y deben integrarse a modelos de negocio de economía circular enfocadas a apoyar la consecución de los objetivos de desarrollo sostenible de la ONU.

El sentido común más elemental nos dice que no es posible crecer indefinidamente en un mundo finito. El cómputo en la nube y la proliferación de aplicaciones de inteligencia artificial cada vez más poderosas están acelerando el incremento desenfrenado de la economía digital del mundo desarrollado. Debe terminar el crecimiento indefinido de centros de datos. Se deben establecer normas internacionales para un uso sostenible y mejor distribuido de los existentes para el beneficio común de la humanidad. Es momento de emprender un desarrollo sostenible y descentralizado de las tecnologías asociadas al cómputo en la nube que permitan un control social colectivo de los servicios de comunicación de comunidades autónomas organizadas.

La investigación en IA debe enfocarse en apoyar el bienestar del ser humano, de sus comunidades y del planeta. Hay mucho por hacer y el uso excesivo de la “fuerza bruta” de los grandes centros de cómputo no ha permitido el desarrollo de ideas más originales enfocadas en el bien común.

Bibliografía

Nota: todos los conceptos utilizados en este trabajo pueden ser consultados directamente en Wikipedia para tener una explicación funcional basada en fuentes de confianza. Los avances en este campo crecen a velocidades enormes. Si se desea tener información más detallada sobre

muchos de los temas mencionados aquí y otros que no lo fueron pero que son relevantes, sugiero la lectura de los libros que se listan a continuación.

O'Neil, C. (2018) *Armas de destrucción Matemática: como el Big Data aumenta la desigualdad y amenaza la democracia*. Editorial Capitan Swing.

Crawford, K. (2021). *Atlas of AI*. Yale University Press.

Veliz, C. (2021). *Privacidad es Poder. Datos, vigilancia y libertad en la era digital*.

Editorial Debate

Zuboff, S. (2020). *La era del capitalismo de la vigilancia. La lucha por un futuro humano frente a las nuevas fronteras del poder*. Editorial Paidós.

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N. & Shannon, C. E. (1955). *A proposal for the Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence*. Disponible en <http://www-formal.stanford.edu/jmc/history/dartmouth/dartmouth.html>. Consultado el 25 de junio de 2022.

Olivé, L. (2003). *Ética aplicada a las ciencias naturales y la tecnología*, en Ibarra Unzueta, J.A., *Cuestiones éticas de la ciencia y la tecnología en el siglo XXI*. Biblioteca Nueva, España.

Ames, M. (2019). *The Charisma Machine: The Life, Death, and Legacy of One Laptop per Child*. MIT Press.

Sobre el autor

Dr. Christian Lemaître León

Investigador adscrito al Departamento de Tecnologías de la Información de la División de Ciencias de la Comunicación y Diseño, Universidad Autónoma Cuajimalpa. Doctor en Informática por la Universidad de Paris 6. Físico por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Ha realizado labores de docencia, investigación, desarrollo de innovaciones tecnológicas y consultoría en distintas instituciones como el Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas y Sistemas (IIMAS) de la UNAM, la Facultad de Ciencias de la UNAM, el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) campus Morelos, la Fundación Arturo Rosenblueth, la Universidad Veracruzana, el Laboratorio Nacional de Informática Avanzada, (LANIA) y

la Unidad Cuajimalpa de la Universidad Autónoma Metropolitana. Sus áreas de interés incluyen Inteligencia Artificial distribuida, sistemas multiagente, instituciones y organizaciones multiagente, planificación y aprendizaje, creatividad, urbanismo de sistemas de información y sistemas interactivos. De 2005 a 2009 fue Jefe del Departamento de Tecnologías de la Información de la Unidad Cuajimalpa de la UAM y de 2009 a 2013 fue Director de la División de Ciencias de la Comunicación y Diseño de la UAM Cuajimalpa.

BORRADOR ** NO COPIAR **