



**BOLETÍN
DE LA ACADEMIA
NACIONAL DE HISTORIA**

**Volumen XCVIII Nº 204
Enero-junio 2020
Quito-Ecuador**

ACADEMIA NACIONAL DE HISTORIA

Director	Dr. Franklin Barriga Lopéz
Subdirector	Dr. Cesar Alarcón Costta
Secretario	Ac. Diego Moscoso Peñaherrera
Tesorero	Dr. Eduardo Muñoz Borrero, H.C.
Bibliotecaria archivera	Mtra. Jenny Londoño López
Jefa de Publicaciones	Dra. Rocío Rosero Jácome, Msc.
Relacionador Institucional	Dr. Claudio Creamer Guillén

COMITÉ EDITORIAL

Dr. Manuel Espinosa Apolo	Universidad Central del Ecuador
Dr. Kléver Bravo Calle	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE
Dra. Libertad Regalado Espinoza	Universidad Laica Eloy Alfaro-Manabí
Dr. Rogelio de la Mora Valencia	Universidad Veracruzana-México
Dra. María Luisa Laviana Cuetos	Consejo Superior Investigaciones Científicas-España
Dr. Jorge Ortiz Sotelo	Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú

EDITORIA

Dra. Rocío Rosero Jácome, Msc.	Universidad Internacional del Ecuador
--------------------------------	---------------------------------------

COMITÉ CIENTÍFICO

Dra. Katarzyna Dembicz	Universidad de Varsovia-Polonia
Dr. Silvano Benito Moya	Universidad Nacional de Córdoba/CONICET- Argentina
Dra. Elissa Rashkin	Universidad Veracruzana-México
Dr. Hugo Cancino	Universidad de Aalborg-Dinamarca
Dr. Ekkehart Keeding	Humboldt-Universität, Berlín-Alemania
Dra. Cristina Retta Sivoletta	Instituto Cervantes, Berlín- Alemania
Dr. Claudio Tapia Figueroa	Universidad Técnica Federico Santa María – Chile
Dra. Emmanuelle Sinardet	Université Paris Ouest - Francia
Dr. Roberto Pineda Camacho	Universidad de los Andes-Colombia
Dra. Maria Leticia Corrêa	Universidade do Estado do Rio de Janeiro-Brasil

BOLETÍN de la A.N.H.

Vol XCVIII
N° 204
Julio–diciembre 2020

© Academia Nacional de Historia del Ecuador
ISSN N° 1390-079X
eISSN 2773-7381

Portada

Luis A. Martínez

Diseño e impresión

PPL Impresores 2529762
Quito
landazurifredi@gmail.com

marzo2021

Esta edición es auspiciada por el Ministerio de Educación

ACADEMIA NACIONAL DE HISTORIA DEL ECUADOR

SEDE QUITO

Av. 6 de Diciembre 21-218 y Roca
2 2556022/ 2 907433 / 2 558277
ahistoriaecuador@hotmail.com
publicacionesanh@hotmail.com

MODELOS: COMPLEJIDAD Y REALIDAD¹

-DISCURSO DE INCORPORACIÓN-

Melio Sáenz²

Resumen

Desde los primeros tiempos el *Homo Sapiens* trató de comprender lo que ocurría en su alrededor: su realidad de recolector y cazador le puso en contacto con la Naturaleza de la cual recogió alimentos para su subsistencia, imágenes y vivencias de plantas y animales que las trasladó a sustratos materiales que han perdurado hasta nuestros días. No se trató de desarrollar habilidades artísticas sino de comprender y explicar la realidad introduciendo, intuitivamente, simplificaciones descriptivas que constituyen los antecedentes básicos de los modelos. La sociedad avanzó en procesos jalados por rupturas epistemológicas que impulsaron cambios estructurales y funcionales hasta que, llegado el siglo XVIII, la Ciencia adquirió la imagen que conservamos hasta nuestros días gracias a las obras monumentales de Descartes y de Newton. De ahí en adelante, científicos, ingenieros, filósofos y pensadores propusieron descripciones de lo material e inmaterial más cercanas a la realidad y en ar-

1 Conferencia pronunciada en el "Programa de Manejo del Agua y del Suelo PROMAS. Universidad de Cuenca-Ecuador 12 de agosto de 2020".

2 Ingeniero Civil, U.C.E. Ingeniero en Informática y Matemáticas Aplicadas, Grenoble. Doctor-Ingeniero en mecánica de Fluidos, Grenoble Alpes. Universidad Científica y Médica Grenoble Alpes. Postdoctorado en la Universidad de Vanderbilt, U.S.A. Diploma de Estudios Avanzados (DEA) en Mecánica de Fluidos. Diplomado en Estudios Complejos e Inteligencia Artificial, U.C.E. Ha ocupado posiciones destacadas como las siguientes: Miembro del Steering Committee de la OPEP, Secretario Ejecutivo de la Conferencia de Autoridades Latinoamericanas de Informática (CALAI), director General de Ciencia y Tecnología del Ecuador, presidente de la Fundación Ética y Económica del Ecuador, Consultor de la Organización Panamericana de la Salud, de la Organización Latinoamericana de Energía, de la Unesco, de la Junta del Acuerdo de Cartagena, asesor del Instituto Nacional de Energía de Ecuador, director de Informática del Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos, director de la Unidad de Sistemas CEPE-PETROECUADOR, Jefe de Investigación, Desarrollo y Capacitación de PETROECUADOR. msaenz47@gmail.com

monía con sus competencias, habilidades y destrezas. Los modelos así contruidos, incorporando progresivamente conocimientos, conceptos y herramientas que incrementaron su complejidad, aceleraron el desarrollo del pensamiento y su aplicación. Para entender estos procesos y sus resultados tenemos documentos y testimonios que nos permiten construir descripciones parciales de los escenarios en los que ocurrieron. El resto lo hacemos recurriendo a nuestros propios pensamientos, esperando interpretar de manera fidedigna los hechos y acontecimientos ocurridos en esos tiempos pasados. ¿Es posible?

Abstract

From the earliest times, Homo Sapiens tried to understand what was happening around him: his reality as a collector and hunter brought him into contact with Nature from which he collected food for his subsistence, images and experiences of plants and animals that he transferred to material substrates that have lasted until today. It was not a matter of developing artistic skills but of understanding and explaining reality by intuitively introducing descriptive simplifications that constitute the basic background to the models. Society advanced in processes marked by epistemological ruptures that promoted structural and functional changes until, at the end of the 18th century, Science acquired the image that we preserve to this day thanks to the monumental works of Descartes and Newton. From then on, scientists, engineers, philosophers and thinkers proposed descriptions of the material and immaterial that were closer to reality and in harmony with their competences, abilities and skills. The models thus constructed, progressively incorporating knowledge, concepts and tools that increased their complexity, accelerated the development of thought and its application. To understand these processes and their results we have documents and testimonies that allow us to construct partial descriptions of the scenarios in which they occurred. The rest we do by resorting to our own thoughts, hoping to reliably interpret the facts and events that occurred in those past times. Is this possible?

I. Introducción

Tres mil ochocientos millones de años han transcurrido desde que se inició la biología natural con la aparición de los organismos vivos.

El Buen Dios descuidó en un momento dado sus predios y abandonó durante seis millones de años a los seres vivos que los habitaban, tiempo suficiente para que ocurrieran cambios profundos en la biota y en su entorno. Al volver, la última abuela común de humanos y chimpancés terminaba su vida. Hubo que esperar tres y medio millones de años para que comience la evolución del género *Homo* en África, quedando como testimonios los primeros utensilios líticos.

Por estas épocas comienzan a diferenciarse, al menos, seis especies *Homos*, las mismas que reciben nombre y apellidos en los últimos tiempos. Entre ellos los *Homos de Neanderthal* en Europa y Cercano Oriente que desaparecen hace treinta mil años aproximadamente, dejando en legado el uso del fuego cotidiano, factor fundamental de su vida y de su evolución.

Hace cerca ya de doscientos mil años aparece el *Homo Sapiens* en África Oriental y de ciento treinta mil años más tarde encontramos vestigios de lo que pudo ser la *Primera Revolución del Conocimiento* como resultado primero de la estructuración del lenguaje que condujo al *Homo Sapiens* a nuevas maneras de pensar y de comunicarse, desarrollando nuevas maneras de comportarse y de vivir en comunidad.

Nuestro lenguaje ofrece la flexibilidad de combinar sonidos y producir frases. Así mejoramos la comunicación y aprovechamos el acentuado instinto de socialización, fuente de la que vierte la necesidad de colaboración entre individuos y, poco a poco, se acrecienta la necesidad de cooperar, encontrando formas de organizarse.

Más tarde, la cooperación entre individuos crecerá y se transformará en el principal motor de progreso, permitiendo a la especie humana colocarse en el vértice de la pirámide zoológica, lo que no le impide conservar, hasta nuestros días, características del cazador y recolector primitivo.

La curiosidad por conocer le impulsa a emprender y a desarrollar capacidades inéditas por lo que tenemos que admitir que la verdadera aventura humana es la vida y constatar que el individuo limitado por su propia incompetencia y condicionado por factores *neuro-sico-fisiológicos* y la colectividad sometida a principios y valores éticos y morales que facilitan la convivencia social, enfrentan desafíos, asumen riesgos, toman decisiones y actúan para que la Humanidad progrese.

Con la aplicación del *ensayo-error* se acelera el paso del estado de *recolector-cazador* al de *pastor-agricultor* y, dejando de ser *nómada*, comienza a ser *sedentario*. El *Homo Sapiens* busca su equilibrio como persona y como colectividad. Sus actividades vitales las cumple en el escenario natural en el que sobresalen los ríos y, en la sociedad, escenario artificial, que se manifiesta a través de fuerzas políticas, económicas, sociales, tecnológicas, ambientales y legales, aceptados para definir marcos éticos y morales.

Construimos, así, nuestro propio modelo de realidad vital en contante y permanente evolución, con alta capacidad de adaptación y tal que cuando el modelo epistemológico supera a la organización, ésta busca nuevos derroteros para sobrevivir y si ocurre lo contrario, que el modelo vital supera a la epistemología, la fuerza del conocimiento conmueve las bases del modelo y, creando nuevas escuelas de pensamiento, facilitando una armoniosa simbiosis entre individuos y colectividades que permite el progreso de la Humanidad. La comunicación adquiere dimensiones inconmensurables como catalizador de los procesos y dinamizador de progreso.

La generación espontánea de conocimientos no existe. Esta responde a la necesidad o al deseo de perfeccionarse como persona. La investigación científica confirma nuestra realidad y el desarrollo tecnológico satisface nuestra necesidad. La innovación incentiva nuestra curiosidad. ¿Ha sido siempre así?

2. Realidad

Realidad y verdad son términos acuñados para interactuar de manera indisoluble en lo material y en lo espiritual. La realidad ne-

cesita de un contexto de verdad y la verdad se inscribe en la realidad, aquella que ocurre en escenarios territorialmente referenciados, adornados con sus propias circunstancias y que, gracias a los atributos y propiedades de sus elementos, definen relaciones entre ellos y de su realidad con el entorno.

Lo real abarca a lo verdadero y es anterior a lo verdadero. La realidad es un sistema complejo que cambia con el tiempo y que converge hacia estados superiores de existencia.

La realidad contextualiza lo aparentemente verdadero que es *no-real* y lo aparentemente real que es *no-verdadero*. Al aceptar algo que es aparentemente verdadero, *no-verdadero*, aceptamos algo aparentemente real, *no-real*, y viceversa.

Lo verdadero tiene valor lógico, verificable. La verdad se puede comprobar y demostrar, mientras que lo real tiene valor existencial, perceptual. La realidad no necesita más explicación que la admitida por la observación o la experimentación. Sin cuestionar su valor lógico.

Vivimos un mundo de percepciones y sensaciones. Unas, ligadas al mundo material y otras, al espiritual, de la ética, de la moral, de la psicología en general, preguntándonos permanentemente si aquella realidad tiene valor de verdad.

El entorno se manifiesta, sobre todo, como resultado de la existencia de lo material: objetos, fenómenos, procesos, sucesos asociados a propiedades de la materia y de las relaciones que existen o que se pueden establecer. Las propiedades le permiten relacionarse con otros objetos y circunstancias de su alrededor en el que realidad y verdad se refieren al aspecto físico de las cosas, a manifestaciones concretas, a su contenido eventual o de procesos tales como una percepción auditiva, una designación en una representación, un hecho, una declaración bien fundada alrededor de la cual podemos formular una o varias hipótesis. Sin embargo, en lenguaje literario, la realidad se refiere a lo no ficticio de un personaje, de una narración como una cualidad que fortalece la autenticidad de lo narrado pero que no demuestra su veracidad.

La verdad es asociada, por costumbre o por ignorancia, al mundo material; inclusive en sus manifestaciones concretas en las

cuales puede ser imposible pronunciarse a favor en contra de la veracidad en el pasado o en el futuro. La complejidad de los procesos es tan grande que tendríamos que reunir información y conocimientos multidisciplinarios a gran escala para garantizar la objetividad de nuestros pronunciamientos. Hace falta método pues la carencia es su principal debilidad.

La verdad hace parte de la realidad. Modificada por factores internos y externos del sistema anfitrión estos participan en la emisión de estímulos que provocan sensaciones que, percibidas por nuestros sentidos de manera individual o colectiva las convertimos en esa parte de realidad.

Sobre nuestro imaginario no podemos expresar juicios de existencia; solo existe en nuestro espíritu, en nuestro intelecto. Otros estímulos permanecen en estado latente, un estado ignorado o desconocido, esperando la oportunidad para expresarse como parte del constructo abstracto de lo imaginario y virtual o de la verdad, científicamente calificada.

Los conceptos solo pueden ser construidos a partir del constructo abstracto verdadero y con ellos podemos incorporar nuevos términos, teoremas y teorías que conforman la base del conocimiento científico por lo que el conocimiento científico aparece desligado de aquella realidad empírica producto de la experiencia sensible, lo que nos permite captar una realidad inteligible esencial, más precisa y profunda que aquella encontrada de manera superficial y confusa en el campo experimental.

Los idealistas admiten que la verdad define el segmento común del conocimiento, aquel que requiere de armonía y coordinación, atributos que solo se describen mediante construcciones Matemáticas, único conocimiento perfecto del que disponemos.

No existe conocimiento más humano ni más perfecto que el de las Matemáticas. Su naturaleza abstracta le permite existir como un conjunto finito de elementos y relaciones cuyo origen se consolida con demostraciones, razonamiento lógico e intuición.

El lenguaje de las Matemáticas sirve para expresar de manera formal el conocimiento científico y contribuye a formalizar el conocimiento experimental previamente aceptado científicamente como

verdadero. Esta es una realidad abstracta que se deslinda de las ataduras impuestas por lo material y que permite explorar dominios aledaños, en la esfera del conocimiento.

La realidad se refiere al objeto de la ciencia o disciplina científica, inclusive para los sistemas de la sociedad en los cuales la conciencia colectiva no tiene un sustrato único, lo que no impide que posea características específicas que le distinguen como una realidad distinta con características diferenciales que reflejan los procesos de socialización propios del ser humano y que no siempre están en los dominios de la razón.

La moral tiene características similares a las de la religión; la lengua y las instituciones son concebidas como conjuntos de hechos que conforman una realidad, objeto de una ciencia o de un cuerpo de ciencias análogas a la física pero cuya exploración requiere de una base epistemológica propia que le permita incursionar con herramientas propias en los dominios vecinos al conocimiento.

Sigmund Freud propone ignorar la realidad externa del individuo reemplazándola, puede asignar valor existencial a aquellos que habría experimentado en la realidad, como que las fantasías pueden recibir valor de realidad psicológica opuesta a la realidad material y que juega el papel predominante en la vida de las personas y de las colectividades.

Los elementos y relaciones del conocimiento abstracto tienen exclusiva existencia en el espíritu humano, en su intelecto. El resto es conocimiento sobre objetos, eventos, procesos, fenómenos externos que percibidos e interpretados por el individuo y la colectividad o, simplemente, sobre constructos imaginarios a los cuales le asigna valor de existencia, de verdad y de realidad.³

Durante su existencia, el individuo transita en un vaivén de compromisos con la sociedad, con la comunidad, con la institucionalidad y la colectividad y con la Naturaleza, por lo que tiene que participar en procura de sus intereses, sus deseos y necesidades, sometido a normas y principios fijados por la tradición, la cultura y las convenciones sociales.

3 Melio Sáenz, *Realidad y verdad*, PROMAS, Universidad de Cuenca, Ecuador. En preparación.

La realidad lingüística se fundamenta en la capacidad del lenguaje de reproducir la realidad mediante descripciones construidas sobre conjuntos de símbolos, reglas y normas orales o escritas. Quien habla revive el acontecimiento y lo describe interpretándolo con su propia conciencia y experiencia. Las palabras pronunciadas construyen el entorno social, general o particular, de cada caso incorporando, inclusive, la situación y circunstancia que va creando el propio discurso, fenómenos que no se producen de manera desordenada sino que se guían por la realidad y la dinámica de la vida exterior e interior de la persona.

El discurso es un imaginario en el que una realidad quimérica aparece en las profundidades del espíritu. Las colectividades también pueden producir este tipo de realidades imaginarias y cuando esto sucede desembocan en procesos de mistificación o de liderazgo político. *La razón de la sinrazón que a mi razón se hace...*⁴

3. Modelos, modelización y simulación

Bastaron algunos milenios para que los primates levantaran su mirada hacia las copas de los árboles, encontraran el azul infinito que, decorado por las nubes, les invitara a caminar erguidos, en dos extremidades. Comenzó la evolución de los primates.

Millones de años después, expulsados del Paraíso Terrenal, abandonaron el rincón de confort y aprendieron a vivir. Las medidas punitivas no dieron el resultado buscado. ¿Aparecieron, así, las ideas creacionistas o fueron, simplemente, resultado de la evolución?

La evolución de los primates facilitó el crecimiento del cráneo propiciando el crecimiento del cerebro, el incremento del espacio para alojar el sentido de la vista y la disminución del espacio para el olfato. Gradualmente los ojos avanzaron hacia el frente de la cabeza. La Historia comienza con géneros y especies rivales hasta llegar al *Homo Sapiens*, especie única conocida hasta ahora como *Humanidad*.⁵

4 Miguel de Cervantes, *Ingenioso Hidalgo Don Quijote de la Mancha*, Real Academia Española, Edición de IV Centenario, Santillana ediciones generales, Sao Paulo- Brasil, 2004.

5 Louis René Nougier, *Arte prehistórico en Historia del Arte*, T.1, Salvat editores S.A, Barcelona-España, 1970.

No hay duda de que el cerebro es un órgano de alta complejidad. Importante en los procesos de creación de culturas en pueblos y regiones, de obras de arte, ideas y conocimientos que constituyen la Historia de la Humanidad.⁶

El escenario natural en el que el *Homo Sapiens* desarrolló sus actividades vitales fue, seguramente, el tema de su primera preocupación. Imitar los sonidos naturales debe haberle llevado a ensayar técnicas utilizables en sus labores de caza, en la advertencia del peligro, en la expresión del miedo. De esta etapa no existen huellas tangibles más allá de resultados finales bajo la forma de los lenguajes primitivos.⁷

Quizás, en algún momento, ocurrió uno de los hechos insólitos de la Historia de la Humanidad, cuando alguien proclamó ser dueño de un objeto, de un territorio, de algún recurso, dando lugar al nacimiento de la noción de *propiedad privada*. Los otros, el resto lo aceptó y permitió que se fundamentara la apropiación y defensa de la propiedad, llegando a la institucionalización. Desgraciados quienes le creyeron...sufrieron luego las consecuencias.

Cro Magnon reprodujo las percepciones visuales en sustratos materiales algunos de los cuales son testimonios tangibles del interés que por comprender y explicar su entorno se tuvo en ese tiempo. Algunos autores afirman que estos grabados son expresiones artísticas elaboradas. Nosotros las interpretamos como la expresión de la realidad tal como ellos la vivieron y como un medio para entender su existencia *el arte prehistórico, esencialmente naturalista y con base en representaciones animales, está estrechamente asociado a las civilizaciones dedicadas a la caza en la Edad del Reno*⁸ y no a una necesidad artística *per se*.

La más importante contribución de esta etapa consiste en representar objetos tridimensionales en el plano lo que supone la disminución de una dimensión respecto a la realidad, eficaz herramienta que subsiste y que dio origen a la noción de *modelo* que, con su

6 Jacquetta Hawke, Leonard Woolley, *Historia de la Humanidad. Desarrollo Cultural y Científico*, UNESCO-Editorial Planeta, Barcelona-España, 1977.

7 *Ibidem*.

8 Louis René Nougier, *op. cit.*

enorme versatilidad ha fortalecido el acervo científico y tecnológico de la investigación científica y del desarrollo tecnológico.⁹

3.1 *Argumentación del curso de la historia*

La cosmogénesis fue producto de las diferentes culturas y pueblos cuando pudieron conducir el progreso según sus propias escuelas de pensamiento: de la concepción del mundo constituido por partículas indivisibles propuesto por los griegos, a las teorías de la mecánica celeste propuestas por Copérnico, la monumental obra de Descartes basada en su *cogito ergo sum*,¹⁰ la sensación de Galileo y la experiencia de Newton llegando a las concepciones relativistas de Einstein y las más recientes ideas sublimes de la teoría de las cuerdas, obligatoriamente verdaderas porque se fundamentan en las únicas herramientas perfectas del conocimiento: las Matemáticas. El tercer milenio nos muestra una física debilitada en su naturaleza experimental y fortalecida en sus demostraciones deductivas, motivo de felicidad.^{11 12}

Una vez que hemos comprendido la realidad, proceso en el cual recogemos información, la sistematizamos aplicando un protocolo e interpretamos, debemos construir un mensaje para comunicar los resultados.

La construcción del mensaje se soporta en nuestra propia concepción del Mundo: la Cosmovisión, dirán los especialistas. Esta Cosmovisión es la expresión de nuestras circunstancias, de nuestra propia personalidad, de nuestra cultura, nuestra experiencia y básicamente, nuestro conocimiento, lo que significa que cada cultura tiene su propia visión, sus propias propuestas que, naturalmente, despiertan nuestra curiosidad.

Dos hechos fundamentales ocurrieron en el siglo pasado, marcando, de manera definitiva los derroteros para construir el futuro:

⁹ Amelio Sáenz, op. cit.

¹⁰ Cogito ergo sum significa pienso, luego existo. Lo escribió en *Meditaciones metafísicas*. En: René Descartes, *El discurso del método*, ediciones Brontes, Barcelona, 2018, p.11

¹¹ Frederick Copleston, *A history of Philosophy*, image books, Garden City, New York-USA, 1977.

¹² Brice Parrain, *Histoire de la philosophie*, Editions Gallimard, Paris-France, 1969.

- *La numerización de la información*, que permitió avances espectaculares en la informática y en las telecomunicaciones;¹³
- La Teoría General de Sistemas, que se constituyó en una alternativa de pensamiento ante la hegemonía del pensamiento analítico.¹⁴

El progreso científico, técnico y tecnológico nos ha planteado algunas incógnitas que tienen que ser tomadas en cuenta en nuestro razonamiento, en nuestras interpretaciones. Entre las más recientes experiencias tenemos aquellas relacionadas con la singularidad tecnológica,¹⁵ tema alrededor del cual se han levantado más que dudas, suspicacias como aquella de la expectativa del día en que la inteligencia artificial igualará a la inteligencia natural y perdamos algunas de nuestras características de seres humanos. La otra es todo el proceso experimentado durante la pandemia del COVID-19, que ha permitido reflotar fortalezas y debilidades de los individuos y de las colectividades. A más del problema de salud física que ha significado este proceso, la salud de la sociedad ha sido puesta a prueba y las sorpresas son enormes.

3.2 Modelos

A medida que la sociedad avanza, crece la necesidad de explicar la realidad. Le asignamos una estructura en la que distinguimos una parte demostrable, verificable y comprobable y una segunda que no se la entiende claramente, no se la puede explicar pero que espera ser explicada.

13 Melio Sáenz, *Realidad y...op. cit.*

14 La Teoría General de Sistemas describe un nivel de construcción teórico altamente generalizado de las matemáticas puras y las teorías específicas de las disciplinas especializadas y que en estos últimos años han hecho sentir, cada vez más fuerte, la necesidad de un cuerpo sistemático de construcciones teóricas que pueda discutir, analizar y explicar las relaciones generales del mundo empírico. Cfr. Kenneth Boulding. En: Oscar Johansen Bertoglio, *Introducción a la teoría general de sistemas*, LIMUSA Noriega editores, México, 2004, p.20.

15 Definida como el momento clave en la evolución de la humanidad en el que podríamos contemplar cómo las máquinas obtendrían niveles de inteligencia equivalentes a la inteligencia humana, haciendo entonces posible la migración de nuestra mente y consciencia a una de ellas. En: José Manuel Elena Ortega, "La singularidad tecnológica: ¿Mito o nueva frontera de lo humano", *Naturaleza y libertad*, Número 12, 2019, p.88. Ver en: <https://revistas.uma.es/index.php/naturaleza-y-libertad/article/download/6269/5793/>. (09-11-2020).

3.3 Modelización

Los modelos, en tanto descripciones simplificadas de la realidad, encuentran uso en diversos campos del quehacer humano. Se usan en el área del conocimiento propia de la cual provienen, en combinación multidisciplinaria de mayor complejidad o por simple curiosidad.

Generalmente los modelos son construidos para pronosticar, predecir el comportamiento del sistema representado cuando la realidad es descrita según especificaciones relacionadas con el interés de la construcción o, también, se los construye con el propósito de reproducir en condiciones específicas en el comportamiento del sistema a fin de discernir acerca de las propiedades y relaciones entre sus componentes.

Para el especialista, el interés se concentra en la teoría del fenómeno estudiado y en la calidad de la representación mientras que, el usuario, se centra en los resultados que se pueden obtener de la simulación. De hecho, las dos visiones son complementarias y, en interacción, se consigue una mejor descripción de la realidad.

Sin embargo, tengamos en cuenta que:

Las futuribles del siglo XX que predijeron el futuro transportando las corrientes que fluyen a través del presente han colapsado. Y aún así, seguimos prediciendo lo que sucederá en 2025 y 2050 cuando ni siquiera hemos comenzado a entender el 2020. El experimento de las inesperadas irrupciones en la historia apenas ha penetrado en las ...conciencias. La llegada de un evento impredecible era previsible, pero no su naturaleza. Por eso siempre he respetado este aforismo: Espera lo inesperado.¹⁶

La base epistemológica ofrece numerosas oportunidades a la creatividad y al conocimiento.

16 Edgar Morin, "Un Festival d'incertitudes", *Tracts de Crise*, N°54, Editions Gallimard, 2020, p.1 Consulté dans: <https://tracts.gallimard.fr/fr/products/tracts-de-crise-n-54-un-festival-d-incertitudes>. (25-04-2020).

3.4 Simulación

La simulación significa alimentar al modelo con la información necesaria para obtener resultados y permitirle que lo haga. Muchas veces esta alimentación se realiza de manera directa, creando un modelo numérico en el caso de los modelos matemáticos o de un modelo narrativo, en el caso más general.

Lo más común es, entonces, realizar simulaciones hacia el futuro, las mismas que sirven para pronosticar el comportamiento del sistema en condiciones no reales que tratan de acercarse de la mejor manera a describir realidades posibles.

Sin embargo, no debemos descartar simulaciones hacia el pasado con propósitos múltiples, entre los cuales se encuentra la necesidad de la Historia como Ciencia, de descifrar información acerca de la cual no estamos seguros ni en calidad ni en cantidad y cuyos ajustes requieren de herramientas matemáticas más sofisticadas. Generalmente estos problemas los conocemos como problemas inversos los cuales tampoco tienen resueltos todos los problemas teóricos que intervienen en ellos. En este tipo de simulaciones no sólo debemos cuidar de la información sino, también, de la interpretación. El especialista de la Historia relacionada con del sistema se ubica en una posición de expectativa en la toma de decisiones y en la planificación.

3.4.1 Simulación cualitativa

El enfoque cualitativo de la simulación es menos estructurado que el cuantitativo. Enfatiza en los conocimientos juiciosos y especializados antes que en los datos concretos.

La simulación cualitativa es un proceso de inferencia clave en el razonamiento causal cualitativo en condiciones de conocimiento insuficiente en los que la información se puede extraer fácilmente mediante percepciones que permiten resaltar características diferenciales globales en lugar de detalles precisos.

Sin embargo, el significado de las diferentes propuestas y su relación con las descripciones conceptuales y algorítmicas a menudo no está claro por lo que debemos tener en cuenta que:

(...) cualquier algoritmo de simulación cualitativa puede producir comportamientos cualitativos espurios, debido a sus puntos de vista locales: aquellos que no corresponden a ningún mecanismo que satisfaga las restricciones dadas. Estas observaciones sugieren tipos específicos de cuidado que deben tomarse en el diseño de aplicaciones de sistemas de razonamiento causal cualitativo, y en la construcción y validación de una base de conocimientos de descripciones de mecanismos.¹⁷

Tan complejo como afirmar que todo sucede y nada cambia.

La representación mental obtenida a través de la vista y aquella sensorial con la que percibimos el espacio y el tiempo, resalta la diferencia entre percepción y conocimiento. Una sensación común distorsiona las distancias verticales en su relación con el plano horizontal. El valor de la correspondencia entre un término y un resultado confirma la consistencia de las relaciones entre los datos y los resultados. Las inferencias que se pueden hacer son tan simples como aquella de que *si nada sucede, nada cambia*.¹⁸

El conocimiento causal se encuentra explícito en la simulación cualitativa y genera un vocabulario propio para expresar el conocimiento parcial acerca de las teorías causales y las relaciones matemáticas así como para formular métodos para ensamblar este conocimiento parcial y el razonamiento necesario para interpretar.

La simulación cualitativa consiste en la representación de la ambigüedad tanto a nivel de los comportamientos como en la argumentación acerca de lo que puede suceder en la obtención de resultados, para corregir errores y ajustar soluciones. Cuando estos resultados son muy discordantes habrá que planificar su tratamiento.

Tengamos en cuenta que, sobre todo en los sistemas de la sociedad, los modelos cualitativos pueden permitir distorsiones fragmentadas cuya solución al final de los procesos son claramente no lineales e indescifrables y que no permiten conclusiones.

17 Benjamín Kuipers, "Qualitative simulation", *Artificial Intelligence*, Volume 29, Issue 3, pages 289-338, 1986, p. 330.

18 Karl R. Lang, "Simulation of Qualitative Models to Support Business Scenario Analysis". Ver en: http://www.dinamica-de-sistemas.com/paper/19_26.pdf (09-11-2020).

3.4.2. Simulación cuantitativa

La simulación cuantitativa ha sido la más usada desde la aparición de las computadoras. Generalmente los modelos son de naturaleza algorítmica y orientados al pronóstico y la previsión. La calidad de las soluciones calculadas puede ser evaluada a partir de herramientas matemáticas del análisis numérico y la complejidad de los algoritmos debe tenerse en cuenta.

A la hora actual podemos distinguir dos tipos de modelos algorítmicos: los probabilísticos y los determinísticos, dependiendo de la naturaleza de las soluciones calculadas.

Los modelos probabilísticos aplican métodos Estadísticos y de desarrollo de la investigación de operaciones. La propiedad fundamental es la siguiente: las soluciones son válidas en un dominio de definición de las variables independientes. Los métodos de extrapolación de los resultados son escasos y su validez no sobrepasa el entorno del dominio de definición de los datos utilizados. Más allá es necesario introducir condiciones que bordean el conjunto de soluciones calculadas y que ponen de manifiesto nuevas condiciones de validez de las mismas.

En el campo probabilístico destacan, también, los modelos formulados en la investigación de operaciones, algunos de ellos basados en la teoría de colas, las cadenas de Markov,¹⁹ los métodos de Montecarlo²⁰ y otros y, actualmente, conocemos un desarrollo inte-

19 Los procesos o cadenas de Markov son herramientas bien conocidas para la modelización de una amplia gama de fenómenos en los que los cambios en el tiempo de una variable aleatoria conforman una secuencia de valores temporales, en los que además su situación futura depende únicamente de su estado actual, no de sus estados pasados. En: Jiaru Bai, Cristina del Campo, L. Robin Keller, "Modelos de cadenas de Markov en la práctica: una revisión de opciones de software de bajo coste", p.1. Ver en: https://faculty.sites.uci.edu/lrkeller/files/2016/06/investigacion_operacional_2016_Bai_delCampo_Keller.pdf (09-11-2020).

20 Los métodos de Monte Carlo son una importante herramienta para la evaluación de riesgo frecuentemente utilizada en finanzas, en la valuación de proyectos y para la evaluación de riesgo a la salud humana y de ecosistemas frente a diferentes contaminantes. Estos métodos permiten encontrar soluciones probabilísticas para modelos en los que, debido a la incertidumbre y a la variabilidad de los elementos que lo conforman, una solución determinística pierde sentido ya que es sólo una posible realización de un proceso que contiene componentes aleatorios. En: Carlos Gay, Francisco Estrada, Cecilia Conde, José Luis Bravo, "Uso de métodos de Monte Carlo para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo en condiciones actuales y bajo cambio climático". Ver en: http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/0067_PU-SA-V-2006-C_GAY.pdf (09-11-2020)

resante de modelos basados en inteligencia artificial²¹ que utilizan, como herramientas de soporte, métodos estadísticos para resolver problemas de clasificación y de previsión apoyados por expertos humanos y artificiales que promueven el aprovechamiento óptimo de los recursos científicos, la experiencia, la calidad y cantidad de información y la capacidad potencial de procesamiento disponible en las computadoras y en las redes sociales. Hablamos, entonces de modelos híbridos.

En el campo determinístico, los modelos son esencialmente algorítmicos de modo que podemos acercarnos a realizar una evaluación razonable de la calidad de resultados que se pueden obtener. En la formulación de este tipo de modelos se evidencia el papel que cumple la teoría en la formulación de los modelos. En efecto, en la formulación de los modelos determinísticos, sabemos desde el principio lo que queremos conocer con base en lo que conocemos, sobre el comportamiento del prototipo.

Los modelos no algorítmicos recurren, con frecuencia, a métodos de la inteligencia artificial, muchos de ellos convalidados en experiencias anteriores similares y sobre cuyo funcionamiento anterior se tiene pleno conocimiento.

3.4.3. Simulación híbrida

Las primeras ideas acerca de la simulación híbrida aparecen en los años cincuenta época en la cual se construyen máquinas calculadoras para simular fenómenos físicos mediante analogías eléctricas como el caso del flujo a través de los medios porosos.

21 La inteligencia artificial (IA) es una disciplina científica que nació oficialmente en 1956 en el Dartmouth College, en Hanover (Estados Unidos), durante un curso de verano organizado por cuatro investigadores estadounidenses: John McCarthy, Marvin Minsky, Nathaniel Rochester y Claude Shannon... tiene por objetivo inicialmente la simulación con máquinas de cada una de las distintas facultades de la inteligencia, ya sea de la inteligencia humana, animal, vegetal, social o filogenética. Más precisamente, esta disciplina científica se basó en la suposición de que todas las funciones cognitivas, en especial el aprendizaje, el razonamiento, el cálculo, la percepción, la memorización e incluso el descubrimiento científico o la creatividad artística pueden describirse con una precisión tal que sería posible programar un ordenador para reproducirlas. En: Jean-Gabriel Ganascia, "Inteligencia artificial: entre el mito y la realidad", *Correo de la UNESCO. Un solo mundo, voces múltiples*, UNESCO, 2018, p.7. Ver en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265211_spa (09-11-2020).

Unos decenios más adelante, las ideas de la simulación híbrida se concebirán en la búsqueda de la utilización óptima del conocimiento que poseen los expertos, científicos e ingenieros que conocen los temas a profundidad y que cuentan, además, con experiencia. La aceptación de optimalidad concierne al ser humano, a la capacidad de las computadoras y a la cantidad y calidad de la información, características para participar en la aventura de los sistemas híbridos.

La base de la simulación híbrida se encuentra en la facilidad para desarrollar procesos interactivos en los cuales el experto puede intervenir modulando el desarrollo e incentivando el deep learning²² y el machine learning.²³

4. Escenarios

Las técnicas de escenarios han sido ampliamente utilizadas en las últimas décadas en el estudio de problemas relacionados con la toma de decisiones y, más recientemente, en la construcción de modelos de planificación. Su estructura se basa en el conjunto finito de variables relevantes que permiten elaborar descripciones del comportamiento de los sistemas en las cuales se resalta el valor de las mismas para satisfacer las necesidades de soporte a los procesos que requieren los actores y agentes participantes en los procesos.²⁴

Las variables son organizadas en estructuras sistémicas en las cuales podemos inyectar resultados a fin de extraer conclusiones

22 El Deep Learning es un modelo de aprendizaje por capas, que procesan la información dada en múltiples etapas sucesivas para así tener en cuenta interacciones complejas entre los datos observados. La base del Deep Learning son las redes neuronales artificiales, sistemas que imitan el funcionamiento de las neuronas y mecanismos básicos del cerebro y, por tanto, intentan aproximarse a nuestra forma de aprender. En: Instituto de Ingeniería del Conocimiento, *Machine learning & Deep learning*. Ver en: <https://www.iic.uam.es/inteligencia-artificial/machine-learning-deep-learning/> (09-11-2020).

23 Las técnicas de Machine Learning permiten a los algoritmos identificar patrones complejos entre gran cantidad de datos, infiriendo así sus propias reglas para detectar patrones similares en nuevos conjuntos de datos. Se crean sistemas inteligentes que mejoran de forma autónoma viendo datos. Así pueden aprender a predecir comportamientos, detectar similitudes o anomalías automáticamente o tomar las decisiones adecuadas. En: Instituto de Ingeniería del Conocimiento, op. cit.

24 Karl R. Lang, op. cit.

interesantes. La interactividad constituye una de las ventajas de los métodos de escenarios frente a otros que son más populares en los trabajos de campo.

4.1 *Datos*

El conjunto de datos seleccionados debe ser suficiente para permitir una descripción fidedigna del grado de confiabilidad requerido por la experiencia en curso. Desde aquellos recogidos a partir de estímulos visuales o de naturaleza física observable en general, hasta los calculados con métodos algorítmicos sofisticados y utilizando procedimientos calificados de inteligencia artificial, lo que requiere disponer de formación y experiencia.

Nuestro cerebro dispone de técnicas de cálculo analógico aproximado cuya rapidez de convergencia es mucho menor que la conseguida con los mejores algoritmos derivados de la investigación de operaciones. Cuando el problema se vuelve complejo, como es el caso de la realidad del pasado, poco conocemos acerca de la influencia que el Hombre ejerció en su época, mediante factores subjetivos propios de su personalidad y temperamento, frente a la amenaza de sufrir una perturbación desestabilizante, lo que dificulta una modelización cualitativa coherente. Lo ideal sería, en este caso, dominar el miedo y dejar que aleje inhibiciones e incertidumbre.²⁵

La recreación de las experiencias conduce a la concepción, comprensión y recreación de estímulos sico-somáticos, expresión y modulación de comportamientos, factores culturales y ambientales propios de la época en la que ocurrieron los hechos, tarea que presenta dificultades importantes.

La información disponible, incluidos los resultados de la simulación, sirve para construir mensajes que serán difundidos a un público más amplio y bajo diferentes formas. En estos mensajes encontraremos claramente definidos rasgos característicos de la personalidad y del estado de ánimo de quien los construye, por lo que es necesario que reflexionemos acerca de la naturaleza de los mismos y de los efectos que pueden provocar en dichas elaboraciones.

²⁵ Melio Sáenz, op. cit.

4.2. Resultados

La interpretación de resultados adquiere el mayor valor en dos instancias: la primera durante la calibración del modelo en la cual sirve como guía de la buena razón, de la concordancia y consistencia con la realidad.²⁶ Que un resultado no admite justificación para inscribirse en el comportamiento normal del sistema, pues hay que modificarlo conociendo las causas y, si es necesario, revisar desde los conceptos, sus propiedades y sus relaciones.

La segunda, cuando de interpretar los resultados se trata, no vamos a leer una bola de cristal ni a argumentar con base en solapados temas, dogmas, mitos e intereses. Vamos a recurrir a lo más valioso que como especie hemos construido desde hace muchas generaciones y que es el conocimiento científico y en caso de que no dispongamos de él, con pleno conocimiento de causa de esta falencia y los riesgos que ella puede inducir.

La interpretación de resultados es una importante responsabilidad que asumimos frente a la sociedad. Si argumentamos de manera equivocada podemos dañar el futuro de la sociedad. Hay quienes lo han hecho y eso si tiene consecuencias en la vida misma, individual y colectiva.

5. Conclusiones

Si bien los modelos han sido utilizados con frugalidad en intentos de concebir, describir y construir situaciones que no han ocurrido en la realidad, tema relativo a la prospectiva y a la planificación.

La Teoría General de Sistemas, la complejidad y el pensamiento complejo ofrecen nuevas vías para explicar el pasado y volverlo útil para concebir y diseñar el futuro. El pensamiento prospectivo se convierte en una herramienta de mucho interés, sobre todo cuando se ajusta a las nuevas realidades.

La calidad de los resultados que obtengamos depende mucho de la interpretación que podamos hacer desde la realidad actual en

²⁶ Melio Sáenz, op. cit.

la cual hemos cambiado condiciones y circunstancias que no pueden ser explicadas completamente en función de las realidades anteriores.²⁷

La inteligencia artificial es una herramienta para hacerlo y gana potencialidades si comparte con la inteligencia natural el manejo de los datos y de la información disponibles, de la experiencia y de la capacidad de procesamiento disponible.

El mundo del futuro, al igual que los del pasado, será un mundo basado en el conocimiento, pero esta vez basado, sobretudo en el conocimiento científico.

¿Sabremos responder al desafío?

Bibliografía

BAI, Jiaru; CAMPO, Cristina del; KELLER, L. Robin, "Modelos de cadenas de Markov en la práctica: una revisión de opciones de software de bajo coste", p.1. Ver en: https://faculty.sites.uci.edu/lrkeller/files/2016/06/investigacion_operacional_2016_Bai_delCampo_Keller.pdf (09-11-2020).

CERVANTES, Miguel de, *Ingenioso Hidalgo Don Quijote de la Mancha*, Real Academia Española, Edición de IV Centenario, Santillana ediciones generales, Sao Paulo- Brasil, 2004.

COPLESTON, Frederick, *A history of Philosophy*, image books, Garden City, New York-USA, 1977.

DESCARTES, René, *El discurso del método*, ediciones Brontes, Barcelona, 2018.

ELENA ORTEGA, José Manuel, "La singularidad tecnológica: ¿Mito o nueva frontera de lo humano", *Naturaleza y libertad*, Número 12, 2019, p.88. Ver en: <https://revistas.uma.es/index.php/naturaleza-y-libertad/article/download/6269/5793/>. (09-11-2020).

²⁷ Ibid.

- GANASCIA, Jean-Gabriel, "Inteligencia artificial: entre el mito y la realidad", *Correo de la UNESCO. Un solo mundo, voces múltiples*, UNESCO, 2018, p.7. Ver en: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265211_spa (09-11-2020).
- GAY, Carlos; ESTRADA, Francisco; CONDE, Cecilia; BRAVO, José Luis, "Uso de métodos de Monte Carlo para la evaluación de la vulnerabilidad y riesgo en condiciones actuales y bajo cambio climático". Ver en: http://ae-clim.org/wp-content/uploads/2016/02/0067_PU-SA-V-2006-C_GAY.pdf (09-11-2020).
- HAWKE, Jacquetta; WOOLLEY, Leonard, *Historia de la Humanidad. Desarrollo Cultural y Científico*, UNESCO-Editorial Planeta, Barcelona-España, 1977.
- Instituto de Ingeniería del Conocimiento, *Machine learning & Deep learning*. Ver en: <https://www.iic.uam.es/inteligencia-artificial/machine-learning-deep-learning/> (09-11-2020).
- KUIPERS, Benjamín, "Qualitative simulation", *Artificial Intelligence*, Volume 29, Issue 3, Pages 289-338, 1986.
- LANG, Karl R., "Simulation of Qualitative Models to Support Business Scenario Analysis" Ver en: http://www.dinamica-de-sistemas.com/paper/19_26.pdf (09-11-2020).
- MORIN, Edgar, "Un Festival d'incertitudes", *Tracts de Crise*, N°54, Editions, Gallimard 2020. Consulté dans. Ver en: <https://tracts.gallimard.fr/fr/products/tracts-de-crise-n-54-un-festival-d-incertitudes>.
- NOUGIER, Louis René, *Arte prehistórico en Historia del Arte*, T.1, Salvat editores S.A, Barcelona-España, 1970.
- PARRAIN, Brice, *Histoire de la philosophie*, Editions Gallimard, Paris-France, 1969.
- BERTOGLIO, Oscar Johansen, *Introducción a la teoría general de sistemas*, LIMUSA Noriega editores, México, 2004.
- SÁENZ, Melio, *Realidad y verdad*, PROMAS, Universidad de Cuenca, Ecuador. En preparación.



La Academia Nacional de Historia es una institución intelectual y científica, destinada a la investigación de Historia en las diversas ramas del conocimiento humano, por ello está al servicio de los mejores intereses nacionales e internacionales en el área de las Ciencias Sociales. Esta institución es ajena a banderías políticas, filiaciones religiosas, intereses locales o aspiraciones individuales. La Academia Nacional de Historia busca responder a ese carácter científico, laico y democrático, por ello, busca una creciente profesionalización de la entidad, eligiendo como sus miembros a historiadores profesionales, entendiéndose por tales a quienes acrediten estudios de historia y ciencias humanas y sociales o que, poseyendo otra formación profesional, laboren en investigación histórica y hayan realizado aportes al mejor conocimiento de nuestro pasado.

Forma sugerida de citar este artículo: Sáenz, Melio, "Modelos: complejidad y realidad", *Boletín de la Academia Nacional de Historia*, vol. XCVIII, N°. 204, julio - diciembre 2020, Academia Nacional de Historia, Quito, 2021, pp.289-309