

Salvador Hernández Vélez

De ciencias, educación y algo más

De ciencias, educación y algo más

Salvador Hernández Vélez

De ciencias, educación y algo más

Salvador Hernández Vélez

Índice

Prólogo	7
Introducción	13
I. Algo sobre educación y capacitación	17
La matemática educativa en Coahuila y los 29 años de historia de la Facultad de fisicomatemáticas de la UAdeC	19
¿Cuándo se inventó el aula?	21
El aula extendida (I)	23
El aula extendida (II)	25
Cambiando historias	27
Los Triquis	29
¿Educación tradicional?	31
El fracaso escolar	33
La capacitación, otra mirada	35
La apatía por la ciencia	37
II. Algo de matemáticas	39
La matemática del movimiento: el cálculo diferencial	41
El miedo a la matemática	43
¿Hay hambre de matemáticas?	45
La enseñanza del cálculo	47
Matemáticas y el lenguaje	49
Entre matemáticas y pasteles	51
III. De filosofía y filósofos	55
Las ciencias y las filosofías	57
El origen de la filosofía	59
La filosofía es necesaria	61
Las preguntas filosóficas (I)	63
Las preguntas filosóficas (II)	65
Las preguntas filosóficas (III)	67
Las preguntas filosóficas (IV)	69

Edición: octubre de 2020

DR. © Salvador Hernández Vélez
jshv0851@gmail.com

Formación y diseño de interiores:
Rosario Contreras Rosales

Edición y revisión:
Iván Vartan Muñoz Cotera

Ilustración de portada:
Jorge A. González

ISBN:

Impreso en México
Printed and made in México

Las preguntas filosóficas (V)	71
Las preguntas filosóficas (VI)	73
IV. Personajes y disruptores	75
De la ficción a la realidad, o las tecnologías disruptivas ya nos rebasaron	77
Elon Musk: PayPal, Tesla, Sola City, SpaceX	79
Musk Manía: Musk dispara una idea revolucionaria tras otra	81
Rolando García: la epistemología genética; los sistemas complejos y la investigación interdisciplinaria	83
V. ¿Cómo y dónde irrumpen las ciencias?	87
De historia y ciencias	89
Primero fue la matemática	91
La arquitectura se originó a la par de la matemática	93
Las matemáticas griegas	95
Euclides y los elementos	97
La física, la segunda ciencia	99
La física nació en Europa	101
Copérnico, Tycho y Kepler	103
Galileo Galilei	105
Isaac Newton	107
La crisis de la física	109
La mecánica ondulatoria	111
Mentes profanas: Dimitri Ivánovich Mendeléiev, Robert Boyle, John Dalton y Amedeo Avogadro	113
Darwin y las bases epistemológicas de la biología como ciencia, el ADN y el ARN	115
Carlos Marx: la ley del desarrollo de la historia humana y el modo de producción capitalista	117
Sigmund Freud: del estudio del consciente al inconsciente	119
Rectificar saberes: esto es, desalojar viejos conocimientos, no acrecentar los ya existentes	121
Índice iconográfico y fotográfico	123

Prólogo

Siempre he considerado que prologar un libro es un reto con dos filos, pues a la vez que representa una responsabilidad para quien prologa, es también un regocijo. Este es el caso del libro que presenta el ingeniero Salvador Hernández Vélez, titulado *De ciencias, educación y algo más*. Pocos autores en nuestro ámbito académico poseen horizontes tan vastos y lúcidos como los contenidos incluidos en esta obra que están por leer. Se parte, casi sin percibirse, del origen de la ciencia para llegar a las condiciones de su producción; esto lo lleva de los clásicos griegos, de la mano de *Los Elementos*, de Euclides, al renacimiento europeo y de ahí a Newton y Maxwell, Freud o Marx. Hacia el final del libro perfila un marco para la mejora educativa en tiempos modernos durante la era de “la pandemia y la infodemia”.

Una característica del autor, a quien conocemos a lo largo del tiempo y de las circunstancias, es su agudeza intelectual y su bonhomía. Se trata de un pensador de mirada holística que valora los detalles de su entorno, como recorrer, atento y sin cesar, desiertos y selvas. Conocí a Hernández Vélez en el marco de diferentes acciones de la comunidad matemática y, sobre todo, en su pasión por la enseñanza. Confieso que siempre me llamó la atención su capacidad de establecer vínculos, ya por similitud o dependencia, o por discrepancia e independencia, lo que extrapolaba a su manera de encarar y resolver problemas originales. El mismo estilo que le caracteriza en sus acciones cotidianas, y que ahora manifiesta como rector de la Universidad Autónoma de Coahuila, nos conduce, a su manera, a un excelente viaje que penetra al significado del conocer las ciencias.

Imaginemos que el libro se escribió como narrativa de un viaje por el pensamiento humano, algo así como ir en el “expreso de oriente”, aunque habría que decir mejor: viajar en la “nao que viene del sur” (parafraseando a Federico Fellini y Boaventura de Sousa). El recorrido detiene su ruta sólo en los sitios marcados por la mirada del autor, comienza con la idea de cambio y la entrelaza con el desarrollo evolutivo. Hernández Vélez señala: “Hoy todo ha cambiado. Estamos en la sociedad del conocimiento, con sociedades globales. Pasamos de un aprendizaje a lo largo de la vida a ‘carreras’ cambiantes, a planes de estudio dinámicos, orientados a

problemas. Las enseñanzas deben estar centradas en los medios, en las TIC, en aprendizajes y razonamientos, en la innovación, la creatividad, el desarrollo de nuevas rutas y en la educación personalizada, medida por resultados de aprendizaje y competencias, enfatizando el futuro”.

Desde el comienzo es claro cuál será el plan de viaje del autor: la integración del pasado con el presente en una unidad dialéctica, unidad y lucha de contrarios, aun aquel pasado o presente que no entendemos del todo. Justo ahí vincula, desde el comienzo del libro, un elemento del pasado, la creación del Centro de Investigación y Docencia en Matemática Educativa (CIDME), de la UAdeC, con la noción de aula extendida para el caso de la transversalidad en Ciencias, Filosofía, Sociedad y Matemáticas. Consciente o no, Salvador Hernández usará esta dialéctica pasado-futuro para rematar en la educación de hoy, en tiempos de innovación.

Citando este texto, intentaré mostrar que Hernández Vélez ya tenía una hipótesis de partida; el aprendiz transforma lo que aprende y, en ese mismo acto, se transforma a sí mismo: este es justo el poder civilizatorio de la humanidad. Si el aprendiz es, en este caso, la humanidad plena, estamos aprendiendo y reconstruyéndonos como señala en su cita: “Cantoral sostiene: ‘La idea paradigmática en la socioepistemología es que el conocimiento lo construyen los seres humanos en el ejercicio de una gran cantidad de prácticas normadas por muy pocas prácticas sociales. Es decir, se parte de una posición filosófica ante la construcción del conocimiento que supone su existencia sólo hasta que éste es socialmente construido. Una epistemología tradicional de conceptos, como los paradigmas usuales, supone la existencia previa del conocimiento, aun sin existir el individuo mismo’. Así es como se podrá embonar tan amplia revisión y erudición conceptual que el autor despliega en cada uno de sus escritos semanales y que ahora organiza en forma de libro. Así que el deber del individuo será, bajo este enfoque, adquirirlo. Las consecuencias inmediatas de esta posición de la socioepistemología es que los objetos matemáticos no sólo viven en el aula, en el sistema escolar, sino que dichos objetos matemáticos trascienden, son llevados y utilizados en la vida cotidiana en el contexto social del alumno o, más ampliamente, del que aprende”. De esta forma, los

conocimientos van y vienen de la escuela a la vida y viceversa en un movimiento espasmódico incesante.

La manera en que ejemplifica con el juego del basquetbol de los niños triquis que han dado la vuelta al mundo es, simplemente, formidable. Parte de los intereses comunales, el aplanado, diseño y confección de la cancha y de la práctica intencional que produce conocimiento y así, sin saberlo, se conectan con el mundo. Narra el siguiente conmovedor extracto: “El entrenador Triqui nos dijo, en su charla realizada en el auditorio de la Facultad de Contaduría y Administración de la UAdeC, Unidad Torreón, que para pertenecer al equipo los niños y niñas deben reunir varios requisitos. A continuación, enumeraré los que a mi juicio resume la exposición que, desde el corazón, nos compartió este comprometido entrenador. Primero. Deben estar bien en casa y realizar sus quehaceres sin excusas; desde los cinco o seis años ayudan a sus papás. Segundo. Deben entrenar a diario. Tercero. Tener valores y responsabilidades. Cuarto. Tener calificación mínima de 8.5. Quinto. Como se les prepara para el futuro, se trabaja la lectura con los niños, por lo que deben leer y leer. Sexto. Un niño Triqui lee un libro cada 15 días y debe entregar su reporte de lectura. Séptimo. Cuando salen a competir llevan su guía de estudio y regresan a presentar su examen. Deben, por lo tanto, aprobar sus exámenes. Octavo. Ejercer la disciplina. Deben cumplir sus deberes por ellos mismos. La base de su formación se basa en su propio esfuerzo. El deporte tiene el poder de transformar el mundo. Tiene el poder de inspirar, de unir a la gente como pocas otras cosas...”.

Así, con el hojear del libro se va atando una experiencia exitosa con claves para el “buen desarrollo” del hecho educativo. Trata a la educación desde varias ópticas, analiza la educación tradicional, el fracaso escolar, las miradas alternas de la capacitación, la apatía por la ciencia y así, casi sin darnos cuenta, nos llevó del aula extendida a la siguiente estación: la enseñanza del Cálculo y el estudio del movimiento. Desde la óptica de la obra que prologo, asume con algo con lo que concuerdo: el Cálculo es el paradigma de la construcción social del conocimiento matemático, una forma de introducir en el universo de lo posible al movimiento, la matemática de las variables.

Plantea el hecho de que la enseñanza del Cálculo Diferencial e Integral va, del final al comienzo, violando el principio genético. Debate cómo la doble naturaleza del Cálculo podría ser la base de una transversalidad disciplinar para mejores aprendizajes, así lo vincula a las ideas de movimiento de Galileo y su matematización en Newton. Este pasaje le sirve de base para abordar un tema aún más general: el origen de la filosofía occidental. Parte de los platónicos para encarar la crítica de la razón pura de Kant. Particularmente, es muy recomendable la lectura de la serie de escritos sobre “preguntas filosóficas”; recorre por igual escuelas del pensamiento que conclusiones plausibles, sobre el tiempo, la vida o el movimiento mismo. Es aquí donde el autor muestra su peculiar carácter sistémico a través de su pluma, o de su tecla.

Remata su viaje con una estación “en” Rolando García, epistemólogo argentino y colaborador de Jean Piaget, quien desarrolló la última parte de su vida en México. Se pregunta el autor sobre la necesidad del estudio de la filosofía y sus relaciones con la ciencia y las tecnologías. Así mismo, enfatiza la necesidad de atender a las condiciones sociales de la producción en ciencia y de la llamada filosofía espontánea de los científicos.

Este libro reafirma la idea de monumento geográfico con la matemática en su base, la testifica con el trabajo arquitectónico de diversas culturas en la creación de espacios, y así con un lento andar es en la Grecia clásica donde adquiere el sentido de verdad lógica, como arte de pensar sobre axiomas y reglas válidas. Hernández Vélez parte de ahí para arribar a la física y la astronomía como espacios contruidos con la ayuda del quehacer matemático, diría yo, con su matematización. Posteriormente, en este viaje incluye una estación con la física de ondas para dar paso a la química y a la Tabla Periódica de los Elementos. Armado con esos elementos, introduce algo aún más sorprendente con la explicación de Darwin y las bases epistemológicas de la biología como ciencia, el ADN y el ARN.

Todo ello se engloba en una filosofía dialéctica que postula la ley específica del movimiento que gobierna el actual modo de producción. De pronto, el descubrimiento de la plusvalía arrojó luz sobre el problema y los hallazgos económicos de Marx sobre valor y valor de uso; de trabajo

abstracto y de trabajo concreto; de plusvalía, aspectos que forjaron otra parada en el viaje por el que nos lleva este libro. Con ello, una extensión adicional era plausible, del consciente al inconsciente de Freud, quien mostró que uno no se conoce a sí mismo, ni que nuestros actos son plenamente voluntarios, pues una parte de nosotros permanece oculta a la conciencia, el inconsciente. Una vez más, la tesis aflora, la dialéctica entre opuestos.

De este modo, la lectura de este libro es altamente recomendable para quienes disfrutan de la aventura del viaje, donde se une lo distante y se separa analíticamente lo cercano. Recomiendo que este libro deba estar en manos de estudiantes, profesoras y profesores y de colegas con perspectivas sistémicas del conocimiento, pues espero que el viaje con “paradas sorpresivas” les haga subir en el andén 3.14...

RICARDO CANTORAL.
Huitzilac, Morelos.

Introducción: los procesos de globalización han cambiado radicalmente la educación superior

El doctor Salvador Malo Álvarez, siendo director general de Educación Superior Universitaria de la SEP, dictó la conferencia “El futuro de la educación superior mexicana”. Fue en la Universidad Autónoma de Coahuila y se trató sobre la problemática de la educación superior en América Latina y, particularmente, en México. En su disertación presentó cifras relacionadas a la situación de las universidades y de sus estudiantes en el mundo, partiendo de la premisa: hoy, la educación superior está globalizada.

Por ello, la competencia de los egresados por los empleos es también mundial. Los siguientes datos así lo muestran. Entre 1975 y 2007, en 32 años, el número total de estudiantes de educación superior en el mundo pasó de 40 a 150 millones. El número de estudiantes en este nivel de enseñanza pasará a más de 262 millones en 2025. Desde 2003, a nivel mundial, el número de mujeres matriculadas en la enseñanza superior sobrepasa al de los hombres, por término medio. México ha hecho grandes progresos en el aumento del logro educativo terciario: pasó de 16 por ciento en 2008 a 23 por ciento en 2018. En promedio, una cualificación terciaria da como resultado mejores resultados en el mercado laboral.

Los trabajadores con educación terciaria en México disfrutan de la segunda prima de ingresos más alta que los que tienen educación secundaria superior, esto entre los países de la OCDE. La proporción de adultos jóvenes sin educación secundaria superior ha disminuido, pero los caminos de la educación secundaria a la educación terciaria siguen siendo limitados. El gasto público de México en todos los niveles de educación, como proporción del gasto público total, es el segundo más alto entre los países de la OCDE, pero el gasto por estudiante sigue siendo el más bajo. Esta información pertenece al Informe sobre la Educación en México, publicado en 2019 por la propia organización internacional.

Los datos más actuales sobre la estadística de la educación superior en nuestro país, se muestran en la siguiente tabla:

Tipo, servicio y sostenimiento	Alumnos			Docentes	Escuelas 1/
	Total	Mujeres	Hombres		
Educación superior	3,943,544	1,980,888	1,962,656	414,408	5,535
Normal	91,978	68,732	23,246	14,480	408
Licenciatura	3,610,744	1,786,715	1,824,029	333,617	4,502
Posgrado	240,822	125,441	115,381	66,311	2,459
Público	2,773,338	1,341,229	1,432,109	243,341	2,283
Privado	1,170,206	639,659	530,547	171,067	3,252

Fuente: SEP/DGPP y EE. Principales cifras, 2018-2019.

Así como China e India se han insertado en la economía globalizada de forma agresiva, también sus grandes sistemas de educación superior elevan de manera considerable el número de estudiantes universitarios. Sin duda, la globalización está cambiando la educación universitaria. Del total mundial de jóvenes de entre 25 y 34 años que poseen un grado universitario, el 18 por ciento corresponde a China; el 14 por ciento a Estados Unidos de América; y empatados con el 11 por ciento están India y Rusia. México ocupa el octavo lugar con el tres por ciento.

Hoy, la dinámica del conocimiento, los cambios ocupacionales, las tecnologías de la información y la comunicación, y los procesos de globalización están cambiando radicalmente la educación superior en el mundo. Ni duda cabe. El Informe de la Conferencia del 2009 sobre Educación Superior de la UNESCO nos dice: “En el pasado medio siglo ha ocurrido una revolución académica sin precedentes en la educación superior. Los desarrollos en el pasado reciente son, al menos, tan dramáticos como los que se dieron en el siglo XIX, cuando surgió la universidad de investigación”.

Todo ha cambiado. Estamos en la sociedad del conocimiento, con sociedades globales. Pasamos de un aprendizaje a lo largo de la vida a “carreras” cambiantes, a

planes de estudio dinámicos, orientados a la resolución de problemas. Las enseñanzas deben estar centradas en los medios, en las TIC, en aprendizajes y razonamientos, en la innovación, la creatividad, en el desarrollo de nuevas rutas y en la educación personalizada medida por resultados de aprendizaje y competencias, enfatizando el futuro.

Las condiciones en que se da la educación han cambiado. Los sistemas educativos de la mayoría de los países han experimentado múltiples revisiones con el tiempo. Sin embargo, en América Latina todavía se cuenta con condiciones sociales y tecnológicas que son obsoletas. Específicamente, los sistemas educativos fueron diseñados para preparar a los jóvenes a enfrentar un mundo en el que la información era escasa y de acceso difícil. Los programas de estudio siguen siendo disciplinarios y la educación continúa asociada casi exclusivamente con la capacidad intelectual, situación que nos parece tan natural que resulta difícil pensar en términos de otro paradigma.

Las demandas a la educación de hoy y del mañana son diferentes. En la actualidad, la información abunda; cualquier alumno con conexión a internet tiene automáticamente acceso a casi todos los datos que conforman el saber humano. La habilidad para encontrar lo que se busca, así como el criterio para juzgar lo que se lee, se han vuelto más importantes que el acceso a la información. Al mismo tiempo, el papel que juegan los maestros ha cambiado drásticamente.

Al final de la charla, el doctor Malo preguntó: “¿Hacia dónde cambiar en enseñanzas y aprendizajes?”. Desde hace un cuarto de siglo, diversas instituciones y naciones vienen realizando esfuerzos para adaptar las enseñanzas a las actuales circunstancias. En particular, en México la educación superior tiene una estructura profesionalizante que limita la movilidad estudiantil; que inhibe, cuando no impide, la preparación interdisciplinaria propia de las universidades; y que desalienta la generación de nuevas profesiones. Cambiar la “cultura universitaria” dominante a fin de que esté centrada en el aprendizaje de los alumnos, implica que los profesores modifiquen sus prácticas de enseñanza para lograr los objetivos descritos. Esto es parte de la tarea.

EL AUTOR.

I.

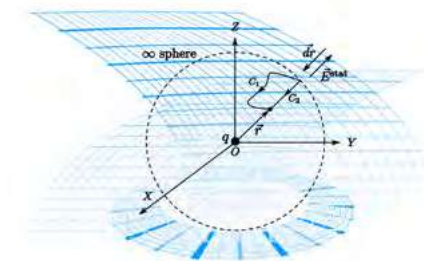
Algo sobre educación y capacitación

La matemática educativa en Coahuila y los 29 años de historia de la Facultad de fisicomatemáticas de la UAdeC

EL DIRECTOR DE LA Facultad de Físico-Matemáticas de la UAdeC me invitó a participar en el vigésimo noveno aniversario de la institución encargada de formar a los matemáticos y físicos que optan por estas carreras. La matemática es el primer conocimiento que el ser humano transforma en ciencia. Euclides, en torno al año 300 antes de nuestra época, escribió en 13 tomos su obra *Los elementos*, en la que deja sentadas las bases, en forma axiomática, de la geometría. Lo mismo hizo Newton con la física: constituyó el segundo continente científico. Con la apertura de esta escuela, la UAdeC completó su oferta de carreras de ciencia: matemáticas, física, química y biología.

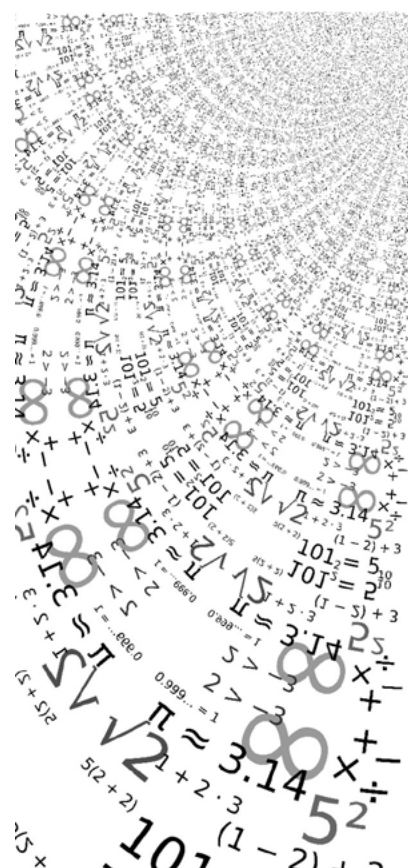
La mesa de participación con la que se iniciaron los festejos de aniversario de la facultad, versó sobre los esfuerzos que se han hecho para atender la formación de profesionistas de la matemática y de la educación matemática. En ella participamos el maestro Francisco Cepeda y el doctor Humberto Madrid, fundadores de la facultad, y un servidor que desde La Laguna participó en la constitución y en las actividades del nodo de formación y actualización de profesores de matemáticas, dependiente de la entonces Sección de Matemática Educativa del Centro de Investigación de Estudios Avanzados (CINVESTAV), que después se transformó en el Centro de Investigación y Docencia en Matemática Educativa (CIDME).

En enero de 1981, un pequeño grupo de profesores dedicados a la enseñanza de la matemática en los niveles medio básico, medio superior y superior, lograron en La Laguna, con el apoyo del licenciado Oscar Villegas Rico, entonces rector de la UAdeC, la firma de un convenio de colaboración con los doctores Carlos Ímaz y Eugenio Filloy, del referido CINVESTAV. Esto permitió que en Torreón se organizara un grupo de profesores para estudiar la maestría en Matemática Educativa, luego se formó otro grupo, varios



Cálculo. Composición digital de Gerdz Altmann, 2020.

En 1985 se formó el CIDME, lo que fue un paso más en la consolidación de un proyecto que atendiera la problemática de la enseñanza de las matemáticas.



Números. Composición digital de Gerd Altmann, 2020.

Hoy, el sistema educativo nacional no cuenta con un programa que se ocupe de la formación de los profesores de matemáticas de los niveles medio superior y superior.

años después, en el Tecnológico de La Laguna. Con docentes educados en la corriente de Matemática Educativa, se trabajó el Programa de Formación y Actualización de Profesores de Matemáticas, integrando cinco centros de trabajo en diferentes ciudades del norte del país: Torreón, Saltillo, Monclova, Durango y Zacatecas.

En 1985 se formó el CIDME, lo que fue un paso más en la consolidación de un proyecto que atendiera la problemática de la enseñanza de las matemáticas y colaborara en la construcción de alternativas de solución a la misma. Este centro implementó una licenciatura en Matemática Educativa, desarrolló líneas de investigación sobre la enseñanza aprendizaje de la matemática, concretó un cuerpo docente, de actualización e investigación, y una biblioteca especializada en libros de matemáticas y de teorías del aprendizaje relacionadas con la enseñanza de la matemática.

En 1990 la universidad decidió cerrar el CIDME, alegando que la Secretaría de Educación Pública no aportaba recursos para el mismo. Se clausuró así un espacio educativo que atendía la problemática de la enseñanza-aprendizaje de la matemática en La Laguna, tarea que hasta la fecha sigue siendo una necesidad atender, ya que el sistema educativo nacional no cuenta con un programa que se ocupe de la formación de los profesores de matemáticas de los niveles medio superior y superior. Y nuestro país sigue teniendo serios problemas en la enseñanza-aprendizaje de la matemática.

En 1987 nace la Escuela de Matemáticas de la UAdeC, siendo rector el ingeniero Isaías Ortiz Cárdenas. El maestro Francisco Cepeda y el doctor Humberto Madrid nos compartieron los obstáculos que tuvieron que transitar para lograr lo que hoy es la Facultad de Físico-Matemáticas. En ella se imparten las licenciaturas en matemáticas aplicadas y la de ingeniería física, así como la maestría en Matemática Educativa, que forma parte del Programa Nacional de Posgrados de Calidad. El Centro de Investigación en Matemática Aplicada (CIMA) se fundó en 1993.

A casi 30 años de ser fundada, la Facultad de Físico-Matemáticas, con base en las experiencias acumuladas y dado que la problemática de la enseñanza de la matemática sigue vigente y que las matemáticas es la única rama de las ciencias que se involucra con todas las áreas del conocimiento,

requiere reformular el programa de Matemática Educativa para desarrollarlo en las regiones del estado, a la luz de la Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa y de otras corrientes trascendentes en el panorama didáctico-matemático.

¿Cuándo se inventó el aula?

EL OBJETIVO PRIMORDIAL de las instituciones de educación superior es preparar a los estudiantes para que posteriormente se integren a la economía y al trabajo. Un intento más, para hacer efectiva esta tarea, lo encontramos en los nuevos planteamientos educativos que nos hablan de la necesidad de que los alumnos estén en el centro del proceso educativo.

De inmediato surge la pregunta: ¿Qué quiere decir que el alumno esté en el centro? ¿Cómo lograrlo, si las escuelas están diseñadas desde su arquitectura, hasta sus métodos didácticos, para que el profesor sea el protagonista en el proceso enseñanza-aprendizaje? Sin duda, el propósito no es nada sencillo.

En la mayoría de las aulas, el profesor cuenta con un sitio privilegiado que lo coloca siempre al frente de los estudiantes y, en muchas ocasiones, queda espacialmente por encima de ellos. ¿Será necesario también cambiar toda la infraestructura educativa para que los alumnos sean el “centro” de su propio aprendizaje? ¿Cómo deben ser las aulas para que los estudiantes sean los protagonistas de su proceso de aprendizaje? ¿Bastará ahora, con decir, que ya no es proceso enseñanza-aprendizaje, sino aprendizaje-enseñanza? El orden de las palabras, por sí sólo, ¿será la solución?

La Teoría Socioepistemológica de la Matemática Educativa planteada por el doctor en matemáticas Ricardo Cantoral, señala que este problema es complejo. Para dilucidarlo hay necesidad de entender “los mecanismos que explican por qué hacemos lo que hacemos; y que norman y estructuran al aprendiz”. He aquí el siguiente cuestionamiento epistemológico: ¿qué nos hace hacer lo que hacemos?

Retomando el asunto del aula, Eduardo Malagón se lo cuestiona en su libro *El espejo*: ¿quién inventó el aula?, ¿cuándo se convirtió en el recinto y en la forma principal de la educación? No hay manera de precisarlo con exactitud,



Grabados de niños estudiantes durante la época victoriana.

pero comparado con la existencia de la especie humana, con sus cuatro millones de historia evolutiva de la inteligencia y su aplicación en el aprendizaje, podemos suponer que el aula debe haber aparecido en el contexto de las sociedades agrícolas sedentarias, esto es, hace aproximadamente diez mil años que, comparados con los cuatro millones de la evolución de la humanidad, es muy poco, ni siquiera el uno por ciento.

Malagón reflexiona: “El problema no se resuelve subordinando el sistema de significación del alumno al del referente —lo que hace lógicamente posible el entendimiento—, como lo hace la enseñanza tradicional, ni subordinando el sistema de significación del referente al del alumno, como lo proponen algunos enfoques participativos; es necesario fusionar ambos sistemas en un sólo sistema de significación que resulte su síntesis”.

Cuando la educación se rige por el polo de la enseñanza, la didáctica se entiende como el arte o la técnica del profesor. Pero ya no se trata de la manera de “transmitir” eficientemente conocimientos al que aprende, sino de cómo el sujeto que aprende debe interactuar con la realidad para comprenderla.

Por ello, si el proceso se asume desde el polo del aprendizaje, el contenido se refiere necesariamente a un determinado fenómeno de la realidad; puede tratarse de un fenómeno de orden mental, social o físico, de un fenómeno simple o complejo, pero siempre se trata de un determinado fenómeno de la realidad. Y entonces, el problema de la didáctica consiste, desde esta perspectiva, en el problema de cómo puede ser comprendido el fenómeno por el sujeto que aprende, pues la comprensión de cualquier fenómeno es necesariamente una construcción por la inteligencia y es la propia inteligencia de quien lo aprende: sin esta construcción, carece de sentido hablar de aprendizaje.

La misma historia del conocimiento nos demuestra que es la propia realidad la que ha indicado las vías para su comprensión. Por ejemplo, el aprendizaje de la gestión de una empresa no se rige por el capacitador ni por el empresario, se rige por la lógica de la economía en que se inserta la empresa. En su libro, Malagón comenta: “Enseñar no es transmitir; tampoco, algo ni remotamente similar a ‘llenar recipientes’. Quiero, pues, reiterar que, lejos de tales

simplificaciones, aprender es ante todo un acto en el que el individuo construye y reconstruye explicaciones sobre la realidad, al propio tiempo que construye y reconstruye su inteligencia: su cerebro mismo”.

El aula extendida (I)

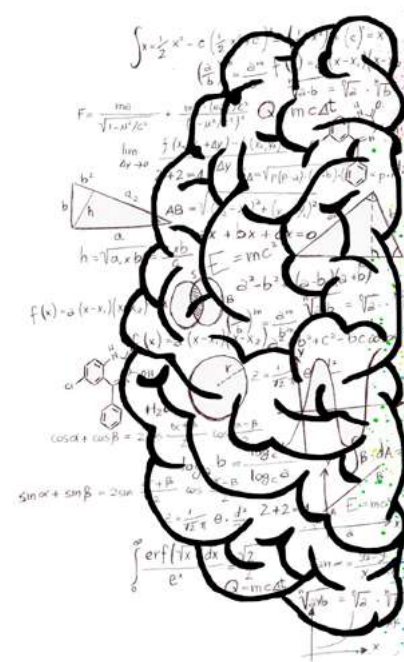
LOS APUNTES HECHOS CON anterioridad referidos a la invención del aula provocaron que recibiera bastantes e sugerentes comentarios de personas interesadas en el tema educativo y sobre las ideas que ahí expresé. Ello me ha hecho reflexionar sobre las mismas. Por ejemplo, en relación con la necesidad de combatir las posiciones dogmáticas en la educación, Germán Iván Martínez Gómez, en su artículo “Filosofía para no filósofos”, señala lo siguiente: “Sin embargo, no sólo el sacerdote transmite dogmas que deberán ser aceptados, asumidos y retransmitidos, sino también los profesores. La escuela se ha convertido en una especie rara de santuario donde los catedráticos —no olvidemos que silla en griego era *edra*; y *cátedra*, el banco o la silla “elevada” desde la cual el maestro explicaba la materia de su enseñanza— oficializan el saber que debe memorizarse y repetirse”.

Sin duda, desde que se inventó el aula, la posición del maestro ha sido de privilegio. Siempre por encima de los alumnos. La propia infraestructura educativa así está construida. Por ello, las diferentes propuestas que plantean transformar la enseñanza centrando el proceso enseñanza-aprendizaje en el alumno se enfrentan, en primer lugar, con la forma en como están diseñadas las aulas y con las costumbres de la forma como se enseña desde hace cientos de años.

Una propuesta que invita a reflexionarla es la que sostiene que el proceso educativo debe ser un proceso de trabajo-aprendizaje, ya que de lo que se trata es que el estudiante, al término de sus estudios universitarios, se incorpore a la economía, al trabajo. Por lo que la educación debe ser en el trabajo, sobre el trabajo y para el trabajo, ya que la estrategia fundamental de sobrevivencia del hombre se ha sustentado en el trabajo, a la vez que el trabajo es la actividad fundamental para comprender y transformar la naturaleza en beneficio de la especie humana. De aquí la



La cabeza y las facultades frenológicas. Grabado de O. S. Fowler, circa 1845.



Hemisferio izquierdo. Dibujo de Elisa Riva, 2017.

La educación debe ser en el trabajo, sobre el trabajo y para el trabajo. La estrategia de sobrevivencia del hombre se ha sustentado, precisamente, en el trabajo.



Hemisferio derecho. Dibujo de Elisa Riva, 2017.

Los conocimientos van y vienen de la escuela a la vida, y viceversa, en un movimiento que no para.

tesis fundamental que sostiene Eduardo Malagón Mosqueda en su libro *El Espejo*: “El Trabajo ha constituido y constituye la fuente fundamental natural e histórica del aprendizaje para el hombre”. De lo que se trata es que los formadores entiendan que enseñar no es transmitir, no es “llenar recipientes”.

Que aprender es un acto donde el individuo construye y reconstruye explicaciones sobre la realidad, al propio tiempo que construye y reconstruye su inteligencia. Como dice Adolfo Orive: “Caminante y camino se hacen al andar”. Esto es, los alumnos aprenden haciendo funcionar el saber que aplican a tal o cual situación de aprendizaje y, justo en ese proceso, a la vez que aprenden desarrollan su inteligencia.

Este rol en la didáctica fundamental, como lo plantea Ricardo Cantoral, está también ceñido al conjunto de condiciones externas en el que se desarrollará el alumno. En el marco socioepistemológico se entiende de una manera más amplia, extendida a la organización social, aun afuera del aula o entiéndase, en sentido figurado, a un *aula extendida* en una *sociedad del conocimiento*. Esta nueva posición exigió a la socioepistemología grandes cambios en su concepción teórica, dado que busca incidir en las prácticas humanas del aprendizaje, en escenarios diferenciados. Esto conllevó a cambiar, entonces, la noción de *aula*, la de *sociedad* y la de *saber*. Esto nos lleva a reconocer que el conocimiento no se confina al aula.

Cantoral sostiene: “La idea paradigmática en la socioepistemología es que el conocimiento lo construyen los seres humanos en el ejercicio de una gran cantidad de prácticas normadas por pocas prácticas sociales, es decir, se parte de una posición filosófica ante la construcción del conocimiento que supone su existencia sólo hasta que éste es socialmente construido. Una epistemología tradicional de conceptos, como los paradigmas usuales supone la existencia previa del conocimiento, aun sin existir el individuo mismo. Así que el deber del individuo será bajo este enfoque el de adquirirlo, las consecuencias inmediatas de esta posición de la socioepistemología es que los objetos matemáticos no sólo viven en el aula, en el sistema escolar, sino que dichos objetos matemáticos trascienden, son llevados y utilizados en la vida cotidiana en el contexto social del alumno o más ampliamente del que aprende”. De esta forma, los conocimientos van y

vienen de la escuela a la vida, y viceversa, en un movimiento que no para.

El aula extendida (II)

CONTINUEMOS CON LAS REFERENCIAS al concepto de aula extendida, y las diferentes respuestas que recibí como contribuciones a un debate, que espero enriquezca el camino para encontrar soluciones al proceso enseñanza-aprendizaje en los diferentes niveles educativos. Los diversos comentarios muestran la gran preocupación sobre este tema. Las opiniones corresponden a diferentes ciudadanos; unos pertenecen, otros no, a algún sistema de educación o de capacitación.

David Luna sostiene: “Aun sabiendo que el conocimiento nace de la práctica y a ella debe volver para transformarse, y sabiendo que el conocimiento sirve para transformar la naturaleza en beneficio de la humanidad, y que es sólo a través del trabajo que el hombre obtiene la verdad histórica. Es imprescindible no dejar de lado la mancuerna de toda esta lógica con la ética, el civismo y la vocación, antes de que nuestros jóvenes entren a la universidad. De nada nos sirven los jóvenes bien preparados si piensan solo en su individualidad”.

Didier Varela me envió el siguiente comentario: “Muy extraño... Lo estaba leyendo en el periódico y no imagino la educación sin la extensión hacia el mundo cotidiano, ya que su esencia es inherente al ser humano”. Por su parte, el sacerdote Xavier Díaz Rivera me expresó: “El dogmatismo ha hecho mucho daño. La religión debería ser una experiencia. Facilitar la vivencia”. Y Sergio Avilés, siempre con su excelente humor, me hizo el siguiente reclamo: “Es muy temprano para palabras como socioepistemología...”.

Indalecio Medina reflexiona esta problemática de la enseñanza de esta manera: “El aprendizaje debe estar basado en un modelo donde el estudiante haga suyo el *saber* de un área específica del conocimiento. Adquirir capacidades y habilidades que le permitan *saber hacer* (competitivamente) y aplicar las soluciones necesarias en el ámbito laboral, asumiendo el compromiso social de un *saber ser* ciudadano que contribuya al desarrollo social de su entorno de manera responsable. En todo esto, el docente es un facilitador del



Mente y educación. Ilustración de Gordon Johnson, 2018.

Las opiniones corresponden a diferentes ciudadanos; unos pertenecen, otros no, a algún sistema de educación o de capacitación.

conocimiento que apoya la formación del estudiante. El aula pasa a ser algo secundario y, algunas veces, innecesario”.

La maestra Cecilia Ávila me comentó: “Me alegraría que los maestros se preocuparan de verdad por tener un aula extendida en todos los sentidos, la docente y social, pero más me gustaría que se preocuparan por dominar su materia y ser capaces de transmitir ese conocimiento. Es que los docentes no sólo deberían de preocupar por contar con un trabajo, sino con seguir su formación y no pensar que con lo que saben es suficiente y lo peor es que todavía hay maestros que no dominan ni lo que tienen que enseñar”.

La maestra Josefina Rodríguez escribió lo siguiente: “El artículo me hizo reflexionar sobre el papel del docente en todos los niveles educativos, pero en especial en el docente universitario o 'catedrático' y que por muchos años su forma de enseñar era acorde a su significado. En la Universidad se han realizado esfuerzos para transformar la práctica docente. Estamos cada vez más conscientes de lo trascendente de nuestra labor, basamos el diseño de nuevas estrategias en los intereses presentes de los estudiantes y en sus necesidades profesionales y personales futuras, buscando siempre una conexión entre el aula, la sociedad y el campo laboral”.

Ricardo Garrido Sánchez se cuestiona: “¿Cómo será la educación en diez años? Universidades tan prestigiosas como el MIT, Harvard, Stanford y Yale han puesto a disposición de todo el mundo servicios gratuitos. Por ejemplo, ¿cómo eran las agencias de viaje hace unos años? Ocupaban edificios completos. El día de hoy, ¿quién utiliza dichas agencias? ¿Irá a suceder algo similar con la transmisión de conocimientos? El mismo Tec de Monterrey no sabe qué y cómo va a enseñar en los próximos diez años”.

José del Río opinó: “Con el sistema trabajo-aprendizaje se rompe la estática de tener que sentarte en un aula para aprender y se convierte en dinámica para ‘romper’ las paredes del aula y ampliarla al universo, no estar suscrito a un subconjunto y aplicarse en el trabajo para adquirir el aprendizaje”.



Mente y desarrollo. Ilustración de Gordon Johnson, 2018.

Cambiando historias

Yo no enseño basquetbol, preparo a niños para enfrentar su futuro.
—Sergio Zúñiga, entrenador de los Triquis.

DESDE HACE VARIOS MESES he escuchado hablar sobre los niños Triquis porque en Matamoros, Coahuila, la Asociación Ayup, A. C., que encabeza Gerardo Ayup del Bosque, promueve una escuela de basquetbol para niños de la comunidad. La asociación funciona con donaciones de acuerdo con la capacidad de cada aportante, pero sobre todo a la gran determinación y el convencimiento del proyecto de sus integrantes. Escuché comentarios por parte de los padres de familia de los niños que entrenan en esta escuela, al opinar sobre el gran desarrollo que han tenido sus hijos. Con sorpresa comentan que no sólo aprenden basquetbol, sino que ahora los niños son más responsables en sus deberes de la casa y la escuela.

La semana pasada, después de asistir a una plática impartida por el entrenador de estos niños y que se llamó: “Formación integral de basquetbolistas. Método Triqui”, entendí que estos niños no sólo practican basquetbol, sino que están aprendiendo a ser mejores ciudadanos. Alfredo Martínez Salas, desde febrero de este año, entrena al Equipo de Basquetbol de Niños “José Ayup Tedy”. En su charla empezó diciéndonos que la mayoría de las familias Triquis viven en casas modestas, hechas con los materiales de la región, en ellas pueden vivir hasta diez integrantes. No tienen para hacer sus tres comidas diarias. Para llegar a la escuela o a los entrenamientos, los niños Triquis hacen un recorrido que dura hasta dos horas, descalzos. Entre el público surgió la pregunta: ¿por qué no juegan futbol o béisbol? Alfredo contestó que las condiciones del suelo en el que están enclavadas sus comunidades no proporcionan espacios amplios y planos para esos deportes, por ello, optaron por el basquetbol. Acondicionar el espacio para las canchas de basquetbol les resultó más factible.

El entrenador Triqui nos dijo, en su charla realizada en el auditorio de la Facultad de Contaduría y Administración de



Niño Triqui. Dibujo de Tabata Ayup de Alba, 2020.

Para llegar a la escuela o a los entrenamientos, los niños Triquis hacen un recorrido que dura hasta dos horas, descalzos.



Pies descalzos. Grabado del siglo XIX.

Y Mandela con esta idea unió a Sudáfrica, utilizando el mundial del rugby de 1995 para sellar la paz y cambiar el curso de la historia, como ahora lo están haciendo con el proyecto Triqui.

la UAdeC, Unidad Torreón, que para pertenecer al equipo los niños y niñas deben reunir varios requisitos. A continuación, enumeraré los que a mi juicio resume la exposición que, desde el corazón, nos compartió este comprometido entrenador. Primero. Deben estar bien en casa, realizar sus quehaceres sin excusas, desde los cinco o seis años ayudan a sus papás. Segundo. Deben entrenar a diario. Tercero. Tener valores y responsabilidades. Cuarto. Tener calificación mínima de 8.5. Quinto. Como se les prepara para el futuro, se trabaja la lectura con los niños, por lo que deben leer y leer. Sexto. Un niño Triqui lee un libro cada 15 días y debe entregar su reporte de lectura. Séptimo. Cuando salen a competir llevan su guía de estudio y regresan a presentar su examen. Deben, por lo tanto, aprobar sus exámenes. Octavo. Ejercer la disciplina. Deben cumplir sus deberes por ellos mismos. La base de su formación se basa en su propio esfuerzo.

El Noveno punto. Los niños y niñas Triquis, para poder hacer grandes cosas, deben aprender a pensar primero en ellos. No existen en su academia las frases: “no puedo”, “es imposible” o “está muy difícil”. Décimo. Se les inculca disciplina, valores y principios, nunca cosas negativas. Décimo primero. Hay reuniones con los papás para que ayuden a que los niños sean cada día más ellos mismos. Décimo segundo. Hay que trabajar en el futuro de los niños y niñas usando de pretexto el basquetbol. Décimo tercero. Aprender que las cosas se pueden hacer sin grandes estructuras, sin grandes gimnasios. Lo que se hace es con lo que se dispone en sus comunidades. Décimo cuarto. Los niños Triquis juegan descalzos. Es parte de su cultura. Caminan un promedio de cuatro horas diarias. Jugaron descalzos en Estados Unidos, aunque está prohibido se les permitió que lo hicieran y mejoraron su eficacia.

Esta historia me recordó lo que escribió John Carlin en su libro *El factor humano*. Refiriéndose a Mandela, el autor recuerda que en una ocasión le comentó: “El deporte tiene el poder de transformar el mundo. Tiene el poder de inspirar, de unir a la gente como pocas otras cosas...”. Y Mandela con esta idea unió a Sudáfrica, utilizando el mundial del rugby de 1995 para sellar la paz y cambiar el curso de la historia, como ahora lo están haciendo con el proyecto Triqui. Sin duda, el deporte es una estrategia extraordinaria para cambiar historias.

Los Triquis

LA CHARLA ANTERIORMENTE DESCRITA de Sergio Zúñiga, entrenador de basquetbol de los niños Triquis, provocó interesantes y cuestionadores comentarios. La maestra Jana me escribió: “El deporte, la lectura y una buena enseñanza son claves para cambiar la sociedad. Qué vergüenza que estos niños leen un libro cada 15 días y nuestros universitarios ni uno, pero tampoco los maestros. O muy pocos”. El profesor Jesús Rentería me compartió: “Una historia ejemplar que refleja el deseo de hacer bien las cosas. Ante la falta de apoyos, se impone el compromiso de vencer todas las adversidades. Siempre he creído que un buen maestro es aquel que le gusta lo que hace y lo hace bien, educa a sus alumnos, sin esperar recompensa económica y se ve reflejado en el proceso de transformación y cambio de conducta de sus alumnos”.

Javier Castañeda establece una precisión: “Para mí, el karate es el medio con el cual introduzco la ideología del Bushido y de las virtudes, y no al revés. Es mi única diferencia con esa filosofía y básicamente no es el deporte en sí, sino el entrenamiento continuo que forja una capacidad de esfuerzo y auto sacrificio que conlleva a ciudadanos de primer nivel, a pesar de la pobreza. Es inspirador y, por supuesto, extraordinario escuchar y leer esas vivencias. Si quieres cambiar a los jóvenes forja la disciplina, la cual es base de las virtudes cardinales y de ahí los valores por sí mismos”. También, el profesor Antonio Lara Magallanes reflexiona: “Podemos sospechar que existe una relación entre la autovaloración del sujeto o su autoestima y su desempeño escolar. En ese sentido, puede la práctica de un deporte desarrollar la autoestima y consecuentemente su rendimiento en la escuela”.

Mi amigo Gabriel Verduzco Argüelles me escribió: “La cosa está en la disciplina, creo yo. Ya ve que ahora ya no se les puede ni regañar a los niños porque se trauman o con una exagerada insistencia en los derechos humanos suelen acusar a la disciplina de represión...”. Por su parte, Manuel Torres Castrejón centró su idea con estas palabras: “Disciplina,



estudio, sacrificio, términos con los cuales nuestras nuevas generaciones están en franca rebeldía”.

Y Eduardo Ruíz Pérez me comentó: “Es interesante la analogía que haces en la cita de Mandela, la cual tiene mucha razón. El deporte hace grandes cosas, une ideologías, no importa a qué o a quién adores. Un equipo representativo une a la gente, lo que hacen en la comunidad Triqui es de admiración y de ejemplo. Emplean el deporte como un estímulo positivo, realmente lo que están condicionando es el resto de los elementos que componen la formación integral del ser humano, si el chico cumple con los elementos básicos de ese desarrollo, el premio es el deporte, amén de esto. El modelo educativo que emplean es simple, no sería malo seguir su ejemplo. Bien sabes que con el paso del tiempo hemos construido sistemas más complejos, no sé si es ante el abrumador crecimiento poblacional de los últimos 40 años y la obvia necesidad natural de cambio del hombre. Tu artículo me deja pensando sobre la implementación de modelos *ad hoc*, creo que hay paradigmas que aún no han dejado su vigencia. Hay que replantear lo que hacemos con la educación actual, los Triquis son buen ejemplo”.

Para finalizar, les comparto el comentario de Ernesto Duque: “La expresión del entrenador Sergio Zuñiga, ‘Yo no enseño basquetbol, preparo niños para enfrentar su futuro’, me recordó la frase del gran Pitágoras de Samos: ‘Educar no es dar carrera para vivir, sino temprar el alma para las dificultades de la vida’. Lo interesante es que el método Triqui describe concretamente cómo se debe vincular el deporte a la educación a través de 15 compromisos relacionados a la responsabilidad con la familia y el entorno, asimismo como al estudio y la lectura. También me recordó los resultados de la investigación ‘El tiempo libre como espacio de organización cultural’ que realicé en 1986 auspiciada por el Conacyt. En ella encontramos que la principal preferencia de los estudiantes de la UAdeC para realizar algún deporte era justamente el basquetbol. Sin embargo, se carecía de infraestructura y entrenadores para este deporte, no obstante que es uno de los que menor inversión requiere, con la ventaja, además, que se puede vincular fácilmente a los espacios académicos”.



¿Educación tradicional?

LOS DOS RELATOS ANTERIORES sobre los niños Triquis me permitieron interactuar con diferentes ciudadanos sobre el tema de la educación y la formación de los alumnos. Ésta, sin duda, debe ser integral. Además, es importante tomar en cuenta la situación de si es suficiente con bachilleratos de dos o tres años para que los estudiantes adquieran la madurez para escoger con éxito su formación profesional que les permita lidiar con ventaja en el mundo laboral. Un mundo en crisis, provocado por las políticas neoliberales, que desintegra a las familias, descompone la existencia material y social de las comunidades y, de manera generalizada, destruye todas las formas de civismo que condicionan la convivencia social.

Hoy, nos preguntamos con asombro: ¿cuál es la naturaleza de esta sociedad globalizada? En este escenario cabe preguntarse también, en la medida que la guerra económica se recrudece: ¿a qué modelo educativo recurren las élites económicas mundiales para formar a los especialistas que requieren en las áreas científicas, técnicas y de gestión al más alto nivel? Jean-Claude Michéa, en su pequeño libro *La escuela de la ignorancia*, sostiene que seguirán el modelo de la escuela tradicional. Dice que los capitalistas no bromean con la pedagogía, siempre que se trata de asuntos serios y que necesitan resultados reales. Y pone como ejemplo que cuando el deporte deja de ser un juego y se convierte en una industria, donde sólo es rentable la victoria, encarga la formación de los futuros vencedores a entrenadores como Foucambert y Meirieu. Y nos remite a una cita de Liliane Lurçat: “El rigor pedagógico ha desaparecido de las aulas para instalarse en lugares donde se practican deportes. Curiosamente, en estos sitios no se practica el constructivismo y el rigor pedagógico no se considera un obstáculo a la espontaneidad”.

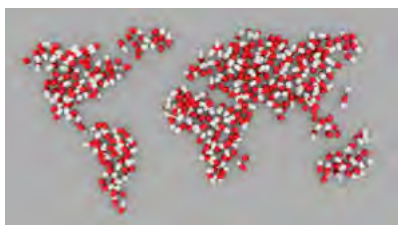
En esta línea de debate comparto a continuación el siguiente punto de vista de Jana Petzelova: “Creo que algunos sabemos qué significa la educación y formación integral del alumno. A veces pienso que dejamos a un lado lo integral y estamos formando robots ‘especializados’ en su quehacer. Así llegaremos a la mediocridad y a la decadencia



Composición digital de Marco Lachmann-Anke, 2010.

Un mundo en crisis descompone la existencia material y social de las comunidades y destruye todas las formas de civismo que condicionan la convivencia social.

Hoy, nos preguntamos con asombro: ¿cuál es la naturaleza de esta sociedad globalizada?



Composición digital de Jukka Niittymaa, 2016.

de la sociedad. El estudio especializado de las carreras olvida lo integral, la lectura, la pintura, la música clásica, etcétera. Veo la ventaja de Europa con el bachillerato de cuatro años y con un peso para la cultura general. Aquí tratamos de sacar a los niños rápido y de todos modos faltan fuentes de trabajo. En la escuela tenemos chavos de 16 años que no saben si decidieron bien su carrera”.

Otra posición sobre este tema de la educación para gente exitosa es la de Víctor Manuel Rodríguez Torres: “Sin el deseo de pontificar [...], los Triquis son niños loables y ejemplares, no cabe duda, pero no son los únicos, recordemos a los tarahumaras, veloces y resistentes corredores por su caza del venado. En el correo de postas de los aztecas, se corría en relevos desde lo que es hoy es Veracruz hasta Tenochtitlan para llevarle pescado fresco a Moctezuma. Y, también, los buenos boxeadores mexicanos eran de la Bondonjo y/o Tepito. Otro gran ejemplo son los kenianos, que ganaban todos los maratones. Los ejemplos expuestos se daban en las clases más necesitadas, donde se tiene sólo un objetivo: subsistir y con ello, consecuencia lógica, sobresalir. Coincidentemente, hace unos días, don Fer, entrenador de box del Club San Isidro, en Torreón, Coahuila, me dijo: ‘ya no hay buenos boxeadores porque ya no tienen hambre, ya ven al hijo de Julio Cesar Chávez’. Por otra parte, hace algunos años, visité La Isla de Cuba, entre otras cosas, le comenté al cubano guía: ‘¡qué guapas y bien formadas están las cubanas!’ Y me respondió: ‘no, chico, las hubieras visto cuando la hambruna, ahora ya están pasaditas de kilos”.

Y termino con los cuestionamientos que nos comparte Ana Luz Celayo: “Excelente y muy buenas exposiciones. Ahora, lo que yo me pregunto es: ¿cómo se puede aplicar esto a gran escala? Por ejemplo, ¿cómo se puede implementar en la Secretaría de Educación? Es buena expectativa [este proyecto de los Triquis] para trabajarse en escuelas rurales y de la periferia que tienen turnos extendidos. Considero que sería extraordinario. Imagínate, cómo se podría cambiar el mundo. Ojalá no sea un proyecto que se pierda en el aislamiento. Vale la pena empezar a formar nuevos individuos”.

El fracaso escolar

JEAN-CLAUDE MICHÉA, en su libro *La escuela de la ignorancia y sus condiciones modernas*, (Editorial Acuarela & A. Machado, Madrid, 1999), nos alerta sobre el fracaso escolar a pesar de tanta reforma educativa. El análisis del fallo de estas reformas lo conduce a plantearse que, en el fondo, el objetivo de dichas reformas es el fracaso. En este sentido, las reformas son exitosas, pues han logrado su objetivo: fracasar.

Un ejemplo del fracaso de las reformas educativas en Francia lo comenta una especialista en ciencias de la educación, Liliane Lurçat: “En 1983, el rectorado de Niza realizó una encuesta a cerca de 12 mil alumnos de primero de enseñanza secundaria. El 22.48 por ciento no sabía leer y el 71.59 por ciento era incapaz de comprender una palabra nueva a partir del contexto”. Aquí, en nuestro país, los estudiantes de último año de bachillerato empeoraron en sus habilidades de lectura con respecto a 2011, según los resultados de la Evaluación Nacional del Logro Académico en Centros Escolares (ENLACE), aunque tuvieron mejorías respecto al 2008, año en el que inició la aplicación de dicha evaluación a nivel bachillerato.

Los datos difundidos en agosto del año pasado por la SEP detallan que mientras en 2011 el 45.7 por ciento de los estudiantes de dicho nivel educativo obtuvieron calificaciones en niveles en sus habilidades de lectura de “insuficiente” y “elemental”, en 2012 el porcentaje aumentó a 48.7 por ciento. Esto representa un retroceso de tres puntos porcentuales, ¿dónde quedó la reforma educativa correspondiente? ¿En el fracaso?

En relación con el sistema educativo estadounidense, el propio Jean-Claude Michéa, al inicio de su trabajo cita a Christopher Lasch: “La educación en masa, que prometía democratizar la cultura, antes restringida a las clases privilegiadas, acabó por embrutecer a los propios privilegiados. La sociedad moderna, que ha logrado un nivel de educación formal sin precedentes, también ha dado lugar a nuevas formas de ignorancia. A la gente le es cada vez más difícil manejar su lengua con soltura y precisión, recordar



Incógnita escolar. Fotografía de autor anónimo, s/f.

El fallo de las reformas educativas conduce a Michéa a plantearse que, en el fondo, el objetivo de dichas reformas es el fracaso. En este sentido, las reformas son exitosas.

los hechos fundamentales de la historia de su país, realizar deducciones lógicas o comprender textos escritos que no sean rudimentarios”.

Estos ejemplos de fracasos de las reformas educativas, sin duda, deben hacernos reflexionar sobre el problema profundo de los sistemas educativos actuales y particularmente el nuestro, el mexicano, y —por qué no— del fracaso de la sociedad en el mundo globalizado. Además, dicho fracaso escolar está inserto en la crisis que nos afecta a la sociedad en su conjunto: la crisis que desarticula a las familias, la que desfigura la existencia material y social de las comunidades y los barrios, y destruye progresivamente todas las formas de civismo. En este contexto es recurrente escuchar la frase “en qué momento nos perdimos”.

Hace días comentaba con un amigo que en Torreón, Coahuila, una de las colonias residenciales más antiguas de la ciudad, Torreón Jardín, los hijos de las familias de esa área se habían ido a vivir a la colonia El Campestre y los nietos ahora habitan en los nuevos desarrollos residenciales alrededor del Territorio Santos Modelo. En consecuencia, en Torreón Jardín viven muchas parejas de adultos mayores que no tienen las atenciones que demanda su situación de vida. Que en muchos casos las parejas viven solas, carentes de atención y del cariño de sus familiares. En consecuencia, no sólo estamos viviendo una crisis escolar que también impacta en la crisis cívica y en la desintegración familiar que padecemos.

Vivimos en una sociedad híper capitalista y globalizada, la que iba a resolver los problemas de la humanidad, según lo vitorearon cuando se cayó el Muro de Berlín y se terminó la Guerra Fría por la derrota del socialismo, y la espantosa realidad es: se acabó el empleo estable y de por vida. Lo que se ha venido gestando es una nueva forma de esclavitud para los trabajadores y los empleados, sin sistemas sociales. Y apenas llevamos 30 años de híper globalización económica y financiera. ¿Qué más nos espera?

Lo que se está imponiendo son los contratos temporales con menos derechos para los trabajadores. Para revertir esta situación, una de las tareas es repensar el diseño social de la escuela, fundamentalmente en la enseñanza primaria y en la media para que en la universidad el estudiante se pueda convertir en un excelente profesional, pero sobre todo, en un ciudadano.



La pieza que construye. Fotografía de autor anónimo, s/f.

Una de las tareas es repensar el diseño social de la escuela para que el estudiante se pueda convertir en un excelente profesional, pero sobre todo, en un ciudadano.

La capacitación, otra mirada

LA CAPACITACIÓN, OTRA MIRADA, así se llama el libro de Irene Duch Gary, Françoise Garibay y Erick Quesnel Galván. Esta edición es sobre las experiencias de capacitación rural en los últimos 25 años del siglo pasado en nuestro país. Sin duda, la capacitación y la formación de los productores del campo, así como la de los formadores de los mismos, se hacen con “otra mirada”, desde la investigación-acción que propició una participación activa, consciente de los habitantes de las comunidades rurales. Con “otra mirada”, la de quienes están comprometidos en la capacitación de los productores rurales desde fuera de las aulas, desde el exterior de las universidades, con una capacitación confrontada con los aprendizajes significativos de la realidad del campo mexicano.

Este esfuerzo de sistematización deja constancia del fruto de once experiencias de capacitación en el medio rural mexicano, las cuales ofrecen una reconceptualización de las principales enseñanzas de esas experiencias de capacitación, como el trabajo-aprendizaje que confronta la concepción de la capacitación bajo el paradigma de la enseñanza-aprendizaje.

Los autores-coordinadores de este esfuerzo de capacitación nos señalan: “Con frecuencia hemos padecido —y sigue latente en algunas personas e instituciones— la práctica de capacitar desde un proyecto “formador”, casi inamovible, concebido y dictado desde un escritorio por técnicos y, en muchos casos, apoyados por políticas sin real vocación de servicio ni espíritu de diálogo que los acerque a escuchar a las poblaciones a las que va dirigida esta capacitación”.

El proceso capacitador debe replantearse de tal forma que éste pueda recobrar su carácter educativo y su eficacia como factor de transformación de la realidad, para ello se requiere promover la participación y capacitación de los sectores campesinos de cara a los desafíos actuales.

Se puede considerar que, hasta mediados de los setenta, la capacitación consistía en eventos o acciones aisladas que buscaban transferir a los campesinos contenidos o destrezas específicos relacionados con la



Detalle del péndulo de Newton. Composición digital de Michal Jarmoluk, 2020.

Hacer capacitación es ayudar a que la gente desarrolle el conjunto de capacidades que requiere para ser competente en su quehacer.



La capacitación es un proceso; su resultado se alcanza únicamente a condición de que se sostenga una acción educadora duradera.

función y operatividad de las instituciones más que con las necesidades de sus “sujetos de atención”. A partir de 1965 se dejaron sentir los primeros efectos de la crisis, expresándose en toda su dimensión en el año 1972, cuando se detuvieron las exportaciones agropecuarias y se inició la importación de alimentos básicos. La crisis de 1995 orilló a que nuevamente se contemplaran algunos apoyos para el campo, tanto en el sector privado como en la base campesina, condicionados a la búsqueda de competitividad.

Se considera que la capacitación debía tomar el giro de una educación tendiente a desarrollar la capacidad individual y grupal de los campesinos para comprender la realidad que los circunda, y tomar e implementar decisiones orientadas a transformarla. La ausencia de participación en el proceso de capacitación es anuncio de fracaso. Hacer capacitación es, por lo tanto, ayudar a que la gente desarrolle el conjunto de capacidades que requiere para ser competente en su quehacer. Esta noción básica, aparentemente de sentido común, cuando se pretende asumir la conducción de un proceso capacitador, conlleva la responsabilidad de determinar el contenido de dichas capacidades.

La capacitación es un proceso, es decir, que su resultado se alcanza únicamente a condición de que se sostenga una acción educadora duradera, y nunca mediante eventos y actividades aisladas o esporádicas. Como se ha planteado, la forma como se conjugan los procesos de trabajo y aprendizaje en esta concepción consiste en ubicar al trabajo como el objeto central de aprendizaje. La propia secuencia del trabajo se vuelve el hilo conductor del proceso tendiente a la obtención del conocimiento pretendido, es decir, del aprendizaje de trabajo.

Una persona comprometida en la “otra mirada de la capacitación” debe aprender a escuchar, escribir y preguntar, sin dejar de aportar lo que resulte pertinente para contribuir a la solución de los problemas. Los formadores y técnicos deben aceptar el abandonar su papel de “maestro que sabe” para aprender a escuchar, observar, apuntar y, por qué no, plantearse que los profesores universitarios también deben aprender de estas prácticas de capacitación en el campo mexicano.

La apatía por la ciencia

HACE TIEMPO ME INVITARON a presentar el libro *Un acercamiento histórico sociológico del desinterés cultural por la ciencia y la tecnología en México*, bajo la autoría de los investigadores José Luz Ornelas, Blanca Chong López y José Alfredo Morales Pérez. Desde mi punto de vista, el texto da una respuesta puntual a la siguiente pregunta: ¿Por qué no somos portadores de una cultura emprendedora en México? Opino que el trabajo de los autores, además de argumentar sobre el porqué padecemos de un desinterés cultural por la ciencia y la tecnología en nuestro país, abre líneas de investigación para explicarnos por qué en regiones como La Laguna no encontramos la salida para un nuevo desarrollo.

Los investigadores sostienen que los obstáculos al desarrollo de la actividad empresarial emprendedora en la época de la Colonia se explican por el atraso relativo del país al inicio de su vida independiente. Mientras Europa y Estados Unidos aprovechaban la Revolución Industrial, el régimen colonial de la Nueva España obstaculizó el impulso técnico interno y más tarde lo hizo el imperialismo económico.

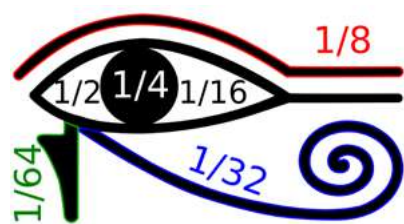
Esas circunstancias históricas impidieron la creación de una cultura emprendedora en las regiones latinoamericanas. A ello también contribuyó el dogmatismo católico que mantuvo un férreo rechazo a toda expresión que remitiera al nuevo pensamiento tecnológico. Por otra parte, las necesidades económicas demandaban una visión del mundo distinta a la que imponía la religión imperante en el Nuevo Mundo. Para los protestantes, la ciencia no destronaba a Dios, como en el dogma católico, sino que brindaba la oportunidad para apreciar su obra. Para ellos, la ociosidad y el vicio entre los países católicos eran un escándalo ante los ojos puritanos, tanto por su ostentación como por su pobreza (Moyano, 1987, pp. 23-24). Así que la clase media comerciante llegó a estimar más a las ciencias naturales que a la teología y a otras expresiones de la cultura tradicional católica.

Mientras en la minería de la Nueva España no hubo preocupación por la innovación tecnológica —el método de patio lo mantuvieron a través de los siglos—, en Europa la



Ojo de Horus. Acuarela de Jorge A. González, 2020.

Las necesidades económicas demandaban una visión del mundo distinta a la que imponía la religión imperante en el Nuevo Mundo.



Representación de fracciones en el Ojo de Horus, 2006.

*La clase media
comerciante llegó
a estimar más a las
ciencias naturales que
a la teología y a otras
expresiones de la cultura
tradicional católica.*

inventiva avanzaba. Entre 1733 y 1840 se orientaron a mejorar los procesos productivos de la industria manufacturera. Veamos algunos ejemplos: en 1738 P. Paul y J. Wyatt construyeron por separado sendas máquinas de hilar, en 1740 Huntsman produjo acero fundido en crisol, y en 1742 Maloin innovó el proceso de galvanización de hierro. Por su parte, H. Cort en 1754 inventó el proceso de conversión del hierro colado en acero y en 1764 J. Watt inventó el condensador de vapor para que, en 1781, se patentara una segunda máquina de vapor con pistón de doble efecto. En 1776 Wilkinson usó la máquina de vapor para accionar los fuelles de un alto horno y Scheele Crompton, en 1779, inventó la máquina de hilar.

Los inventos continuaron. En 1783 Bell introdujo los cilindros de cobre para el estampado de tejidos de algodón y lino. En 1801 el francés Jacquard creó el telar de algodón. En 1814 se da la construcción de la primera locomotora por el inglés George Stephenson quien, como lo señalara el historiador Erick J. Hobsbawn, no era precisamente un científico culto, sino un hombre intuitivo que adivinaba las posibilidades de las máquinas, un super artesano, un maquinista en Tyneside.

En el vecino país del norte, John Stevens III, ingeniero y físico neoyorkino, que creció en el entorno de las novedosas ideas que acarrearba la política tras la Revolución Industrial, en 1826 construyó un modelo propio de locomotora, considerada la primera locomotora ferroviaria de Estados Unidos. Robert Fulton, ingeniero mecánico e inventor de sistemas de guerra naval, presentó en 1800 un submarino: el Nautilus, para cuatro tripulantes, mismo que podía sumergirse hasta 7.6 metros. En 1807 Fulton inauguró su Clermont, de 45 metros, que recorrió por el río Hudson los 240 kilómetros de Nueva York a Albany en 32 horas, cuando el viaje por barco de vela se hacía en cuatro días. En 1839 Charles Goodyear presentó su caucho vulcanizado y en 1841 inventó el vulcanizado, propiamente.

Y mientras, en la Nueva España se continuaba con una indiferencia cultural hacia la ciencia y la tecnología heredada de la dominación española. Ésta, según los autores del libro, se mantiene vigente hasta hoy en día.

II.

Algo de matemáticas



La matemática del movimiento: el cálculo diferencial

EL LIBRO *LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL*, coordinado por el doctor Armando Cuevas, es único en el mundo. Es una investigación sobre la problemática de la enseñanza de la matemática. Las editoriales tradicionales sólo abordan la materia en sí, no las investigaciones. No les es redituable.

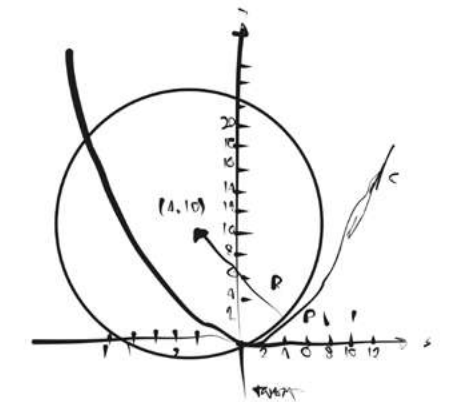
Esta obra la presentamos a profesores que imparten esta materia en las escuelas de nivel medio superior y superior de la Comarca Lagunera. Dejamos claro que el cálculo diferencial e integral es paradigmático en la construcción social del conocimiento matemático, que la construcción del cálculo es producto de una necesidad de la física clásica, pues requería una matemática que interpretara el mundo que se mueve y cuyos movimientos se expresan de diferentes formas.

La matemática anterior inventada por la humanidad, la aritmética, la geometría y la trigonometría sirven para interpretar el mundo que no se mueve, el mundo que vemos con nuestros ojos. La física, en cambio, requería de una matemática que interpretara el movimiento. Así nació el cálculo infinitesimal.

Dicha publicación afirma que la enseñanza del cálculo en el mundo es un grave problema. La enseñanza de este tema es cardinal porque es transversal, es el sustento de muchas materias en las diferentes carreras que integran sus respectivos currículos. También porque el que aprende bien las matemáticas, aprende bien otras materias. Y sobre el cálculo diferencial e integral descansa toda la tecnología.

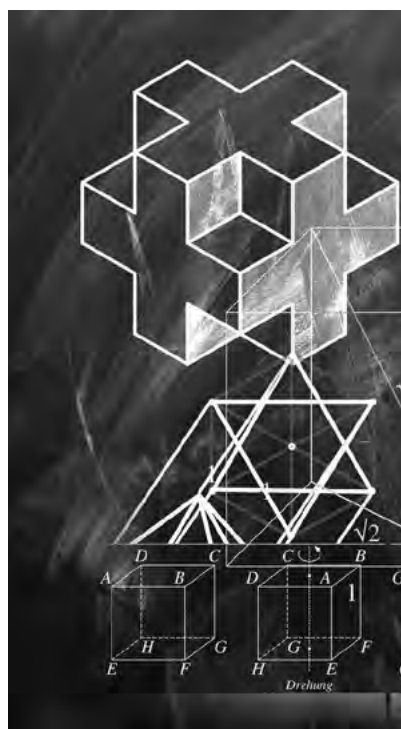
La enseñanza del cálculo es un delicado problema, ya que en el mundo el índice de reprobación de esta materia es del 75 por ciento. Lo más grave es que esto tiene como consecuencia una alta deserción escolar, por ello, atender la problemática de la enseñanza del cálculo es un asunto de vital importancia para el desarrollo de un país.

¿Por qué la enseñanza del cálculo es y ha sido un fracaso? Hay diferentes factores. Uno de ellos es que el sistema educativo nacional no ha formado profesores para



Cálculo. Dibujo de Tabata Ayup de Alba, 2020.

La construcción del cálculo es producto de una necesidad de la física clásica, pues requería una matemática que interpretara el mundo que se mueve.



Geometría y matemáticas. Composición digital de Gerd Altmann, 2015.

La matemática anterior inventada por la humanidad, la aritmética, la geometría y la trigonometría sirven para interpretar el mundo que no se mueve, el mundo que vemos con nuestros ojos.

enseñar matemáticas en los diferentes niveles, partiendo de un análisis de la problemática de la enseñanza de la propia matemática. Esto se agrava más en el nivel superior.

Quienes hemos impartido o imparten matemáticas a los estudiantes de licenciatura estudiamos matemáticas para enseñar esta asignatura. Por ello, unos enseñan matemáticas enfatizando dizque la conceptualización, poniendo énfasis en el rigor y otros, los pocos, parten de la intuición. La mayoría, al enseñar, invierte el proceso de desarrollo de la matemática y sus conceptos. Por ejemplo, Newton y Leibnitz inventaron la derivada y la usaron sin necesidad de formalizarla. Los conceptos de función, de límite y de continuidad se inventaron 200 años después pero, a la hora de enseñar, los profesores de cálculo empiezan con ellos.

El libro presentado aborda, desde diferentes ángulos, la problemática de la enseñanza de la matemática. Lo que exponen los investigadores es una reflexión del problema. En el libro se asevera que el problema no es sólo de los alumnos, sino de los profesores. Atender esta problemática relacionada a la matemática es de fundamental importancia, porque está en la vida misma. La mayoría se queja de que es difícil aprender matemáticas. Sin embargo, el primer conocimiento científico que construyó el hombre fue la matemática. Ésta surgió de la necesidad de comerciar, de viajar en los océanos y de construir sus casas y sus templos. La matemática surgió de una necesidad de la vida.

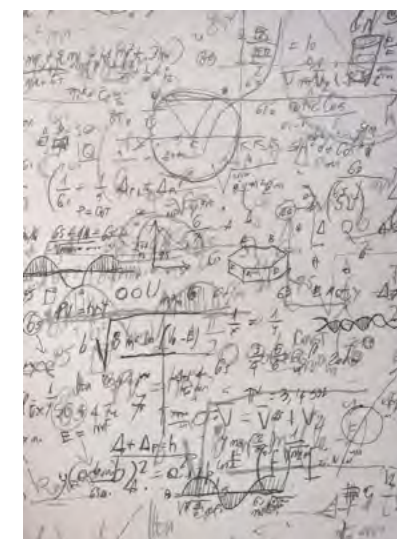
En la presentación, uno de los asistentes ejemplificó la relación de la matemática con las necesidades cotidianas de un campesino. Para calcular las hectáreas que había barbechado y poder cobrar, dibujó sobre un papel el largo por el ancho del terreno trabajado y procedió a cuadrarlo y, a partir de ello, concluir el número de hectáreas barbechadas. Otro campesino le preguntó: ¿cuánto diésel usaste? Y de una conversión simple, dedujo el total. Esto muestra que se puede llegar a un resultado por diferentes caminos, incluso, sin usar métodos rigurosos que después pueden sistematizarse para usarlos al hacer los cálculos.

El miedo a la matemática

MILENIOS DE ADMIRABLES INVESTIGACIONES matemáticas y eruditas especulaciones filosóficas apenas han servido para desentrañar el enigma del poder de la matemática. ¿Son las matemáticas una creación humana? ¿O lo que aparece a través de ellas es el intrincado diseño del universo, que poco a poco vamos descubriendo? Desde la Antigüedad hasta el presente, científicos y filósofos se han maravillado de que una disciplina tan abstracta pudiera explicar de manera tan perfecta el mundo natural.

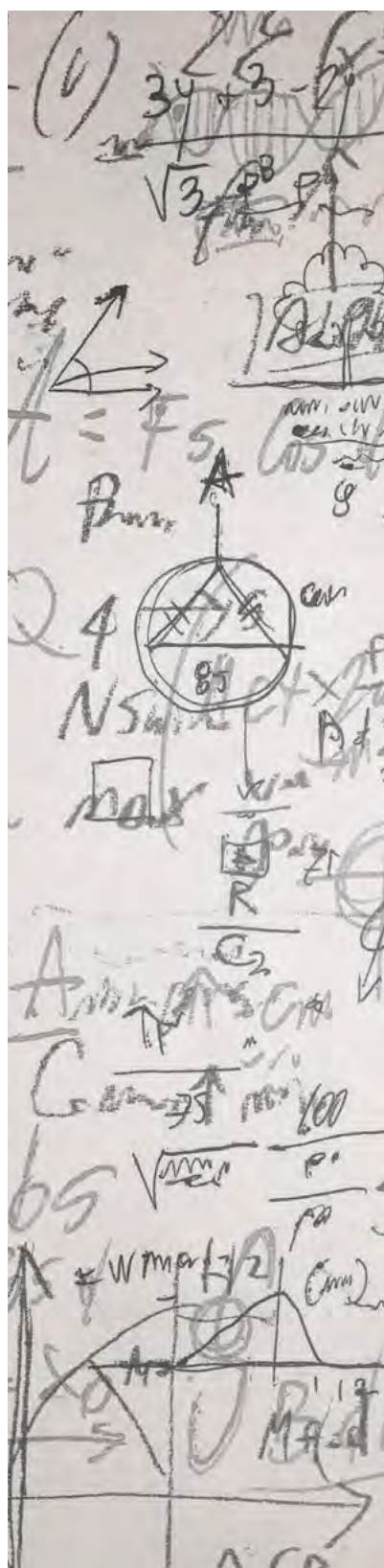
Después de publicar las ideas sobre “*Las matemáticas en movimiento*”, recibí diferentes opiniones sobre esta preocupación de la enseñanza de dicha materia y la percepción de las personas. En un encuentro inesperado en un restaurante de Saltillo, una profesora jubilada del Ateneo Fuente me comentó que ella no era profesora de matemáticas, pero que coincidía con lo que señalé en mi artículo. Dijo que, en sus tiempos, los maestros de matemáticas se daban ínfulas de ser superiores a los demás profesores y, para no ser cuestionados por sus alumnos, en vez de enseñar, infundían miedo. De esa forma, pasaban por las aulas como si de verdad supieran.

En un comentario que recibí por correo electrónico, Pepe del Río externó lo siguiente: “Tienes razón en tus conceptos; el sistema enseñanza aprendizaje de las matemáticas debe cambiar. Nos han enseñado las matemáticas como algo abstracto, algo que nunca vas a utilizar en tu vida práctica y es todo lo contrario, se debe enseñar como algo práctico, real y que su uso es diario, que nuestra vida está ligada a la matemática. En ese contexto le daríamos la importancia que se merece. Muchas personas estudian licenciaturas huyendo de las matemáticas, pues piensan que en la vida diaria no las necesitarán, ni tampoco el cálculo diferencial e integral, por lo tanto, se pierde el interés. De ahí la importancia de darle un enfoque atractivo, práctico. Sin duda es un tema amplio y apasionante del Sistema Educativo Nacional”.



Fórmulas matemáticas. Fotografía de Andrea Piacquadio, 2019.

Nos han enseñado las matemáticas como algo abstracto, algo que nunca se va a utilizar en la vida práctica y es todo lo contrario, se debe enseñar como algo práctico, real y que su uso es diario.



Por su parte, Alma Leticia López, en su apreciación que me hizo llegar, va directo al grano: “El problema es el miedo a las matemáticas que les inculcamos a los niños para que no las comprendan”. De manera llana, Daniel Valdés me dejó este mensaje: “Es correcto. El problema es de alumnos y de maestros. Por eso, soy periodista. Desde la prepa le hui a las matemáticas”. En otro comentario, la maestra Claudia Leticia Hernández, aportó: “Totalmente de acuerdo, todo desarrollo o avance parte de la necesidad del ser humano, lo cuestionable sería el uso que le damos. ¿No lo crees así?”.

La maestra de matemáticas jubilada, Cecilia Ávila, opina lo siguiente: “Leyendo tu artículo me acordé que siempre les decía a mis alumnos que el que era bueno para matemáticas era bueno en las demás materias, pues adquirirían la habilidad de analizar y discernir. Pero, la verdad, el cálculo ya es otra cosa. Creo que son pocas las personas que lo entienden fácilmente. Al menos yo, siempre batallé con eso. ¿Te acuerdas cuando fui tu alumna en Matemática Educativa? Lo bueno es que ahora los profesores tienen ayuda con el internet”.

Estas opiniones expresan la gran preocupación que existe en nuestra sociedad con la enseñanza de la matemática. Sin duda, la matemática está en todas partes. Por ejemplo, Claudia Alsina, en su libro *El club de la hipotenusa*, en la página 14 señala: “La Biblia es una fuente inagotable de números y datos, lo cual permite analizar determinadas informaciones con simple aritmética. Una primera deducción interesante es el valor de π ”.

En el Antiguo Testamento (II Crón. 4:2) se dice: “También hizo un mar de fundición, el cual tenía diez codos de un borde al otro, enteramente redondo; su altura era de cinco codos y un cordón de 30 codos de largo lo ceñía alrededor”. Luego, $30/10$ es igual a 3, es decir, la razón π entre perímetro y diámetro era 3, una muy pobre aproximación.

Para lograr que las matemáticas sean divertidas, Alsina nos alerta en el prólogo de su libro sobre el tema del miedo a dicha materia: “A base de pizarras ininteligibles, explicaciones exóticas, suspensos abundantes y libros rigurosos, se ha logrado que la población en general, lejos de descubrir el secreto, llegue a creer todo lo contrario. Hasta el punto de que sólo la presencia de la palabra ‘matemáticas’ provoca ya reacciones contundentes: *zappings* televisivos,

quemado de libros de texto, bostezos guturales, etcétera. De hecho, esta faceta podría ser aprovechada, incluso, por las fuerzas del orden para disolver manifestaciones masivas, pues si en lugar de objetos contundentes aparecieran en las corazas de los antidisturbios fórmulas matemáticas, la mayoría de los manifestantes emprenderían veloces huidas hacía lugares más tranquilos y seguros”. Sin duda el miedo a la matemática es un problema.

¿Hay hambre de matemáticas?

EN EL LIBRO *EL PLACER DE LA X*, de Steven Strogatz, se asegura lo siguiente: “En términos generales, la experiencia me convenció de que existe un hambre de matemáticas, profunda pero poco reconocida entre el público general. A pesar de todo lo que oímos acerca de la fobia a las matemáticas, mucha gente quiere entender la materia algo mejor. Y una vez que lo logra, la encuentran adictiva”.

Hace un tiempo, la Facultad de Matemáticas de la UAdeC convocó a los profesores, precisamente, de matemáticas que estuvieran impartiendo clases en los diferentes niveles educativos del estado. Su participación se dio en un coloquio en el que se trataron diferentes problemáticas que se afrontan en el proceso enseñanza-aprendizaje de la matemática, mismos que los profesores y alumnos de la facultad han tratado en sus investigaciones para dar propuestas de solución correspondientes.

En una de las mesas de trabajo del coloquio se planteó que, en relación con la enseñanza de las matemáticas, nos encontramos con que la inmensa mayoría de los profesores de las Instituciones de Educación Superior y media superior no estudiaron para ser profesores en esa área, no son producto de un plan de estudios que tenga como objetivo la formación de profesores de matemáticas de nivel superior. Por ello, el problema de la enseñanza-aprendizaje de la matemática no se circunscribe a elaborar un proyecto para formar profesores, sino que es necesario atacar el problema que ya tenemos: reeducar a los educadores.

Esto se agrava en la medida en que el país está urgido de encontrar soluciones al problema del bajo crecimiento que presenta nuestro Producto Interno Bruto



Matemática. Fotografía Ian Pabelo, 2020.

El problema de la enseñanza-aprendizaje de la matemática no se circunscribe a elaborar un proyecto para formar profesores, sino que es necesario atacar el problema: reeducar a los educadores.



Matemática. Fotografía Ian Pabelo, 2020.

Las instituciones de educación superior tienen un gran reto: adecuarse a las circunstancias actuales para ofrecer las carreras que demandará el desarrollo del estado.

(PIB) nacional. Llevamos varios años sin crecer. Y vamos a la cola del crecimiento en América Latina. Esto imposibilita que podamos contar con los empleos que demanda México, que podamos afrontar satisfactoriamente el problema de la pobreza. Hace 20 años estábamos a la par de Singapur en lo de la enseñanza de la matemática.

Desde que dicho país cambió, en 1992, la enseñanza de las matemáticas en sus aulas, convencidos de que era necesario que todos sus alumnos, independientemente de sus habilidades, aprendieran esa materia, ha contribuido —además de que sus alumnos alcanzaran los primeros lugares en los *test* internacionales— a hacer crecer a su país. Y es que las cifras no son menores. De acuerdo con los resultados obtenidos en las pruebas internacionales, más de 40 por ciento de sus estudiantes de cuarto y octavo grado se encuentran dentro del rango avanzado, cuando el promedio es del cinco por ciento y dos por ciento, respectivamente.

Patricio Felmer, Premio Nacional de Ciencias Exactas 2011 e investigador de la Universidad de Chile, nos dice: “La experiencia de Singapur nos muestra en forma nítida y clara que no es cierto que haya que esperar el desarrollo económico para tener una educación de calidad para todos, como a veces se nos hace creer, sino que, por el contrario, se debe invertir fuertemente en educación para lograr el desarrollo económico, asignando los recursos necesarios para que la educación no sea un freno que lo retrase, sino un motor que lo acelere”.

Ahora que Coahuila está frente a la posibilidad de explotar los yacimientos de gas *shale* en el norte de nuestro estado, también debemos plantearnos qué cambios tenemos que impulsar para aprovechar de la mejor manera los recursos para disfrutar de un mejor desarrollo humano y, en consecuencia, de una mejor calidad de vida. Y frente a esta oportunidad, las instituciones de educación y particularmente las del nivel superior tienen un gran reto: adecuarse a estas circunstancias para ofrecer las carreras que demandará el desarrollo del estado.

El ejemplo de Singapur ahí está; nace como país independiente en agosto de 1965, cuando el parlamento de Malasia literalmente expulsó a esta pequeña isla de su federación. Nace así, sin recursos naturales, con casi la mitad de su población analfabeta, disgregada racialmente

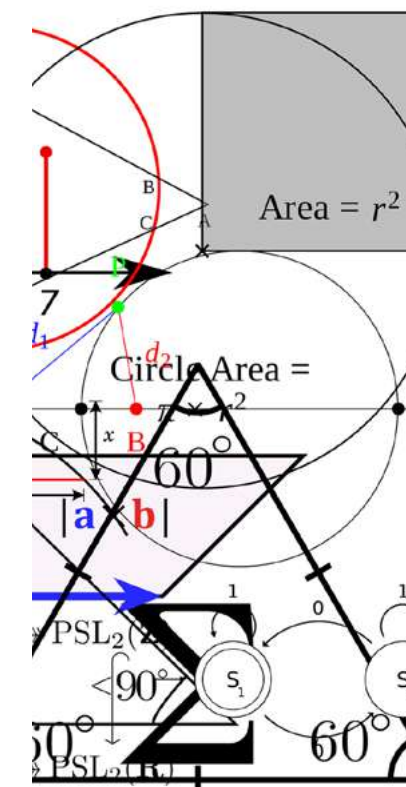
y hablando al menos cuatro lenguas distintas: inglés, chino mandarín, tamil y malayo. Uno no puede imaginar un comienzo más sombrío, apunta Felmer. Y agrega que, ante esta realidad tan poco alentadora, las autoridades políticas encabezadas por Lee Kuan Yew debieron idear un plan para no perecer política y económicamente. Sin duda, Coahuila cuenta con mejores condiciones para enfrentar el reto. La Facultad de Matemáticas ya tiene su propuesta.

La enseñanza del cálculo

LA ENSEÑANZA DEL CÁLCULO DIFERENCIAL e integral es reconocida como una problemática que rebasa lo educativo, abarcando también lo sociocultural no sólo en nuestro país, sino en todo el mundo. Recientemente presenté, en la Facultad de Matemáticas de la UAdeC, Unidad Saltillo, el libro intitulado: *La enseñanza del cálculo diferencial e integral*, coordinado por el doctor en matemáticas Armando Cuevas. Este es un libro dirigido a profesores interesados en la enseñanza del cálculo diferencial e integral. Parte del reconocimiento que la enseñanza del cálculo es un problema persistente y, en consecuencia, un factor de deserción escolar, por ello, hay que atenderlo.

Podemos decir que las bases de la sociedad, como hasta ahora las conocemos, no podrían ser sin el cálculo diferencial e integral, aunque hoy tenemos que reconocer que las matemáticas son cada vez más invisibles en la vida cotidiana, la alta tecnología tiende a ocultar las matemáticas, que su creación necesita, en sofisticadas cajas negras, según nos comentan los autores. Por ello, es de suma importancia plantear soluciones a la enseñanza del concepto de derivada. Como lo precisa el doctor Fernando Hitt y Sarah Dufour, desde Canadá, la instrucción del cálculo sigue siendo uno de los grandes problemas.

Las dificultades del aprendizaje del cálculo diferencial e integral han sido documentadas por los investigadores en didáctica de las matemáticas. Una alternativa de solución propuesta es el uso de contextos para introducir conceptos matemáticos. Por ejemplo, se puede usar el contexto económico para construir el concepto de derivada. El problema es que, tanto en los libros de texto, como en



Fórmulas. Composición digital de Gerd Altmann, 2015.

Las bases de la sociedad no podrían ser sin el cálculo diferencial e integral, aunque tenemos que reconocer que las matemáticas son cada vez más invisibles en la vida cotidiana.

la presentación en la clase de matemáticas, el contexto es abandonado de inmediato. Por lo que se deja para después y que los estudiantes aprendan por sí solos para qué sirve la matemática y la relación que tiene con el contexto económico o con las telecomunicaciones, o con otros contextos de la vida.

En su investigación “Intuición y rigor”, Luis Moreno Armella expone que la enseñanza del cálculo ha sido desalojada y sustituida por una maquinaria más formal que desconoce sus orígenes terrenales. En matemáticas, como en cualquier otra investigación de carácter científico, siempre hay dos tendencias presentes. Una de ellas es hacia la abstracción. La otra tendencia es hacia la comprensión intuitiva que busca un entendimiento más inmediato de los objetos bajo estudio, una relación viva con ellos. Los profesores de matemáticas no deben olvidar que toda persona ha experimentado alguna vez un sentimiento de angustia frente a una situación en la que siente que le faltan las palabras para expresar lo que tiene dentro de sí. Las personas aprendemos el significado de un símbolo al tiempo que lo asociamos a nuestras propias experiencias primigenias ligadas al medio sociocultural.

David Tall reconoce que, culturalmente hablando, el cálculo es el producto de miles de años de evolución que han moldeado su forma actual. De ello, surge la primera pregunta: ¿Cómo comienza la búsqueda para mezclar las matemáticas y el desarrollo humano y construir una teoría del cálculo que encaje, de manera natural, con el aprendizaje humano?

En muchos contextos, las matemáticas son temidas y vistas como una materia de selección, desconectada de interesantes aplicaciones a la vida real. De esta presión se desprende que la enseñanza de las matemáticas está sujeta a una presión social que requiere más aplicaciones y plantea cuestiones acerca de la modelización. Las fuerzas extremas del mundo fuerzan a las matemáticas a salir de su torre de marfil.

Finalmente, Ricardo Cantoral, doctor en matemáticas, nos plantea que el cálculo infinitesimal se caracteriza por ser algo más que el preludio de las matemáticas avanzadas. Que se trata de una asignatura que combina la intuición con la precisión y el rigor. Que, al transitar del cálculo infinitesimal hacia su enseñanza, se viven procesos complejos de naturaleza social, cuyas implicaciones sobre el aprendizaje de las matemáticas pueden ser importantes. Por ello, debe

quedar claro a los profesores de matemáticas que el cálculo infinitesimal es un objeto cultural. Tanto su enseñanza como su aprendizaje no pueden desvincularse de la práctica social que le dio sentido y significado, cambio y variación.

Matemáticas y el lenguaje

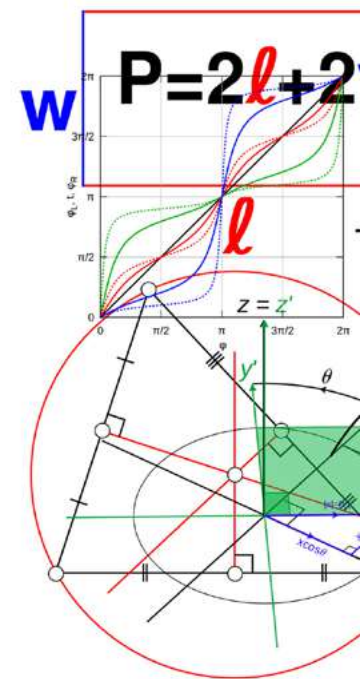
HACE TIEMPO DI UNA CHARLA para estudiantes de la Preparatoria Venustiano Carranza, en Torreón, Coahuila. Me pidieron que se llamara “Matemáticas, lenguaje universal”. Abordar este tema para alumnos de bachillerato resulta complicado y más en esta época de “las redes sociales”, en la que los jóvenes se afanan en deformar el lenguaje.

Durante casi una semana reflexioné sobre cómo abordar el tema. Me preguntaba por dónde empezar. Luego, hacia dónde continuar y cómo terminar una exposición de una hora. Lograr retener la atención de muchachos preparatorianos sin que se aburrieran o hicieran escándalo, como a manera de protesta por un tema tan árido, me obligó a especular cada una de las etapas de la charla.

Así que fui al grano. Les pregunté qué semestre cursaban. Estudiaban la materia de cálculo diferencial. Para ubicar el nivel de sus conocimientos matemáticos, procedimos a anotar las materias de matemáticas que habían estudiado antes: álgebra, aritmética, geometría, trigonometría y geometría analítica. Para ejemplificar el objeto de conocimiento de la matemática que habían estudiado, les pregunté qué figuras visualizaban en el aula. Entre otras, dijeron: líneas, puntos, triángulos, rectángulos y ángulos que están sobre planos.

Continuaron las preguntas: ¿lo que perciben a su alrededor, está estático o se mueve? La reflexión los condujo a concluir que la geometría que habían estudiado hasta ahora es una geometría que ven con sus ojos y que las figuras no se mueven. Las matemáticas hasta aquí interpretan un mundo que no se mueve, una realidad estática y al alcance de nuestra vista.

Procedí con los cuestionamientos: ¿qué realidad es la que interpreta el cálculo diferencial? Concluimos que es la del mundo que se mueve y que, además, tiene diferentes formas de movimiento: lineal, circular, parabólico, elíptico (por ejemplo, el movimiento de los planetas). De aquí que el



Las fuerzas extremas del mundo fuerzan a las matemáticas a salir de su torre de marfil.



Relaciones entre líneas. Acuarela de Jorge A. González, 2020.

¿Qué realidad es la que interpreta el cálculo diferencial? Es la del mundo que se mueve y que, además, tiene diferentes formas de movimiento: lineal, circular, parabólico.



Mouse. Acuarela de Jorge A. González, 2020.

En áreas planas realizamos actividades: caminamos en banquetas, comemos sobre una mesa, escribimos en teléfonos celulares... Estas normas de conducta nos inducen a querer hacer todo en el plano.

lenguaje matemático de la realidad estática es diferente al lenguaje matemático de la realidad que está en movimiento.

Para precisar lo celoso del lenguaje matemático, les pregunté si habían enfrentado en algún momento a un profesor de matemáticas que les haya calificado negativamente un problema por la falta de un punto o una coma. Dijeron que sí, pero que eso no era justo. Al no poder el punto, consideraron que les hubieran reconocido, según manifestaron, “el procedimiento”, por lo que se llegaron a sentir merecedores a una calificación aprobatoria.

Para explicar que estaban equivocados, le solicité al joven Esaú que escribiera en el pizarrón su nombre de pila, su correo electrónico, su nombre en el Facebook y en Twitter. Esaú escribió su dirección electrónica: esau_morla@hotmail.com. Les pregunté sobre qué pasaría si le llegaran a enviar un correo a Esaú de la siguiente manera: esau_morla@hotmail.com (como podrán notar no tiene el punto). Todos contestaron que no le llegaría porque estaba mal escrito. Entonces, estuvieron de acuerdo que la falta del punto haría que estuviera incorrecta la dirección del *email*. Esto evidencia que el internet tiene una base matemática que exige con celo no equivocarse ni siquiera en un punto, porque cambia todo.

Como otro ejercicio, les pedí construir cuatro triángulos equiláteros con seis palillos de dientes. Para que no olvidaran lo que es un triángulo equilátero, les solicité que construyeran uno, que lo visualizaran, luego que procedieran con el ejercicio. Todos intentaron construir sobre sus cuadernos, sus piernas, sus asientos o en el suelo los cuatro triángulos equiláteros. No pudieron.

Después, otro estudiante dijo: “no lo hagan en el plano, constrúyanlo en el espacio”. No cabe duda que las prácticas sociales nos determinan. En áreas planas realizamos muchas de nuestras actividades: caminamos y manejamos en banquetas y carreteras, comemos sobre una mesa, escribimos en teléfonos celulares y en libretas, nos dormimos en un colchón; vemos la televisión y el cine en pantallas planas. Estas normas de conducta nos inducen a querer hacer todo en el plano.

Concluimos que cambiando nuestra visión “plana” a una espacial, entonces, sí podemos construir con seis palillos cuatro triángulos equiláteros y que el lenguaje matemático que se aplica a una realidad es diferente en otra. Con estos

ejemplos espero que los estudiantes hayan tenido un somero acercamiento a la matemática y a las manifestaciones de su lenguaje.

Entre matemáticas y pasteles

Para Jimena, Sofía, Andrea, Sofía Carolina y Esperanza.

UN GRUPO DE COMPAÑERAS de mi hija Jimena se reunieron para preparar un pastel para festejar a don Rosendo, guardia de su escuela. Esta actividad colectiva por sí sola es excelente. Que el motivo haya sido para hacer un regalo elaborado por ellas, me pareció encomiable. Mientras el pastel se horneaba, las estudiantes de tercer grado de secundaria aprovecharon para hacer su tarea de matemáticas. Les encargaron reducir a su mínima expresión unas ecuaciones algebraicas, identificando los términos semejantes, para restarlos o sumarlos. La ecuación era parecida a: $(3x^2 + 6x) - (-7x^2 + 8) + (2x - 9) = ?$

Empecé por preguntarles cuáles eran los términos semejantes. Con incredulidad se miraban y no se atrevían a señalarlos. Entonces, les puse sobre la mesa, además de los accesorios de cocina que usaban, una pluma, un cuchillo, dos cucharas, otras dos plumas, tres servilletas, otro cuchillo, y creo, dos hojas de libreta. Luego, les pregunté: “de esto que ven aquí, ¿qué cosas son semejantes? Las plumas, una aquí, dos acá, los dos cuchillos y ¿qué más?”. Con muestras de inseguridad dijeron: “es todo, porque las cucharas, las servilletas y las dos hojas de libreta son diferentes”.

Muy bien. Y les cuestioné sobre qué términos se parecía en la ecuación. Contestaron que el $3x^2$ con el $-7x^2$, también el $6x$ y el $2x$ y los números 8 y -9 . Claro, pero una vez identificados los términos semejantes, les pregunté sobre qué se hacía con los paréntesis de la ecuación. Y con tiento propusieron eliminarlos. Les cuestioné en qué influían los signos antes de los paréntesis; quedamos que ellos están multiplicando los términos que están dentro de los paréntesis. Por lo tanto, procediendo a eliminarlos, haciendo las multiplicaciones correspondientes, nos quedó lo siguiente: $3x^2 + 6x + 7x^2 - 8 + 2x - 9$ y procediendo a sumar y restar nos quedó la ecuación reducida a su mínima expresión: $10x^2 + 8x - 17$.



Dibujo de Tabata Ayup de Alba, 2020.

Me empezaron a comentar que por qué si se equivocaban en un signo en una tarea o examen de matemáticas el resultado estaba mal. Les dije que un punto hacía la diferencia.

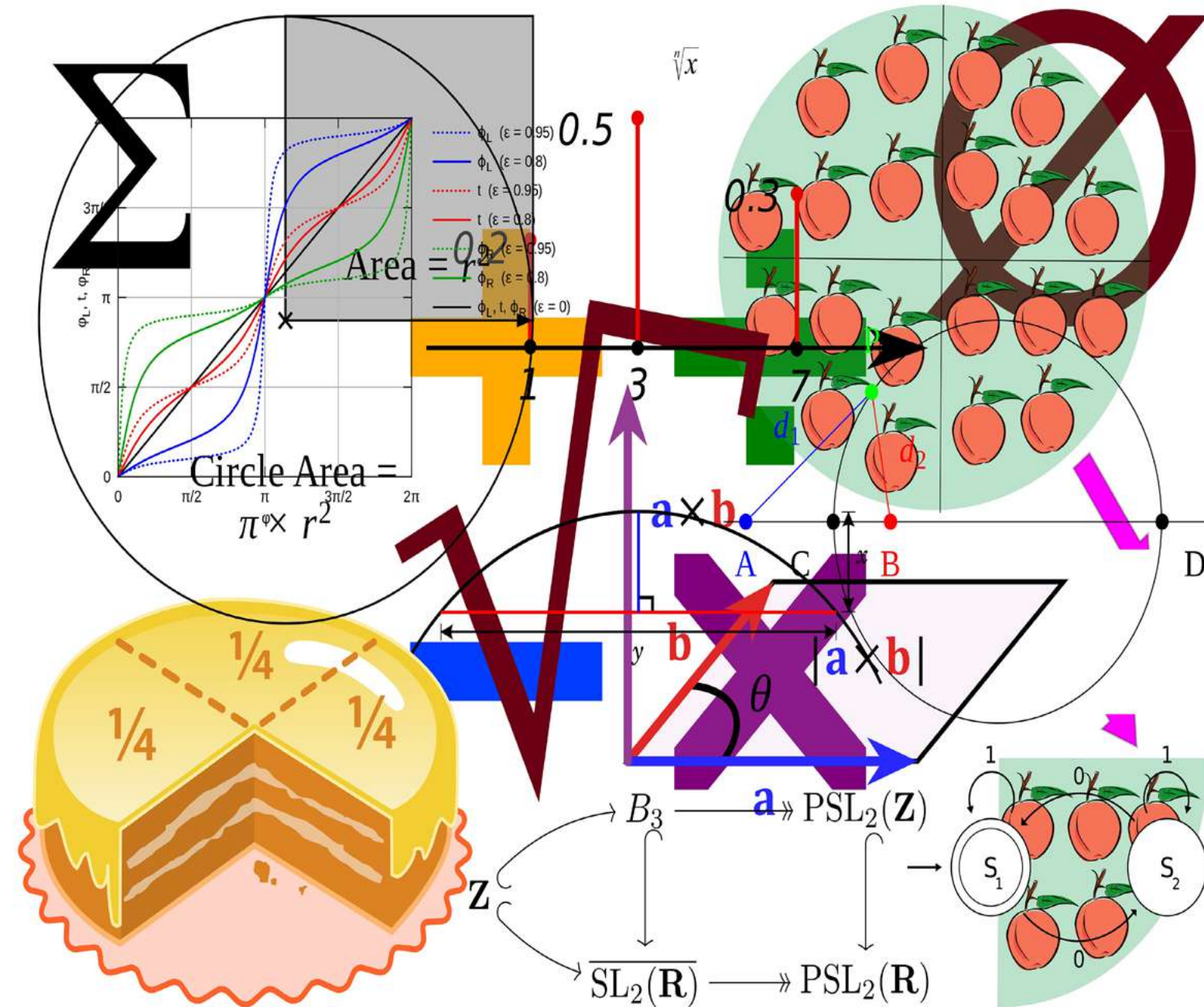
Hicimos otros ejercicios y me empezaron a comentar que por qué, si se equivocaban en un signo, punto, coma o exponente, en una tarea o examen de matemáticas el resultado estaba mal. Les dije que un punto hacía la diferencia; que, por ejemplo, mi correo electrónico era *salvador.hernandezv@gmail.com* y si lo escribía así qué sucedía: *salvadorhernandezv@gmail.com*. Les pregunté si seguía siendo mi correo. Dijeron que no, porque le faltaba el punto. Y si le proporcionaba a una determinada persona como mi correo este: *salvador.hernándezv@gmail.com*. ¿Le llegaría? Contestaron que no, porque estaba mal escrito. ¿Qué tiene? Un acento de más. “Entonces, si hay un punto menos o un acento más en un correo electrónico, ¿eso hace diferente tu e-mail?”, les cuestioné. Todas las jóvenes cocineras de pasteles contestaron que sí, pues no estaba bien escrito.

Les escribí mis cuentas de Twitter y Facebook, @salvadorhv y salvador.hernandezvelez, respectivamente. Y les pregunté: “¿si escribo @salvador.hv y salvador.hernandezvelez, podré entrar a mis cuentas de las redes sociales? O alguien que me quiera contactar por estos medios digitales, ¿lo podrán hacer?”. Con mucha seguridad contestaron que no. “Porque está mal escrito”, agregaron. Y, entonces, les cuestioné el por qué no aceptaban que una ecuación de algebra estuviera mal si le faltaba un punto. Les expliqué que las cuentas de email, Twitter y de Facebook estarían relacionadas con la matemática, por eso son celosas; si le quitas o le pones algo ya son otras cuentas. Así es con las ecuaciones algebraicas. Un punto, una coma, un exponente o un paréntesis de más hacen que la ecuación sea otra. Por eso, en una tarea matemática, al escribir el proceso de solución hay que hacerlo con el mismo cuidado con el que escribimos una cuenta en las redes sociales. Y, claro, si el mensaje lo escriben también con las reglas de nuestro idioma español no estarán diciendo cosas que tengamos que adivinar.

En una ocasión, estaba con unos amigos en una oficina de la calle Piedras Negras, en Saltillo, con el número, al parecer, 1340. A uno de los jóvenes le preguntaron la dirección de dicho inmueble y dijo: “Piedras Negras, trece, cuarenta”. Le corregí: “es mil trescientos cuarenta”. Me contestó que era lo mismo. Le pedí que me prestara mil trescientos cuarenta pesos, luego, le devolví 13.40 pesos y le dije: “gracias por el préstamo. Ya no te debo nada”. Me reviró que le debía la

diferencia. ¿Entonces, es o no lo mismo 1340 y trece cuarenta? Hay que tener cuidado, sin duda, con el lenguaje y con las matemáticas.

En una tarea matemática, al escribir el proceso de solución hay que hacerlo con el mismo cuidado con el que escribimos una cuenta en las redes sociales.



III.

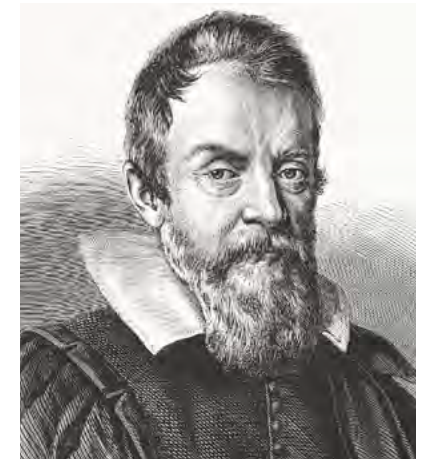
De filosofía y filósofos

Las ciencias y las filosofías

EN EL MARCO DEL VIGÉSIMO SEXTO aniversario de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas de la Universidad Autónoma de Coahuila, su director, Julio Saucedo, me invitó a una charla con el tema de las relaciones de la filosofía con las ciencias. Al tratar en esta exposición algunos aspectos de las relaciones que la filosofía mantiene o debiera mantener con las ciencias, hay que resaltar lo referente a cómo la filosofía puede serle útil a las ciencias y, en consecuencia, a los científicos.

Por otra parte, la cuestión de la historia de las ciencias no debe perder de vista, como dice Raymond Pierre en su libro *La historia y las ciencias* (Ed. Anagrama, Barcelona, 1976, p. 41): “No existe historia sin la articulación efectiva de un sector de desarrollo con respecto a los demás sectores sociales”, por ello, al abordar estos temas hay que ir más allá de la descripción de las condiciones económicas, políticas, ideológicas y sociales, es decir, de las condiciones históricas concretas en las que fueron producidas y los problemas surgidos en ese proceso de producción del conocimiento científico. La producción del conocimiento científico, del cómo se produce la ciencia, del cómo se constituye, no puede ser explicado olvidando que la política se hace en todos los lugares de una formación social, adoptando formas indirectas. El desarrollo de la ciencia también está ligado a la política de la coyuntura.

Sin embargo, hay que acotar que una charla de esta naturaleza tiene un carácter introductorio con respecto a la problemática tratada, por ello, debe soportarse en datos empíricos. Los análisis empíricos muestran, en cierta medida, que la relación de la filosofía con las ciencias en un determinado contexto histórico permite apuntar una conclusión: una serie de situaciones en el desarrollo histórico muestran que el origen y constitución de una nueva ciencia siempre ha restaurado, de una u otra forma, la filosofía existente. Un ejemplo de ello es la constitución de las matemáticas griegas, primer continente de la ciencia, las cuales de forma considerable suscitaron el cambio que llevó a la filosofía de Platón; otro es el de la física, segundo continente de la ciencia, el cual dio origen a los cambios que



Galileo Galilei. Grabado de Ottavio Leoni, 1624.

La ciencia y la filosofía no han sido creación de una época histórica o de un individuo; han sido el resultado de una serie de épocas y del trabajo de generaciones.



IMMANUEL KANT.

London: Published April 1st 1802, by Adlard & Jones.

condujeron a la filosofía de Galileo a Descartes, luego a la de Kant hasta Newton.

La ciencia y la filosofía, por qué no decirlo, no han sido creación de una época histórica o de un individuo; han sido el resultado de una serie de épocas y del trabajo de generaciones. En el caso de la matemática, sus primeras ideas y proposiciones se remontan a la más temprana antigüedad (4 mil años a. C.) y han sido ordenadas, estructuradas, en un sistema coherente hace más de 2 mil años. Por otra parte, creemos conveniente abrir el debate contra la idea que hace aparecer la ciencia como un cuerpo de conocimientos puros, alejados de la vida cotidiana, esto es, de las relaciones políticas, económicas, ideológicas y sociales.

Así pues, de todos estos análisis se desprende que las ciencias no son nunca tomadas por los filósofos por lo que realmente son, sino que su existencia, sus límites, sus dificultades de crecimiento, son interpretados en las categorías idealistas de las filosofías que les son más cercanas y son utilizadas desde el exterior, burdamente o con agudeza, pero siempre utilizadas para servir de argumento o de garantía a aquellos “valores” extra científicos a los que las filosofías en cuestión sirven objetivamente.

Para encuadrar lo antes expuesto, finalmente cabe aquí la pregunta: ¿cómo se desarrolla la ciencia? Para responder remitámonos a Louis Althusser. En la historia de las ciencias vemos desarrollarse constantemente un doble proceso: el proceso de eliminación pura y simple de errores (que desaparecen totalmente) y el proceso de reinserción de los conocimientos y elementos teóricos anteriores en el contexto de los nuevos conocimientos adquiridos y de las nuevas teorías constituidas. ¿Y cómo procede la filosofía? La historia de la filosofía “procede” de distinta manera: mediante una lucha por el dominio de las nuevas modalidades filosóficas sobre las anteriores que, a su vez, eran antes dominantes. En filosofía, el adversario nunca es totalmente vencido, nunca es, por consiguiente, totalmente eliminado, totalmente borrado de la existencia histórica: es simplemente dominado.



Descartes. Grabado de autor sin identificar, publicado en *The popular science monthly*, en 1890.

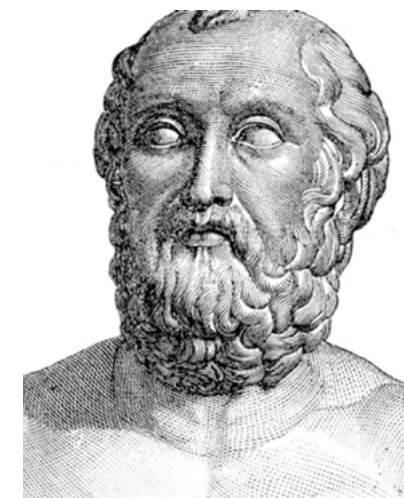
Una serie de situaciones en el desarrollo histórico muestran que el origen y constitución de una nueva ciencia siempre ha restaurado la filosofía existente.

El origen de la filosofía

EN EL LIBRO *EL NACIMIENTO DE LA FILOSOFÍA*, de Giorgio Colli, se plantea que la fuente de la sabiduría es la locura, para ello se remite al origen de la sabiduría, a la adivinación. Los orígenes de la filosofía son misteriosos. Según la tradición erudita, la filosofía nació con Tales y Anaximandro. También señala que nuestra filosofía no es otra cosa que un desarrollo de la forma literaria introducida por Platón que surge como un fenómeno de decadencia, ya que el “amor a la sabiduría” es inferior a la “sabiduría”. Efectivamente, amor a la sabiduría no significaba para Platón una aspiración a algo nunca alcanzado, sino una tendencia a recuperar lo que ya se había realizado y vivido.

Colli sostiene que no hubo un desarrollo continuo, homogéneo, entre sabiduría y filosofía. La tradición en gran parte oral, de la sabiduría. Para nosotros aparece así falsificada también por la inserción de la literatura filosófica. ¿Cuál es la extensión temporal de aquella era de la sabiduría? Tenemos que recurrir a la tradición más remota de la poesía y de la religión, pero la interpretación de los datos tiene que ser filosófica. Esa interpretación llevó al origen de la tragedia griega, pero para otros filósofos es mejor remontarse al origen de la sabiduría. Para esto hay que remontarse a los dioses Apolo y Dionisio, y si acaso hay que atribuir a otro dios el dominio sobre la sabiduría, entonces ha de ser al de Delfos. En Delfos se manifiesta la inclinación de los griegos al conocimiento. Sabio no es quien cuenta con una rica experiencia, quien descuella por la habilidad técnica, por la destreza, por la astucia. Para esa civilización, el conocimiento del futuro del hombre pertenece a la sabiduría.

Apolo simboliza ese ojo penetrante, su culto, es una celebración de la sabiduría. Pero el hecho de que Delfos sea una imagen unificadora, una abreviatura de la propia Grecia, indica algo más, a saber, que el conocimiento fue para los griegos el valor máximo de la vida. Para ellos, el poder se expresa en conocimiento. Lo característico de los griegos es el aspecto teórico ligado a la adivinación. La adivinación entrañó conocimiento del futuro y manifestación, comunicación, de dicho conocimiento. Esto se produce a través de la palabra



Busto de Platón. Grabado de autor sin identificar.

Amor a la sabiduría no significaba para Platón una aspiración a algo nunca alcanzado, sino una tendencia a recuperar lo que ya se había vivido.



Tales. Grabado de Wilhelm Fredrik Meyer, 1875.

del dios, a través del oráculo. En la palabra se manifiesta al hombre la sabiduría del dios; y la forma, el orden, la conexión en que se presentan las palabras revela que no se trata de palabras humanas, sino de palabras divinas. El dios, pues, conoce el porvenir, lo manifiesta al hombre, pero parece no querer que el propio hombre lo comprenda.

El autor sostiene que los bienes más grandes llegan a nosotros a través de la locura, concedida por un don divino. En efecto, la profetisa de Delfos y las sacerdotisas de Dodona, en cuanto poseídas por la locura, han proporcionado a Grecia muchas y bellas cosas, tanto a los individuos como a la comunidad. Apolo no es el dios de la medida, de la armonía, sino de la exaltación, de la locura. Para concluir, digamos que, si bien una investigación de los orígenes de la sabiduría en la Grecia arcaica nos conduce en dirección del oráculo delfico, de la significación compleja del dios Apolo, la “manía” se nos presenta como todavía más primordial, como fondo del fenómeno de la adivinación. De ello es que la locura es la matriz de la sabiduría.

A través de las transformaciones culturales, del entrelazamiento de la esfera retórica con la dialéctica y de la generalización gradual de la escritura en sentido literario, fue modificándose paralelamente la estructura de la razón, del “logos”. Hoy, cuando se investiga el origen de la filosofía, resulta extraordinariamente difícil imaginar las condiciones preliterarias del pensamiento, válidas en una esfera de comunicación exclusivamente oral, las condiciones precisamente que nos han inducido a distinguir una era de la sabiduría como origen de la filosofía.

Así, pues, la filosofía surge de una disposición retórica acompañada de un adiestramiento dialéctico, de un estímulo agonístico incierto sobre la dirección que tomar, de la primera aparición de una fractura interior en el hombre de pensamiento, en que se insinúa la ambición veleidosa al poder mundano y, por último, de un talento artístico de alto nivel que se descarga desviándose, tumultuoso y arrogante, hacia la invención de un nuevo género literario.

La filosofía es necesaria

Siempre he considerado que la filosofía no debe ser algo intelectual, sino algo que sale de nuestra sensibilidad.
Witold Gombrowicz.



Immanuel Kant. Grabado de autor sin identificar, s/f.

EN EL LIBRO *CURSO DE FILOSOFÍA EN SEIS HORAS Y CUARTO*, de Witold Gombrowicz, se plantea que la filosofía es obligatoria. El libro surgió de la petición de su mujer, Rita, y de Dominique de Roux, un prestigioso ensayista y novelista, para que les diera clases de filosofía con el fin de sumergirle en la única materia que siempre le había apasionado. Ellos buscaban alejar a Gombrowicz de sus pensamientos suicidas, por la grave enfermedad que padecía.

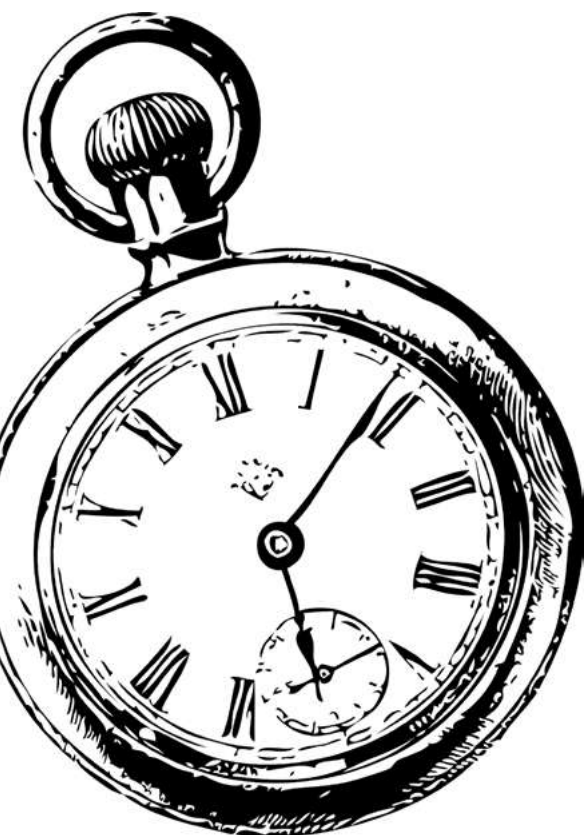
En la primera parte se aborda a Kant (1724-1804). A partir de la posición de Descartes: una sola idea importante, *la duda absoluta*, con ella comienza el racionalismo, al someterlo todo a la duda absoluta, hasta que la razón obligue a admitir por fuerza una idea. Así, la filosofía comienza a ocuparse de la conciencia como tema fundamental. En este sentido, Descartes es el precursor del pensamiento moderno. Kant se funda en el saber racional organizado científicamente, influido por Newton, que constituyó el segundo continente científico: la física. El primero fue la matemática, por Pitágoras y Euclides.

El razonamiento de Kant en la *Crítica de la razón pura*, aun expresado de forma oscura, es todo cuanto sabemos acerca del mundo lo expresamos a través de juicios. El problema de la filosofía kantiana radica, pues, en una única cuestión: ¿cómo son posibles los juicios sintéticos *a priori*? Los juicios sintéticos *a priori* en general y, por lo tanto, en la estética trascendental, son posibles porque el tiempo y el espacio no son una propiedad de las cosas, sino una propiedad del sujeto.

Y no se trata de preguntar si hay que filosofar o no. Filosofamos porque es obligatorio. Nuestra conciencia se plantea cuestiones y hay que intentar resolverlas. Por lo que la filosofía es algo obligatorio. El autor se pregunta: ¿cuál

No se trata de preguntar si hay que filosofar o no. Nuestra conciencia se plantea cuestiones y hay que intentar resolverlas. Por lo que la filosofía es algo obligatorio.

La filosofía es necesaria para tener una visión global de la cultura.



El tiempo. Ilustración de autor sin identificar, s/f.

era la visión del mundo más profunda en el siglo XVIII? La encontramos en Kant, sin quien sería imposible conocer el desarrollo de la conciencia a través de los siglos. La filosofía es necesaria para tener una visión global de la cultura. Es importante para los escritores. La filosofía permite a cada uno organizar su cultura, introducir un orden, reencontrarse, obtener seguridad intelectual.

El espacio no es objeto, sino la condición de todo objeto posible. El *tiempo* no es una cosa que pueda experimentarse, sino que todas las cosas están *en* el tiempo. Repito: Kant no habla mucho de la conciencia, sino de la razón pura. ¿Por qué? Porque se trata de un saber organizado, racional, que se manifiesta en la ciencia. Con ello llegamos a una inspiración kantiana muy buena que se parece a la revolución copernicana. Igual que Copérnico detuvo el Sol y puso a la Tierra en movimiento y en su lugar. La conciencia, según la definición de Alain, *es saber que se sabe y nada más*.

Dice que para Kant la metafísica es todo lo que no es físico, como el alma, el mundo y Dios. La cosa (o el objeto) ha de ser forzosamente limitada para que sea una cosa. *Primer argumento: ontológico*. Ontológico significa todo cuanto concierne al ser. Tenemos una idea de Dios como un ser perfecto. Pero un ser perfecto, para tener la perfección, debe tener también la cualidad de *existir*.

Segundo argumento: cosmológico. El mundo debe tener una causa pues, según la categoría de causalidad, todo debe tener una causa. Kant se pregunta si la razón pura puede descubrir *el objeto en sí*, objetivamente, con independencia de nuestras maneras de percibirlo. Comprueba que es imposible; nunca podemos saber lo que es el *noúmeno*, *lo absoluto*, *en sí*, independientemente de nuestras percepciones.

Gombrowicz sostiene que en la actualidad la filosofía no consiste en buscar una verdad absoluta, como la existencia de Dios, sino que se halla más limitada, se circunscribe solamente al mundo fenomenológico o reemplaza la pregunta: “¿qué es el mundo?” por “¿cómo transformar el mundo?” (Marx) y encuentra la expresión más pura en el método fenomenológico de Husserl, que no se interesa en absoluto por el *noúmeno*, sino por el fenómeno.

El libro aborda a otros filósofos. Lo recomiendo. Tiene 121 páginas, en donde el autor resume el pensamiento filosófico moderno; Descartes, Kant, Fichte, Hegel,

Kierkegaard, Marx, Schopenhauer, Nietzsche, Husserl, Heidegger y Sartre.

Las preguntas filosóficas (I)

EN FILOSOFÍA LO QUE MÁS IMPORTA son las preguntas, no tanto las respuestas. Considero que debido a eso el filósofo polonés Leszek Kołakowski, en su libro *Las preguntas de los grandes filósofos*, enfocó sus lecciones sobre los propios filósofos desde la perspectiva de las preguntas. Presenta su obra en breves lecciones. Trata de los filósofos que dieron un giro totalmente nuevo al pensamiento de las generaciones futuras. Escribe sobre los grandes filósofos, sacudiendo alguna que otra fibra de nuestra mente. Alerta que cerrará cada lección planteando una pregunta que siga siendo válida, incluso, en la actualidad y que no tenga una respuesta satisfactoria.

Empecemos con Sócrates (469-399 a. C.). Como del conocimiento en general, los dos hombres —Jesucristo y Sócrates— que contribuyeron decisivamente a la construcción de la cultura europea, la judeo-cristina, nunca escribieron una sola línea. Aquí la pregunta de este sabio: ¿y qué es invariable? Lo son las ideas fundamentales, especialmente si tienen algún significado moral. Deseaba saber qué son la justicia y la virtud, el coraje y la igualdad, pero no se refería al uso coloquial de estos términos, si no a lo que significan en sí.

Luego aborda a Parménides de Elea (540-470 a. C.), quien reflexionó sobre el uno que se oculta tras la pluralidad que caracteriza nuestra percepción del mundo. Él insiste en distinguir entre lo que es realmente y lo que parece ser y no lo es, no admite graduación: algo es o no es, no hay estados intermedios. Y he aquí la pregunta: ¿qué es real? O bien: ¿deberíamos considerar que sólo lo accesible a la conciencia colectiva es real? ¿Soy yo real? ¿Eres real tú?

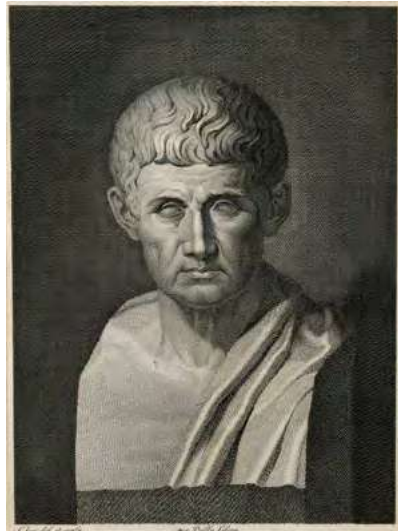
Después sigue con Héraclito de Éfeso (540-480 a. C.). Es el filósofo propagador de la incesante transformación de las cosas, de su eterna inestabilidad. Sostiene que la pluralidad es real, el conflicto es real, la tensión y el movimiento son reales, y también es real nuestro conocimiento de ello. He aquí el planteamiento: si Dios es el máximo de conocimiento,



La verdadera sabiduría está en conocer la propia ignorancia. Sócrates

Sócrates. Dibujo de Tabata Ayup de Alba, 2020.

En filosofía lo que más importa son las preguntas, no tanto las respuestas.



Aristóteles. Grabado de Samuel Jesi, s/f.

La felicidad es el bien supremo y una finalidad en sí misma, y consiste en ejercitar las aptitudes morales o las virtudes que adquirimos buscando el término medio entre los extremos.

si lo sabe todo, ¿cómo puede conocer el mal y la justicia sin salir de su esencia y volverse malo e injusto?

Y pues no puede dejar de abordar a Platón (427-347 a. C.). Se considera que con este sabio nació la filosofía. A diferencia de Sócrates, él nos legó sus pensamientos por escrito. Efectivamente, si hoy en día debatimos alguna cuestión importante de la metafísica, de la teoría del conocimiento y del saber humano, de la moral o de la ética, pero también de la política en general, de la dialéctica (es decir, del arte de mantener una conversación de alto nivel) o de la retórica, irremediablemente nos remontamos a Platón. La primera pregunta que nos deja es: ¿sólo existe una alternativa: o la justicia es un decreto arbitrario que puede dictar cualquiera a condición de tener la suficiente fuerza o bebemos el conocimiento de lo que es justo de una fuente de sabiduría ajena a este mundo? Y la segunda: ¿qué es el siete y qué es un número primo?

Kořakowski sigue con Aristóteles (384-322 a. C.). Se acepta que Platón elaboró el proyecto arquitectónico general de la filosofía europea, pero su discípulo infiel, Aristóteles construyó sus cimientos. Y Santo Tomás de Aquino asimiló las ideas del filósofo para el cristianismo. Aristóteles se tomó la cuestión de la felicidad muy en serio y utilizó este vocablo para describir una condición duradera, o relativamente duradera, del individuo. Nos recomienda esta regla básica y general: en nuestras acciones debemos mantenernos en el punto justo y evitar los vicios que resultan de un defecto o de un exceso.

¿En qué consiste la felicidad y cómo conseguirla? La felicidad es el bien supremo y una finalidad en sí misma, y consiste en ejercitar las aptitudes morales o las virtudes que adquirimos buscando el término medio entre los extremos. ¿Es posible definir la felicidad, tal como lo hace Aristóteles, mediante el comportamiento y la disposición moral activa de los individuos, y en detrimento de los que podríamos denominar las circunstancias subjetivas? ¿Es posible definir la felicidad de una manera sensata sin tomar en consideración su lado subjetivo? Estas son las preguntas que nos planteó el sabio griego.

Las preguntas filosóficas (II)

EN EL TEXTO ANTERIOR COMENTÉ la primera parte del libro de Leszek Kořakowski, *Las preguntas de los grandes filósofos*. A continuación, va la segunda parte. Empecemos con Epicteto de Hierápolis (50-130 a. C.). Fue un filósofo estoico y moralista. Enseñó cómo vivir disfrutando de plena libertad, del respeto humano y de la felicidad continua. La doctrina moral de los estoicos y la de Epicteto, en particular, sugiere un puñado de preguntas. Suponiendo que el mundo esté determinado con todo detalle por los designios de la providencia, ¿es posible defender la idea de la libertad de elección y de la responsabilidad individual sin caer en una contradicción? Si nada depende de mí, a excepción de mis juicios y mis actitudes, ¿hasta qué punto puede decirse que poseo libre albedrío? ¿Tiene sentido y es razonable afirmar que, como el pasado ya ha pasado y el futuro aún no ha llegado, la muerte no nos roba más que el presente y, por lo tanto, no tiene ninguna importancia el momento ni las circunstancias en que el presente desaparece?

Luego habla de Sexto Empírico (segunda mitad del siglo II). De hecho, el escepticismo no es una teoría, sino un método para deshacerse de todas las teorías. El escepticismo es un estado de salud espiritual en que las medicinas, incluido el fármaco del escepticismo, ya no son necesarias. Primero, nos pregunta si el argumento de que no existe ningún criterio de la verdad, ya que para establecer alguno necesitamos de otro criterio y así hasta el infinito, ¿es un argumento bueno y sólido? ¿Es posible —como pretende Sexto— que un amante de la verdad sea al mismo tiempo indiferente a ella? ¿Podemos alcanzar un estado de espíritu en el que nos traigan sin cuidados asuntos como la verdadera naturaleza de Dios, del tiempo, del alma, de la relación causal y de miles de semejantes?

Y continúa con San Agustín (354-430). Entre los muchos y muy acertados apotegmas de San Agustín, tal vez éste sea el más conocido: “Yo deseo conocer a Dios y el alma. ¿Nada más? Nada más absolutamente”. La obra de este filósofo es una construcción gigantesca que durante siglos



Epicteto. Grabado de Johan de Noort, 1635.

Si nada depende de mí, a excepción de mis juicios y mis actitudes, ¿hasta qué punto puede decirse que poseo libre albedrío?



San Anselmo de Canterbury. Grabado de George Glover, siglo XVII.

¿Podemos alcanzar un estado de espíritu en el que nos traigan sin cuidados asuntos como la verdadera naturaleza de Dios, del tiempo, del alma, de la relación causal y de miles de semejantes?

fue el soporte de toda vida intelectual de la cristiandad, tanto de la filosofía como de la teología.

Sostiene que la fe es anterior a la razón, aunque sin ésta no hay fe, porque sólo la razón puede creer. San Agustín plantea un sinnúmero de preguntas. He aquí algunas: ¿es posible la idea de libre albedrío sin ocurrir en contradicciones? ¿Puede creer en la justicia divina y no caer en una contradicción aquél que admite que Dios no sólo es el soberano absoluto de la existencia, sino que elige entre sus súbditos humanos a los que irán al cielo, dejando a los demás a merced de su propia corrupción, y que su elección no tiene nada que ver con los méritos de los elegidos? O sea que el bien y las cosas buenas tienen existencia; y también las tienen las cosas corrompidas, pero no la corrupción en sí. ¿Hay alguien que lo entienda?

Y a continuación, el autor nos deja las preguntas de San Anselmo de Canterbury (1033-1109), quien construyó un razonamiento extraordinariamente interesante, conocido como un argumento ontológico de la existencia de Dios, mismo que ha sido sometido a numerosas críticas procedentes de varias escuelas filosóficas. Aquí una de ellas: Santo Tomás de Aquino rechazó la prueba de San Anselmo porque ésta supone que realmente existe un ser tan grande que es imposible imaginar otro mayor, pero no demuestra esta premisa. La teoría de San Anselmo sugiere una cantidad considerable de preguntas dignas de atención. ¿Es posible admitir que Dios es un ser necesario y, a pesar de ello, dudar de la validez de la prueba de San Anselmo? Dios—afirma San Anselmo—no puede hacer ciertas cosas. No puede hacer que lo ocurrido no haya ocurrido, es decir, no puede cambiar el pasado. No puede convertir la verdad en mentira, ni mentir. O sea, ¿que no es todo poderoso?

Dios es misericordioso y se compadece de los pecadores, pero es inmutable y no está sujeto a las emociones. ¿Cómo entender entonces su compasión? Y, a la vez, ser justo: ¿puede entonces perdonar a unos pecadores y perdonar a otros, a aquellos por compasión y a éstos por afán de justicia si el mal que han cometido es el mismo? ¿Es una sinrazón creer en Dios a sabiendas que no hay prueba de su presencia que resista un análisis científico? He aquí las preguntas de estos filósofos.

Las preguntas filosóficas (III)

PARA CONTINUAR CON LAS PREGUNTAS de los grandes filósofos de Leszek Kołakowski, ahora abordemos al maestro Eckhart. Después de su muerte, el papa Juan XXII condenó 28 frases extraídas de sus textos. Su pensamiento está impregnado de un tema: la unidad del hombre con Dios. He aquí una de sus preguntas: ¿cómo pueden confundir en una unidad dos seres, uno de los cuales, el humano, es finito, creado, sujeto al espacio y al tiempo y, además, pecaminoso, de voluntad débil y pocos alcances, mientras que el otro, el divino, es absoluto, todopoderoso, omnisciente, fuera del espacio y del tiempo, perfecto y no creado? ¿Cómo concebir tal unidad?

Dice Eckhart que si Dios es atemporal, sería una blasfemia y un sacrilegio sostener que en un momento dado decidió crear el mundo, porque al afirmar tal cosa lo convertiríamos en un ser temporal. Por ser Dios atemporal no puede crear el mundo: ¿en qué momento lo creo? Dios no tiene momentos.

A continuación, dejaremos las preguntas de Santo Tomás de Aquino. El tomismo tiene la reputación de ser la doctrina más apropiada para ratificar y consolidar la herencia intelectual de la cultura católica. La obra de Santo Tomás es la reivindicación del orden natural, temporal, aunque éste siempre esté supeditado al orden eterno, a los designios divinos. También él ofrece una respuesta a la pregunta de por qué Dios creó el mundo si no le hacía ninguna falta y, autosuficiente en su plenitud y su perfección, no necesitaba nada: el bien tiene la propiedad natural de expandirse y multiplicarse.

La pregunta más natural que se presenta y que se ha presentado, siempre a propósito de estas creencias, se refiere a la presencia del mal. Santo Tomás acepta en términos generales la respuesta de San Agustín: la existencia es buena en sí, el mal no es un ente, sino una deficiencia que Dios admite para lograr una mayor relevancia del bien. Además de afirmar que todo ha sido creado por Dios, ¿puede tener algún otro significado la tesis de que la existencia es buena en sí? Si el bien tiene una inclinación natural a expandirse, lo cual



Santo Tomás de Aquino. Pintura de Carlo Crivelli, 1476.

Además de afirmar que todo ha sido creado por Dios, ¿puede tener algún otro significado la tesis de que la existencia es buena en sí?

explicaría la creación del mundo, ¿es esto también aplicable al mal? ¿Y qué consecuencia tendría una doctrina basada en una respuesta afirmativa?

Ahora pasemos al nominalista Guillermo de Ockham. Kołakowski sostiene que este filósofo fue el pensador más eminente y más importante del siglo **XIV**. El nominalismo es una postura intelectual que, o bien puede adoptar la forma de una doctrina metafísica, o bien la de una regla de pensamiento. Esta doctrina pasa por ser una de las fuentes fundamentales de la Reforma del siglo **XVI**. Lutero era discípulo de los nominalistas. La relación que une ambas doctrinas es la siguiente: el nominalismo llevó a cabo la ruptura entre la religión y la razón, entre lo divino y la vida y la ciencia laica.

He aquí una de las preguntas: ¿realmente se desprende de la omnipotencia de Dios, que todas las reglas morales que nos ha revelado son decisiones arbitrarias suyas y, por lo tanto, no tiene sentido afirmar que sean buenas en sí, independiente de estas decisiones? Y suponiendo que Dios omnipotente puede hacer que todo lo que experimentamos y tenemos por real sea un espejismo, ¿en qué diferiría este mundo aparente del mundo real e idéntico en cuanto al contenido con el de nuestras percepciones?

Ahora las preguntas de Nicolás de Cusa. Dice Kołakowski que probablemente se trata de la mente más perspicaz del siglo **XV**. Los escritos del Cusano forman parte de la mística especulativa. La verdad es una; es una unidad presente en todas las cosas, de la misma manera que el uno forma parte de todos los números; y esta verdad inefable e infranqueable no es otra cosa que Dios en persona. ¿Es lícito decir —y en qué sentido— que el universo creado, incluidos los seres humanos, enriquece a Dios? ¿Puede un cristiano creer en Dios y afirmar a un tiempo que nada sabemos de Él?

Finalmente, las preguntas de René Descartes: ¿podemos saber algo a ciencia cierta? ¿A ciencia cierta, es decir, sin ninguna sombra de duda? Descartes fue un gran maestro de la filosofía europea, es el impulsor de una mutación cultural. ¿Para qué necesitamos la certidumbre? El primer texto impreso de Descartes parece sugerir que el conocimiento incuestionable es necesario por razones prácticas. ¿Es lícito decir que mi existencia es lo mismo que mi conciencia de la existencia?



Nicolás de Cusa. Pintura de Master of the Life of the Virgin, circa 1480

¿Es lícito decir que mi existencia es lo mismo que mi conciencia de la existencia?

Las preguntas filosóficas (IV)

UNA FIGURA INTERESANTE ES el filósofo Baruch de Spinoza. Algunos lo tacharon de ateo y enemigo de Dios, otros —los más numerosos— de panteísta. Leszek Kołakowski plantea que lo que tuvo más impacto de la obra magna de Spinoza en el pensamiento filosófico posterior y lo que provocó más controversias fueron sus ideas sobre Dios y su relación con el mundo o sobre el alma humana.

Dios es un infinito también, en el sentido de que posee una infinidad de atributos de los que nosotros no conocemos más que dos: la extensión y el pensamiento. ¿Cómo se comprende entonces la relación entre un Dios absoluto y las cosas finitas? Pero supongamos que alguien pregunte: si la acción humana, sin excepción, está totalmente determinada y nadie tiene el poder de no hacer lo que hace, ¿es lícito, por ejemplo, castigar a la gente por sus fechorías a sabiendas de que sus actos obedecen a una fatalidad ineluctable?

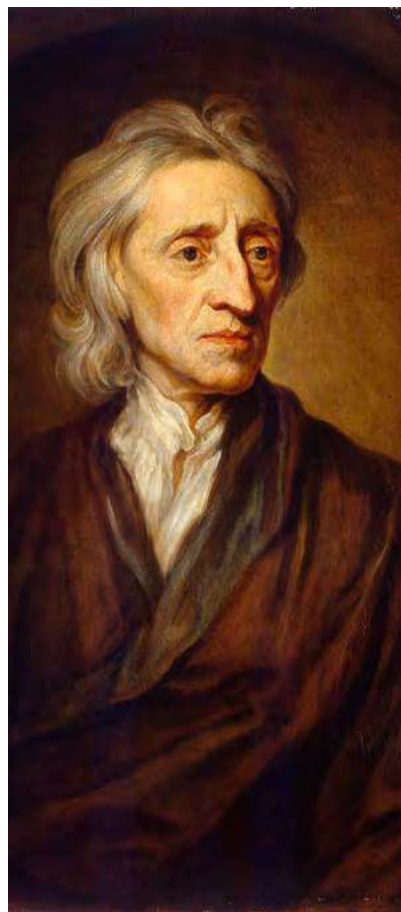
De Leibniz, Kołakowski dice que fue el último europeo que lo sabía todo. Efectivamente, absorbió toda la cultura espiritual de su época y fue creativo en todas las disciplinas que dominaba: las matemáticas y la física, la filosofía y la teología, la jurisprudencia y la geología. Su mente genial enriquecía cuanto tocaba. Leibniz plantea su famosa pregunta: “¿Por qué hay algo en lugar de nada? Pues la nada es más simple y más fácil que algo”. Como es natural, se presenta la siguiente pregunta: si el *sino* del universo y de cada una de sus partículas está determinado hasta el último detalle y de antemano en una armonía preestablecida, ¿es lícito sostener sin incurrir en contradicción que el hombre posee el libre albedrío? ¿Imitando a los epicúreos, se debería afirmar que, si existe tanto mal y tanto sufrimiento, Dios es malo o bien es impotente, o bien es malo e impotente al mismo tiempo?

Luego nos acerca a Blaise Pascal. Su pensamiento giraba alrededor de dos materias incompatibles, aunque no contradictorias desde el punto de vista de la lógica. Una era la matemática y la física teórica, la otra, la fe y el destino. Esto es la fe, el asunto más importante de nuestra vida, ya que las demostraciones matemáticas no nos ayudan en la angustia



Gottfried Wilhelm Leibniz. Pintura de Bernhard Christoph Francke, circa 1965.

Dios posee una infinidad de atributos de los que nosotros no conocemos más que dos: la extensión y el pensamiento.



John Locke. Pintura de Godfrey Kneller, s/f.

¿Qué nos da derecho a afirmar y a dar por seguro que existen objetos independientes de nosotros, cuyos reflejos son los contenidos de nuestras percepciones?

ni en la desgracia. Dice Pascal que la gente no piensa en lo que más le afecta. La gente, en su afán por olvidar, se refugia en toda clase de diversiones; la vida se convierte en una diversión, en una huida, y cualquier excusa es buena para no afrontar el problema fundamental, pero por voluntad propia no podemos hacer nada para conseguir la salvación. Sin embargo, ¿acaso no es contrario a la razón que Dios condene a los hombres a un suplicio eterno por algo que no ha podido evitar y que mande al infierno, incluso, a los recién nacidos si mueren antes de haber sido bautizados? Sostiene que las virtudes naturales no cuentan para la salvación. ¿Esto quiere decir que si lo único que importa es la salvación, da igual cómo vivamos?

John Locke es considerado merecidamente uno de los pilares del pensamiento del siglo de las Luces. Se planteó preguntas nada nuevas: ¿cuáles son los límites de nuestro conocimiento?, ¿qué podemos saber a ciencia cierta?, ¿qué es sólo probable y qué es imposible de saber? En su opinión, estos límites son estrechos. Locke se ha convertido en un clásico de la democracia moderna. Si su tesis es que no hay ideas innatas y que la mente de cada uno de nosotros es al principio como una hoja en blanco, entonces constituyó una prueba de que todos los hombres son iguales por naturaleza, lo cual evidentemente tuvo importantes consecuencias políticas.

¿Debemos concluir que, a la luz de este hecho, la idea de igualdad no tiene fundamento alguno? Si la única fuente de los conocimientos son los contenidos de las percepciones, ¿qué nos da derecho a afirmar y a dar por seguro que existen objetos independientes de nosotros, cuyos reflejos son los contenidos de nuestras percepciones?

Thomas Hobbes intentaba convencernos de que, siendo los seres humanos como son, la forma de estado más perfecta es la dictadura despótica de un individuo. Si Dios existe, entonces es un ser corpóreo, porque no hay ninguno que no lo sea. No pudo haber creado el mundo a partir de la nada, porque esto se opone a las leyes de la naturaleza. ¿Qué hacer para que la religión no sembrara la discordia ni provocara guerras, sino que sirviera a la causa de la paz y de la seguridad?

Las preguntas filosóficas (V)

PARA CONTINUAR CON LOS comentarios del libro de Leszek Kołakowski, en esta ocasión se hace una reflexión sobre las preguntas de los filósofos David Hume, Immanuel Kant, George Wilhelm Friedrich Hegel, Arthur Schopenhauer y Soren Kierkegaard.

La razón era lo contrario de la autoridad, de la tradición y de la sumisión o la pereza intelectuales, e imponía la obligación de ponerlo todo en tela de juicio. Tal vez David Hume fuera el más refinado portavoz del Siglo de las Luces; lo filosófico. ¿Cuál es el origen de las supersticiones? ¿Merecen confianza, y en qué medida, también los mensajes de la religión? ¿Cómo nace la idea de Dios? ¿De dónde proviene la fe? ¿Qué es exactamente la fe? Para Hume, el concepto de la verdad en sí es una fantasía superflua. ¿Podemos vivir tranquilos con esta convicción?

Immanuel Kant. ¿En qué consiste el problema de Kant? ¿Qué preguntas plantea el gran Kant? La más general es la misma que había atormentado a muchos: ¿De qué es y de qué no es capaz la razón humana y cuáles son sus pretensiones y sus límites? Kant elaboró una teoría de juicios “sintéticos *a priori*”, es decir, aquellos que nos dicen algo acerca del mundo al tiempo que son necesarios, universales y siempre verdaderos. El espacio y el tiempo no son entidades autónomas, sino productos de la mente humana, formas necesarias de nuestra experiencia. Kant opinaba que las ciencias naturales modernas, la física de Galileo y de Newton, así como la geometría y la aritmética, deben a estas formas su carácter necesariamente veraz. Kant impugna todas las pruebas de la existencia de Dios y demuestra su invalidez.

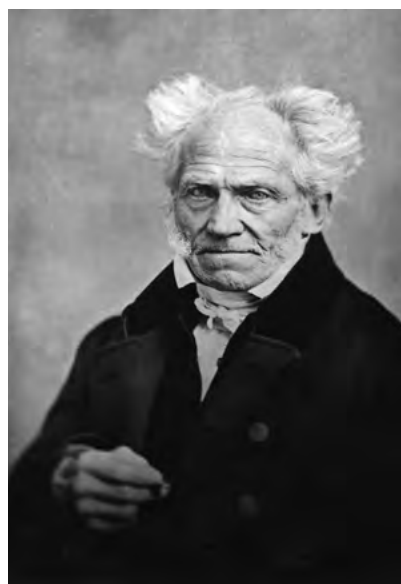
Y si realmente se trata de juicios sintéticos *a priori*, como quiere Kant, ¿a qué se refiere exactamente? ¿Al tiempo? ¿Al espacio? Y si pienso mentir y faltar a mi palabra cuanto me dé la gana, haciéndolo, ¿pecaré contra la razón y caeré en una contradicción interna? ¿Es verdad que nuestra experiencia siempre y necesariamente contiene un elemento conceptual?

George Wilhelm Friedrich Hegel. La obra de Hegel es una historia de Dios o, más exactamente, una historia del espíritu absoluto. ¿De qué le sirve a Dios el mundo creado si



George Wilhelm Friedrich Hegel. Pintura de Lazarus Gottlieb Sichling, s/f.

¿Cuál es el origen de las supersticiones? ¿Merecen confianza, y en qué medida, también los mensajes de la religión? ¿Cómo nace la idea de Dios? ¿De dónde proviene la fe?



Arthur Schopenhauer Johann Schäfer, 1859.

Nuestra experiencia más importante de la voluntad es la voluntad de subsistir, de vivir. No hay salvación posible en esta vida, ni mucho menos en la eterna. ¿Para qué vivir, pues?

¿Es un absoluto auto suficiente? Por otra parte, plantea que la forma de la vida colectiva más idónea para la realización de las tareas del espíritu es el Estado; éste encarna el destino histórico y es dentro de su marco donde debe producirse la reconciliación del individuo con la colectividad. ¿Con qué criterios vamos a valorar el progreso de la historia si renunciamos a hacer cualquier referencia al bien y al mal moral? Y si hay criterios para valorar el progreso, ¿es justo afirmar que la historia de la humanidad es realmente un progreso? ¿Es lícito, pues, afirmar que sería más prudente renunciar a recurrir a la voluntad de la mayoría?

Ahora, Arthur Schopenhauer. Él escribió una obra con el inquietante título *El mundo como voluntad y representación*. Pero, “¿mundo como voluntad?” En esta doctrina, Dios, el alma y el libre albedrío son los grandes ausentes en el mundo y, por lo tanto, también en la vida y en el comportamiento del hombre; todo está sometido a una implacable necesidad. Nuestra experiencia más importante de la voluntad es la voluntad de subsistir, la voluntad de vivir. Es decir, que no hay salvación posible en esta vida, ni mucho menos en la eterna. ¿Para qué vivir, pues? ¿De veras podemos comprender qué es esa voluntad, una voluntad de nadie que no aspira a nada, aunque lo rige todo y que no obedece a ninguna razón? ¿Qué experiencia podría empujarnos a creer en una voluntad vacía al tiempo que todopoderosa?

Y sigue con Soren Kierkegaard. A él se le considera el creador del existencialismo o de la filosofía existencial del siglo *XX*. Ser un cristiano objetivo, definirse en relación con la institución, es ser pagano. La institución de la Iglesia, tal como la conoció Kierkegaard, era la negación de la fe. Para él, la Iglesia luterana no era el recinto de la fe ni la sede de la palabra de Dios. Si es cierto —como afirma Kierkegaard— que en cada caso individual la fe es un don de Dios y no de la gente ni de la historia, ¿se desprende de ello que la Iglesia es innecesaria para la religión? ¿Es posible sostener sin caer en una contradicción que algo es verdad, pero lo es sólo para mí? ¿Es posible afirmar sin contradecirse que Dios es ignoto y que debemos venerarlo?

Las preguntas filosóficas (VI)

HARÉ LOS ÚLTIMOS COMENTARIOS al libro *Las preguntas de los grandes filósofos*, de Leszek Kołakowski. En este texto, el autor hace una travesía que abarca a 30 grandes filósofos en relación con los cuestionamientos que nos dejaron. En los anteriores artículos escribí sobre las preguntas correspondientes a 24 de ellos. En esta ocasión, dejaremos las interrogantes de los últimos seis: Friedrich Wilhelm Nietzsche, Henri Bergson, Edmund Husserl, Martin Heidegger, Karl Jaspers y Plotino.

Empecemos con Friedrich Nietzsche, el propagador del nihilismo. En su pensamiento no hay lugar ni para Dios, ni para la fe en que el mundo tiene algún sentido, ni para el respeto por la distinción cristiana. ¿Y cómo es el mundo? Lo único que existe es un caos irracional sin rumbo. La frase más famosa de Nietzsche, en voz de Zaratustra: “Dios ha muerto”. Se refiere a que el mundo, cohesionado por la tradición cristiana, había dejado de existir, ya que el cinismo, la falta de fe, la atrofia de la compasión y el rechazo del amor al prójimo pasaron a ser dominantes.

He aquí algunas de las preguntas: ¿podemos darle algún sentido a la vida y vivir con la sensación de que vivir vale la pena? Según Nietzsche, el cristianismo es la religión de la debilidad humana y del miedo, es la enemiga de la vida y del vigor. ¿Puede considerarse la impugnación de esta tesis el hecho de que el cristianismo haya sido el gran vencedor de la historia y haya consolidado su dominio en vastos territorios del mundo?

Continuamos con Henri Bergson. Su punto de arranque teórico es la percepción del tiempo y del movimiento. El tiempo es la realidad que cada uno de nosotros experimenta de la manera más directa, aunque no reflexionemos sobre esa vivencia. Después de todo, la única realidad es el presente, que es una realidad psíquica. La materia y la creación se niegan mutuamente. Dios no pudo poner en marcha el proceso vital sin hacer uso de la materia. Si Dios tiene el poder de crear seres racionales e incorpóreos, como aquellos en los que nosotros nos convertiremos después de morir, ¿por qué no nos hizo así desde un principio en vez de exponernos a los sufrimientos físicos?



Friedrich Nietzsche, a los 17 años, en Naumburgo, Alemania.

El tiempo es la realidad que cada uno de nosotros experimenta de la manera más directa, aunque no reflexionemos sobre esa vivencia. Después de todo, la única realidad es el presente.



Edmund Husserl, circa 1900.
Autor sin identificar.

¿Podemos defender la tesis de que las cosas son como las describimos y que, por ejemplo, la luna que veo es la misma que la que he visto hace un minuto?

El propósito de Edmund Husserl era cartesiano: determinar qué sabemos a ciencia cierta y qué sabemos sólo al parecer y, por consiguiente, distinguir lo verdaderamente real, repleto de existencia a la par que necesario, de los productos de nuestra imaginación y las cosas que creemos de buena fe. ¿Es lícito afirmar que el mundo está construido así y no de otra manera? ¿Podemos defender la tesis de que las cosas son como las describimos y que, por ejemplo, la luna que veo es la misma que la que he visto hace un minuto? Según Husserl, la ciencia se encoge de hombros ante preguntas de este tipo que no le ayudan en absoluto en su tarea.

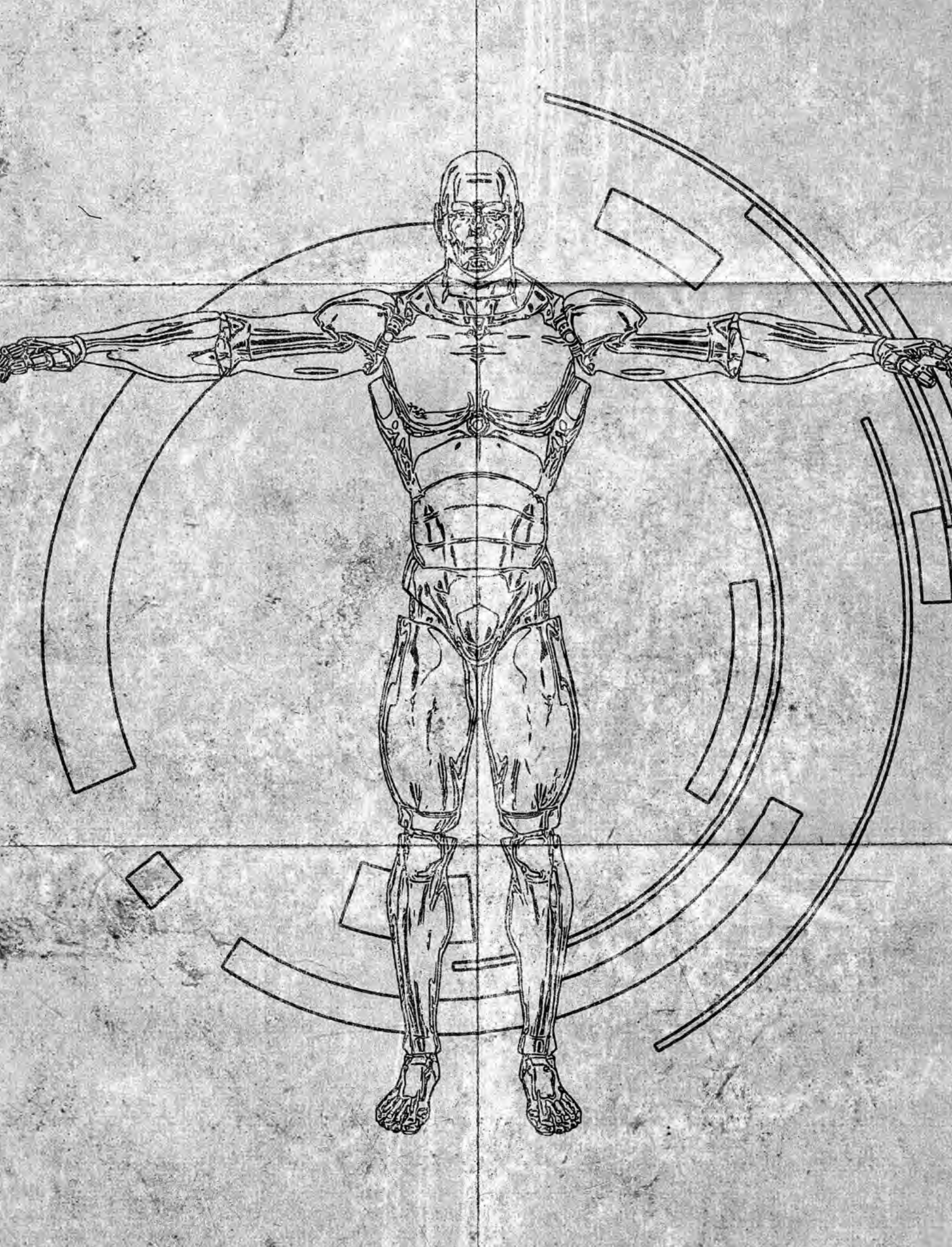
Martin Heidegger fue un eminente conocedor de la filosofía. Sostiene que toda la historia de la metafísica europea es la pérdida gradual de la intuición, que somos una civilización que necesita cada vez menos el contacto con el ser. ¿Qué significa *ser*? El ser no es Dios. Si Dios existe, es un ser particular y no el *ser*. Y sólo disponiendo de la experiencia de la nada podemos plantearnos la pregunta fundamental que Heidegger heredó de Leibniz: “¿Por qué hay algo en lugar de nada?”. ¿Por qué, pues, la virtud superior debe ser la autenticidad y no, pongamos por caso, la ayuda al prójimo?

Según Karl Jaspers, el mundo que conocemos gracias a la experiencia y a las investigaciones científicas no es autosuficiente y no se explica por sí solo. ¿Acaso se le impone a nuestra mente la necesidad de admitir que existe un Dios que ha obligado al mundo a existir? ¿Es creíble la tesis de que la gente se vuelve mejor y enriquece su condición humana al convencerse de que la vida acaba inevitablemente en una derrota y de que no hay consuelo ni salvación posibles?

Kořakowski señala que finalmente optó por terminar esta serie con el gran creador del neoplatonismo: Plotino. ¿Cómo y basándonos en qué fundamento podemos saber que todo lo que nos rodea, cualquier realidad física espiritual, tiene origen en un solo ser del que todo depende y que a su vez no depende de nada? Otra pregunta es la siguiente: suponiendo que realmente haya buenos motivos para afirmar que todo lo que existe tiene una sola fuente, ¿es esto suficiente para sostener, además, que el Uno es el bien?

IV.

Personajes y disruptores



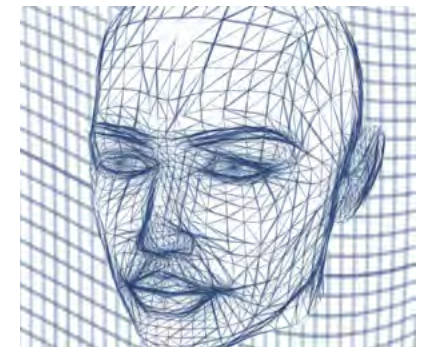
De la ficción a la realidad, o las tecnologías disruptivas ya nos rebasaron

EN EL LIBRO *LA FÍSICA DEL FUTURO*, Michio Kaku muestra que el futuro no sólo ya nos alcanzó, sino que las tecnologías disruptivas nos obligan a repensar el sentido de nuestra vida frente al permanente e inquietante cambio que aceleradamente padecemos, sobre todo porque a lo largo de la historia de la humanidad, la pericia en el desarrollo y en la habilidad para manejar las herramientas es lo que ha fijado nuestro destino. Cuando se perfeccionaron el arco y la flecha, hace miles de años, se supuso que pudiéramos lanzar proyectiles mucho más lejos que haciéndolo sólo con la mano, aumentando así nuestra eficiencia como cazadores y, por consiguiente, nuestra provisión de alimentos. Hoy esperamos que los avances tecnológicos permitan impulsar el bienestar de la sociedad.

Desde el desierto enclavado entre los ríos Éufrates y Tigris, surgió uno de los primeros imperios construidos con las herramientas forjadas por el hombre. Y ahora estamos a punto de conseguir un nuevo tipo de herramienta más poderosa que cualquier otra que hayamos conocido con anterioridad. Esta vez podremos manejar los propios átomos, a partir de los cuales se ha creado todo. El nobel Richard Smalley ha dicho: “El grandioso sueño de la nanotecnología es poder construir con los átomos como si fueran ladrillos”.

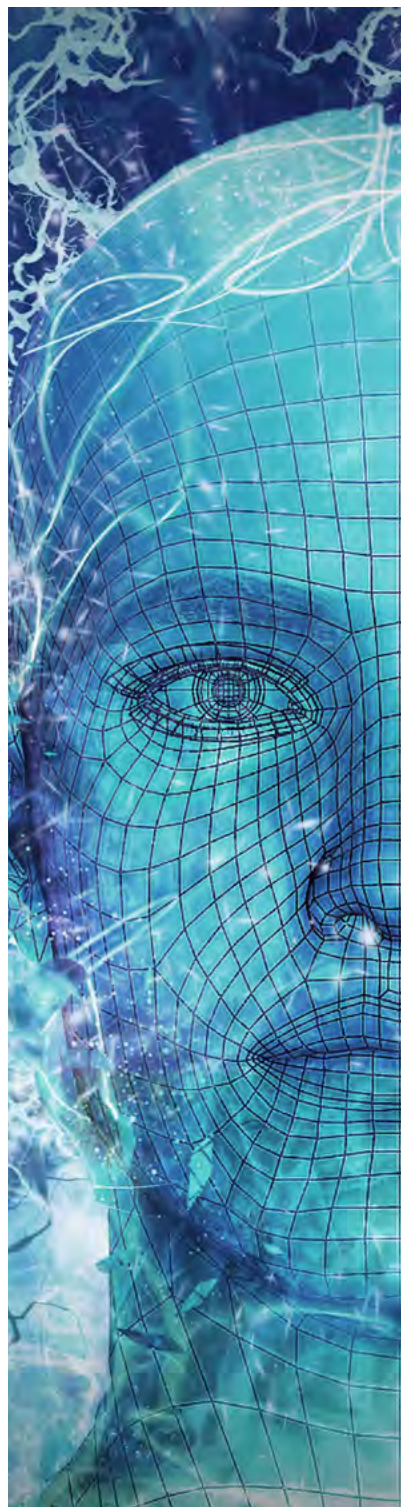
La física clásica, la ciencia que inventó Isaac Newton, aproximadamente en 1686 con Haley discutió el problema del movimiento orbital, mismo que lo llevó a formular sus tres leyes del movimiento. Al aplicar las leyes de Kepler dedujo la Ley de la Gravitación Universal. Con esta ley explicó la caída de los cuerpos y las mareas, así como los movimientos celestes.

Hoy, a 332 años, la física posibilitará en pocos años: automóviles que se conducirán solos; casas inteligentes con chips en todas partes; lentes o gafas con acceso a internet; que los cirujanos ya no corten la piel, haciendo que la cirugía no invasiva sea la norma; los robots modulares revisarán y supervisarán la infraestructura y harán las reparaciones



Cabeza en trazo. Dibujo de Gerd Altmann, 2015.

A lo largo de la historia de la humanidad, la pericia en el desarrollo y en la habilidad para manejar las herramientas es lo que ha fijado nuestro destino.



Ciencia y tecnología. Composición digital de Pete Linforth, 2018.

necesarias; las micro máquinas serán más pequeñas que un punto. Los endoscopios serán más finos que un hilo; tendremos robots *chefs*: El cocinero de Aisei; pero no hay todavía doncellas y mayordomos robóticos; crearán robots con inteligencia humana. Ray Kurzweil predijo que en este 2019 un ordenador personal de mil dólares tendría tanto poder como un cerebro humano y que en el 2029 el ordenador de mil dólares será más potente que el cerebro humano.

Aunque la nanotecnología es una ciencia muy joven, hay un aspecto de esta ciencia que está empezando ahora a afectar a las vidas de todos nosotros y ya ha creado una lucrativa industria que factura millones de dólares en el mundo: la industria de los sistemas micro electromagnéticos. En esta industria están incluidos todo tipo de productos, desde cartuchos de inyección de tinta, sensores de *airbags* y pantallas luminosas, hasta giroscopios para coches y aviones.

En pocos años, en vez de contratar un camión para que trasladara el mobiliario y los electrodomésticos nuevos, podemos simplemente descargar de internet los correspondientes programas informáticos y reciclar nuestros viejos aparatos. Gracias a la materia programable, la renovación de las casas dejará de ser una tarea penosa. En la cocina, la renovación de baldosas y azulejos, encimera, aparatos y armarios se haría sencillamente pulsando un botón.

Cuando Gutenberg inventó la imprenta con tipos móviles, hizo posible la existencia del “libro personal”, de tal manera que una persona podía poseer un libro que contenía todo el conocimiento escrito en cientos de papiros. Antes de Gutemberg sólo había unos 30 mil libros en Europa. En 1500 había 9 millones de libros, lo cual avivó un intenso fermento intelectual y estimuló la llegada de la era conocida como Renacimiento.

¿Qué oficios surgirán a mediados del siglo XXI? Con la evolución de la tecnología, ¿cómo cambiará el modo en que trabajamos? Los empleos que sobrevivirán en el futuro serán, ante todo, aquellos cuyas tareas ningún robot pueda realizar, como, por ejemplo, las que requieren las dos facultades mencionadas.

Muchos ignoran los enormes desafíos con los que nos vamos a enfrentar en el futuro. El propósito del libro de Kaku

es ayudar a iniciar el debate que determinará cómo se va a desarrollar este siglo.

Elon Musk: PayPal, Tesla, Sola City, SpaceX

EL LIBRO DE ASHLEE VANCE, *Elon Musk. El creador de Tesla, Paypal y SpaceX que anticipa el futuro*, presenta una mirada a la vida de uno de los empresarios más atrevidos y exitosos del siglo XXI. La vida de Musk, en cierto sentido, ha sido una locura. Walter Isaacson, periodista y escritor, en la biografía que escribe sobre Steve Jobs, cita al magnate estadounidense: “Este es un homenaje a los locos. A los inadaptados. A los rebeldes. A los alborotadores. A las fichas redondas en los huecos cuadrados. A los que ven las cosas de forma diferente. A ellos no les gustan las reglas y no sienten ningún respeto por el *statu quo*. Puedes citarlos, discrepar de ellos, glorificarlos o vilipendiarlos. Casi lo único que no puedes hacer es ignorarlos. Porque ellos cambian las cosas. Son los que hacen avanzar al género humano. Y aunque algunos los vean como a locos, nosotros vemos su genio. Porque las personas que están lo suficientemente locas como para pensar que pueden cambiar el mundo... son quienes lo cambian”. Musk es de esos.

Hablando de locura, Giorgio Colli, en su libro *El nacimiento de la filosofía*, sostiene que: “Los bienes más grandes llegan a nosotros a través de la locura”. En suma, que la locura es la fuente de la sabiduría. El autor Ashlee Vance dice que la determinación es una cualidad que Musk tiene en la mayor estima. Que cuando se apasiona con algo, lo hace con mayor fuerza que los demás. Elon cree que tal vez haya heredado de su abuelo su inusual tolerancia al riesgo. Desde muy pequeño parecía tener siempre un libro entre las manos. “No era nada raro que leyera diez horas diarias —dice Kimbal, su hermano—. Los fines de semana podía leer dos libros al día”. Para Elon no existe la palabra “no”. Para él es así: triunfar o morir, pero jamás rendirse.

En el texto, Vance comparte también que Musk es un programador autodidacta. Se creía bastante bueno en todo lo que tenía que ver con la codificación y se asignaba objetivos más ambiciosos. Bruce Leak, un empresario que



Musk y Tesla.
Dibujo de Tabata Ayup de Alba, 2020.

Para Elon no existe la palabra “no”. Para él es así: triunfar o morir, pero jamás rendirse.



Ejercicios aeroespaciales de SpaceX. Foto de Malik Venema.

La estrategia de Musk se caracteriza por meterse en un negocio extremadamente complejo sin dejar que el hecho de ignorar casi todo sobre sus entresijos le provoque la menor preocupación.

contrató a Musk, quedó maravillado con su capacidad para trabajar durante toda la noche: “Tenía una energía sin límites —recuerda Leak—. Hoy, la gente joven no tiene la menor idea sobre *hardware* o sobre cómo funcionan las cosas, pero Musk había sido un *friki* de la informática y no tenía miedo de probar cosas por su cuenta”.

Musk siempre está dispuesto a asumir unos riesgos personales inauditos. Se marca plazos demencialmente ambiciosos para lograr todos sus objetivos. Su estrategia se caracteriza por meterse en un negocio extremadamente complejo sin dejar que el hecho de ignorar casi todo sobre sus entresijos le provoque la menor preocupación. Además, dice que aprendió la lección que tomarse “unas vacaciones te matan”.

Cuando estaba en el proceso de fundar Tesla (compañía estadounidense que diseña, fabrica y vende coches eléctricos), se le recordó que el último intento exitoso para fundar una empresa automovilística en Estados Unidos fue la creación de Chrysler, en 1925. Sin embargo, él siguió con su propósito... Tesla seguiría los pasos de todas las empresas emergentes en Silicón Valley: contrataría a un grupo de jóvenes ingenieros con ansias de triunfar y resolvería los problemas a medida que se fueran presentando. Antes había hecho crecer a SpaceX, empresa estadounidense de transporte aeroespacial fundada en 2002 por Musk quien, como se señaló, también es cofundador de PayPal y fundador de Tesla Motors, SolarCity y Hyperloop, en entornos similares.

A Elon, cuanto peor se le ponen las cosas, más se crece. La gente que ha pasado bastante tiempo con él da fe de su capacidad para absorber información en cantidades increíbles y recordarla casi a la perfección. Al igual que Steve Jobs, es capaz de pensar en cosas que los consumidores ni siquiera sabían que deseaban. Es bastante rico, pero cuando puso en marcha SpaceX, hace más de diez años, tenía un capital mucho menor. Antes era mochilero.

Habla que el sistema educativo no es el adecuado; cualquiera debería tener una formación amplia en ciencias e ingeniería, poseer estudios sobre liderazgo, conocimientos en administración de empresas o al menos saber cómo gestionar y organizar las cosas y conseguir fondos. Cree que la mayoría de la gente no es capaz de hacerlo y eso supone un gran problema. Los ingenieros suelen estar formados en

un área específica. A Musk se le considera el empresario más excéntrico y audaz de su generación.

Musk Manía: Musk dispara una idea revolucionaria tras otra

No dejaremos hasta que todos los coches que circulen por las carreteras sean eléctricos.
—Elon Musk.

SIN DUDA, STEVE JOBS, fundador de Apple, es considerado un innovador legendario y también, como dijera Bill Gates, era un maestro en “hechizar” a sus empleados. Los mantenía motivados y trabajando duro por muchas horas. Era un perfeccionista enfermizo. Por eso, en un buen tiempo se consideró que nadie lo iba a sustituir. Sin embargo, recientemente Elon Musk se está abriendo camino como el innovador y el “hechicero” de talentos de finales de la segunda década del siglo XXI. Este estadounidense, nacido en Sudáfrica, se está transformando en la leyenda de la innovación y el cambio. Es un hombre con una inteligencia y una inventiva capaz de revolucionar el mundo de la tecnología. Una de sus posturas que ha causado más polémica es: “Las máquinas podrán superar a la raza humana”.

Hans van der Loo y Patrick Davidson sostienen, en su libro *Musk Manía. Los 5 principios de Elon Musk*, que “Musk es el Leonardo da Vinci del siglo XXI”. Este convertidor de sueños en realidad, es un generador de olas que marcan tendencias y que están cambiando el mundo, además, es un empresario aventado. Es fundador de Tesla, Paypal, SpaceX y otras grandes compañías. Logra sus sueños porque piensa a lo grande. Se atreve y es perseverante a pesar de los reveses. Deja la ejecución de esos planes en manos de personas que creen en ellos con tanta pasión como él, nadie titubea. Así se hacen los grandes proyectos.

Como dicen Loo y Davidson: “Pero en estos tiempos de transitoriedad, inseguridad y complejidad, hay más necesidad de un movimiento revolucionario que de estabilidad. De líderes que se apresuren a ponerse en marcha



Elon Musk en la reapertura de la antigua planta de NUMMI, ahora Tesla Motors. Fotografía de Steve Jurvetson.

Elon Musk se está abriendo camino como el innovador y el “hechicero” de talentos de finales de la segunda década del siglo XXI.



Elon Musk en la Reunión Anual de Tesla Motors, 2015. Fotografía de Steve Jurvetson.

El fundador de Tesla, Paypal y SpaceX logra sus sueños porque piensa a lo grande. Se atreve y es perseverante a pesar de los reveses.

y no se detengan. De personas que prosperen con las olas del cambio, pero también las generen. Los generadores de olas cambian las normas del juego, ofrecen esperanza, constituyen una fuerza impulsora y son divulgadores. Rompen las estructuras y certidumbres existentes y crean nuevas posibilidades”.

De joven, todavía en Sudáfrica, antes de los 17 años, después de asistir a clases, Musk se encerraba en la librería local. De esa forma, no sólo se aislaba del mundo exterior, sino que se concentraba en la lectura que estimulaba su inteligencia, a tal grado que cualquier persona que le hablaba tenía la impresión de que no los oía. Por ello, sus padres sospechaban que era sordo. Su madre decía: “Se encierra en su cerebro, como si estuviera en otro mundo”. Una característica de Elon es que, gracias a su inteligencia y atención al detalle, siempre consigue llevar la delantera en lo referente a tácticas, estrategias y contingencias. Así mantiene el control de la situación y dispone de amplio espacio de maniobra.

En el libro en comento, los autores señalan que la autonomía de Musk está fuera de toda duda: es obstinado, no teme nadar contra corriente, elige sus objetivos y mantiene las manos libres para poner en práctica esos objetivos como crea oportuno; controla todos los aspectos de su vida y lleva el timón de todo cuanto hace. También posee una gran seguridad en sí mismo. Su fe en sus capacidades y conocimientos es inmensa. Esa fe se basa en sus conocimientos enciclopédicos y su memoria fotográfica.

Otra característica de este gran innovador es que, incluso sin utilizar notas, es capaz de reproducir cada detalle de una conversación o entrevista que tuvo lugar hace varias semanas. Las cosas que no recuerda, pero que considera importantes, las asimila en tiempo récord. Lo que no le interesa lo deja de lado. No teme correr grandes riesgos. No obstante, son riesgos bien calculados. Sobre los *súper jefes*, como Elon, los autores señalan que suelen ser autónomos, poseen una gran seguridad en sí mismos, están totalmente entregados a su visión y muestran una actitud entre competitiva y tolerante. Su cultura de trabajo consiste más en hacer que en hablar. Todo se tiene que hacer de prisa, de prisa. Musk azuza continuamente para que rindan más.

También, los autores resaltan que sus amigos y enemigos coinciden en una cosa: Musk posee una energía extraordinaria. Según su exesposa, Justine, su cuerpo es como un tanque: “Tiene una vitalidad y una resiliencia increíble para el trabajo”. El trabajo nunca está completado y siempre existe la posibilidad de hacerlo de modo más eficaz, más rápido y mejor. No en vano Alejandro Magno constituye un ejemplo para Musk.

Rolando García: la epistemología genética; los sistemas complejos y la investigación interdisciplinaria

UN GRUPO DE INVESTIGADORES de nuestra Universidad me invitó a presentar el libro *¡No está muerto quien pelea! Homenaje a la obra de Rolando García Boutigue*, coordinado por Jorge A. González, del Centro de Investigaciones Interdisciplinarias en Ciencias y Humanidades de la UNAM. Es una obra que cuenta con la participación de 16 autores latinoamericanos y mexicanos de variadas disciplinas: comunicación, historia de la ciencia, antropología, física, psicología, ingeniería, agronomía, sociología, filosofía. Es un excelente libro que se acerca a la obra de un gran científico latinoamericano: Rolando García.

Como lo deja claro Emilia Ferreiro al inicio del libro, el científico argentino Rolando García incursionó en diversas disciplinas científicas y en tareas directivas en la construcción de instituciones científicas, y en la formación de científicos comprometidos. Y, junto con Piaget, legó una nueva disciplina científica: la epistemología genética. Además, dejó huellas en: física de la atmósfera y meteorología, en epistemología y estudios interdisciplinarios (para ello rompió con el empirismo lógico).

En México trabajó en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV) y en la UNAM. En 2006 publicó su libro *Sistemas complejos*. Colaboró en la gestión universitaria y en el desarrollo de políticas científicas con una visión clara: contar con un sistema de ciencia y tecnología que permitiera lograr un desarrollo nacional autónomo. A lo largo de su vida (93 años) mantuvo su congruencia ideológica, su



Cadena genética. Dibujo digital de Thor Deichmann.

Rolando propone que las concepciones del mundo de los investigadores están vinculadas a contextos socio políticos y a su propia historia.



Cadena genética. Dibujo digital de autor anónimo.

***Para el constructivismo,
los grandes cambios
científicos están
asociados a la
emergencia de nuevas
preguntas en contextos
de transformaciones
sociales e ideológicas.***

compromiso social y su enorme capacidad intelectual. La dictadura militar de Argentina lo exilió.

Los tres ejes que componen este libro, y en el que participan diferentes autores, son: la epistemología genética (EG), los sistemas complejos (SC) y la investigación interdisciplinaria (II). La gran propuesta que nos hace Rolando García es la de trabajar en la construcción de comunidades emergentes de investigación y conocimiento. Guiados por la epistemología genética que nos obliga a crear y a poner a prueba conceptos y a generar nuevos conocimientos en beneficio del bienestar de la sociedad. Considero que ésta es una tarea pendiente en las instituciones de educación superior del país.

¿Qué plantea la lectura de este libro? *a)* Pone sobre la mesa la reflexión de la necesidad del estudio de la filosofía por su intervención en la ciencia y en la tecnología y, así, en los procesos de investigación. *b)* La necesidad de tomar en cuenta la influencia de los problemas y de las condiciones sociales en los procesos de investigación. *c)* También evidencia la existencia de una “filosofía espontánea de los científicos”, una filosofía del “sentido común” de los investigadores que, en cierta medida, sobredetermina su quehacer. Esta filosofía espontánea está presente en los investigadores al plantear sus estudios, al formular sus problemas y al asumir las opciones metodológicas. Esta “filosofía espontánea de los científicos” es silenciosa, en el sentido de que, por lo general, se impone a los investigadores.

Rolando propone que las concepciones del mundo de los investigadores están vinculadas a contextos socio políticos y a su propia historia, lo que condiciona las características de las conceptualizaciones y, en consecuencia, las actividades científicas, restringiendo de esta manera las investigaciones. Por todo ello, es imprescindible estudiar la intervención de la concepción del mundo en la actividad de los científicos.

En particular, para el constructivismo, los grandes cambios científicos están asociados a la emergencia de nuevas preguntas en contextos de transformaciones sociales e ideológicas. También se requiere, *d)* Repensar hacia dónde debe ir la investigación. *e)* Reformular nuestras prácticas docentes. *f)* Repensar nuestros posgrados. Y *g)* Particularmente convoca a repensar el doctorado en Ciencias y Humanidades para el Desarrollo Interdisciplinario.

Finalmente, considero que al libro le faltó que ellos compartieran el marco epistémico (ME) común que construyeron en colectivo. Esto es necesario para que los lectores podamos dimensionar los aportes de cada autor. Me parece, pues, que faltó poner sobre la mesa las visiones, principios y valores de cada investigador o investigadora. Sin duda, es un gran libro que invita a repensar nuestro trabajo académico.



Cadena genética. Ilustración digital de autor anónimo.

V.

¿Cómo y dónde irrumpen las ciencias?



▲ La esfera artificial, s/f. Grabado.

De historia y ciencias

HACE UN TIEMPO ESCRIBÍ sobre la alquimia, proceso de constitución de la química que está relacionado con el gran salto científico que, con su tabla periódica, provocó el químico ruso Mendeléiev. A raíz de ello, varios amigos me preguntaron: ¿seguirás escribiendo sobre ese tema? En respuesta, trataré de hacer unos acercamientos a estos temas y presentaré, en algunas exposiciones, unos aspectos de las relaciones que la filosofía mantiene o debería mantener con las ciencias. Lo haré con el afán de apuntar ciertas ideas con respecto a cómo la filosofía puede ser útil a las ciencias y, en consecuencia, a los científicos.

Para lograr lo anterior, necesariamente estoy obligado a abordar, en parte, la cuestión de la historia de las ciencias, intentando tener siempre presente lo que sostiene Raymond Pierre en su libro *La historia y las ciencias*: “No existe historia sin la articulación efectiva de un sector de desarrollo con respecto a los demás sectores sociales”, por lo que no debemos contentarnos con hacer una simple presentación o descripción de la producción de los resultados teóricos (los productos de la práctica de los científicos), olvidando las condiciones económicas, políticas, ideológicas y sociales que se relacionan con la generación del conocimiento científico, es decir, de las condiciones históricas concretas en las que fueron producidos y de los problemas surgidos en ese proceso de producción teórico.

El funcionamiento efectivo de la producción del conocimiento científico, del cómo se produce la ciencia, del cómo se constituye, no puede ser explicado sólo mediante una descripción de las fuerzas de producción científica. Esto es, las fuerzas que resultan de la combinación de los elementos del proceso de trabajo, olvidándose de las relaciones de producción, las que están formadas por las relaciones técnicas y las relaciones sociales de la producción; todo influye en el proceso de elaboración del conocimiento. Dicho de otra forma, las condiciones socioeconómico, geográficas, culturales y políticas influyen en desarrollo de una región, así como en la generación del conocimiento científico.



Tabla periódica de los elementos. Fotografía de autor anónimo.

El funcionamiento efectivo de la producción del conocimiento científico no puede ser explicado sólo mediante una descripción de las fuerzas de producción científica.

Las condiciones socioeconómico, geográficas, culturales y políticas influyen en la generación del conocimiento científico.



A circle of winds, s/f. Grabado.

Esto nos lleva a preguntarnos: ¿dónde surgió y por qué la primera civilización?, ¿dónde la humanidad produjo los primeros conocimientos que son base para la constitución de la primera ciencia, esto es, la matemática? En Mesopotamia, donde vivieron los sumerios, los acadios, los asirios y los babilonios, se dio el principio de la aventura civilizatoria. Con los inicios de la agricultura, la domesticación de los animales y las construcciones con material duro crearon un conjunto de ciudades-estado, cuya economía se basaba en el regadío y en los principios del Estado, de la ley, de la religión, de la escritura, del alfabeto, de la literatura, del monoteísmo.

¿Por qué aquí y no en otra parte del mundo? La primera civilización no nació donde la tierra era demasiado rica y generosa, dice Ikram Antaki. La agricultura, el arado, la ganadería fueron inventados ahí, donde la tierra tuvo que ser forzada. En una geografía difícil. Otra condición consiste en tener las puertas abiertas, en pasear y recibir, en aprender de los demás. Y, sin duda, debe haber un excedente; con este excedente, aquel que produce alimenta a aquel que no produce, para que este último pueda dedicarse a pintar, a esculpir, a tocar música, a escribir o a hacer ciencia. En suma, se hace civilización forzando a la naturaleza, pero si se le fuerza demasiado, se le destruye. Se logra apreciando los fracasos y éxitos anteriores, sistematizando la situación de las dificultades surgidas y una utilización óptima de los medios humanos y materiales.

Por otra parte, cabe aclarar que la explicación de dichas condiciones no basta, ésta debe completarse con las ventajas teóricas que proporciona la sensibilidad política frente a las transformaciones que todo periodo histórico hace posible y frente a las dificultades que encuentra en la lucha de clases; transformaciones y dificultades que las clases explotadas están en inmejorables condiciones de discernir.

Como esta exposición tiene un carácter introductorio con respecto a la problemática que trataré en los siguientes artículos, el método que seguiremos consiste en lo siguiente: mediante análisis empíricos, intentaremos mostrar que la relación de la filosofía con las ciencias constituye la determinación específica de la filosofía.

Primero fue la matemática

UBICÁNDONOS EN EL DESARROLLO histórico de la ciencia, lo primero que vamos a intentar precisar es dónde se genera por primera vez el conocimiento científico, el que la humanidad conoce en la actualidad. La pregunta es: ¿cuál es el primer continente del conocimiento que se constituye en ciencia? El primer continente científico lo fue la matemática. Se impulsó para lograr la satisfacción de sus necesidades. El hombre después de haber sido nómada, pasó a ser sedentario y de esa condición tuvo necesidad de habitar aquellos lugares que le permitieron cultivar la tierra para hacerse de sus alimentos y sobrevivir. Así encontramos que el ser humano habitó principalmente los lugares a las orillas de los ríos.

Un ejemplo lo hallamos en la cultura de la región de la antigua Mesopotamia, que se extiende entre los ríos Tigris y Éufrates, o más concretamente, en lo que hoy es la República de Irak. En esa región, a finales del siglo XIX, los arqueólogos comenzaron a excavar en los terrenos sedimentados sobre una antigua ciudad de Mesopotamia. Las excavaciones han revelado, entre otras evidencias que corresponden a las espléndidas civilizaciones antiguas, cientos y cientos de tablillas de arcilla con signos de escritura en sus caras.

Hoy disponemos de unas 480 tablillas y fragmentos de otros con textos matemáticos. La escritura que contienen ha sido llamada cuneiforme (forma de cuña), ya que los signos están compuestos por trazos simples, semejantes a cuñas. La mayor parte de las tablillas datan de un par de siglos alrededor de 1700 a. C.; los demás pertenecen a los tres últimos siglos anteriores a nuestra era. Con los textos de las tablillas disponibles no es posible determinar, en su justa dimensión, las matemáticas babilónicas. Sin embargo, existen algunas tablillas muy antiguas que muestran el sistema numérico babilónico en sus primeros pasos, y es posible apreciar en textos más recientes una preferencia por ejemplos numéricos más elaborados. Tal parece que la creación de las matemáticas babilónicas fue obra de corto tiempo, pero que a ese breve periodo de veloz crecimiento sucedió una larga etapa de estancamiento.



Papiro matemático de Rhind, circa 1550 a. C.

El primer continente científico lo fue la matemática. Se impulsó para lograr la satisfacción de las necesidades del ser humano.



Tablilla de arcilla durante el reinado de Amenhotep IV (ca. 1352-1336 a. C.), de la cultura egipcia.

Existen algunas tablillas muy antiguas que muestran el sistema numérico babilónico en sus primeros pasos.

A continuación, daremos una breve descripción del contenido de las matemáticas babilónicas. En cuanto al álgebra, sabían resolver ecuaciones de primero y segundo grado, y algunas ecuaciones de tercer grado. Entre los conocimientos geométricos de los babilonios resalta, en primer lugar, el llamado Teorema de Pitágoras, que utilizaban libremente; el descubrimiento de este teorema tuvo lugar, por lo tanto, unos mil 500 años antes del nacimiento de Pitágoras. Poseían, además, fórmulas correctas para el cálculo de áreas de figuras geométricas sencillas, tales como triángulos y trapecios, pero sus fórmulas para calcular el área del círculo y la longitud de una circunferencia fueron deficientes porque sus aproximaciones al valor de π fueron insuficientes. Y para el cálculo del volumen de algunos sólidos tenían varias fórmulas, aunque algunas de ellas eran incorrectas. Finalmente, mencionaremos que conocían los números pitagóricos, lo cual muestra el alto nivel académico alcanzado por los babilonios.

Es oportuno, ahora, echar una mirada al estado del conocimiento matemático en la otra gran cultura contemporánea, la egipcia. Se conservan dos papiros matemáticos: el Papiro Rhind y el Papiro Moscow, que nos brindan una idea del carácter y el contenido de las matemáticas egipcias. Resulta una sorpresa desagradable saber que, contra todas las leyendas, las matemáticas egipcias nunca consiguieron alcanzar sino un nivel elementalísimo. Si leemos correctamente los textos, comprobaremos que los egipcios poseían casi los mismos conocimientos geométricos que los babilonios, pero con una gran excepción: el Teorema de Pitágoras. Ni siquiera para la creencia tan común y tan frecuentemente repetida de que los egipcios conocían el triángulo rectángulo de lado 3, 4 y 5 hay fundamento alguno con los textos disponibles. Fuera de la geometría, los egipcios no fueron capaces de ir más allá de una aritmética elemental.

Tan deficiente desarrollo fue causado, sin duda alguna, por el desafortunado concepto de “fracción” que imperaba entre los egipcios. No nos sorprende que las sumas y multiplicaciones, simples trivialidades para los babilonios, constituyeran problemas de gran complejidad para los egipcios. Así empezó la matemática.

La arquitectura se originó a la par de la matemática

CUANDO PARTICIPÉ EN EL Seminario de Cultura Mexicana hubo una conferencia sobre el arte de la albañilería, la cual fue presentada por Felipe Leal, autor del libro que comenté junto con Adriana Cerecero: *La arquitectura*. En su pequeño texto comparte una cita de Octavio Paz: “La arquitectura nos hace sentir y pensar el espacio, los espacios, es materia vuelta forma y forma vuelta pensamiento. También es tiempo, historia. La arquitectura es sabiduría”.

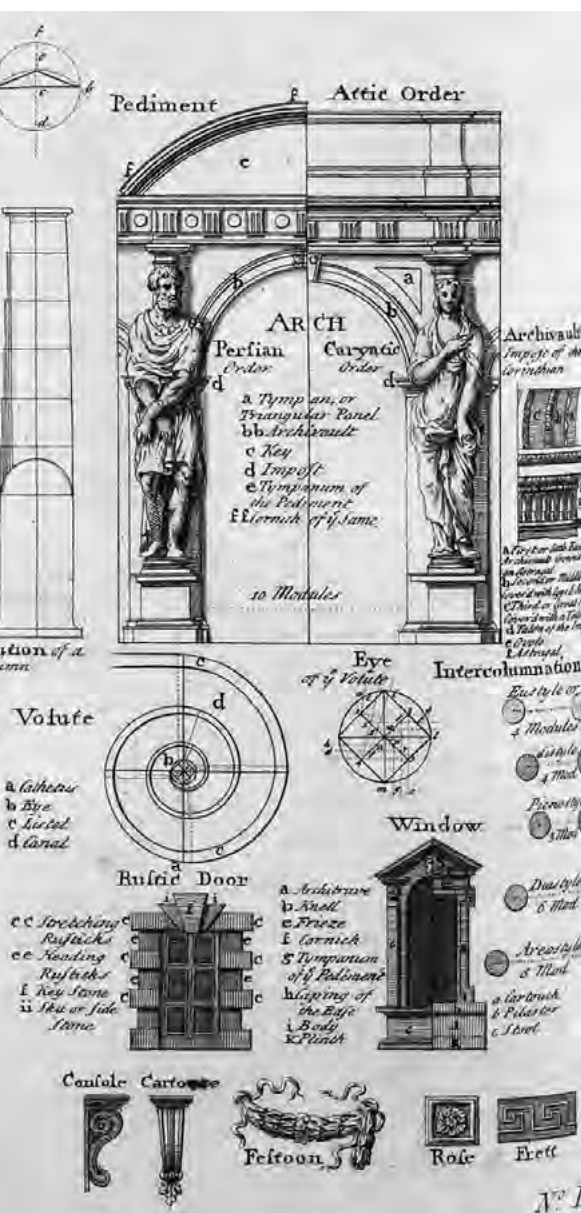
El autor, en más o menos 50 páginas, nos perfila una magistral síntesis sobre la arquitectura, ni el más mínimo párrafo tiene desperdicio. Nos enseña que no se requiere un texto de muchas páginas para ofrecernos una visión fresca del quehacer arquitectónico. Nos dice, en pocas palabras, en qué gravita la función de la arquitectura, la significación que este arte y técnica ha tenido a lo largo de la historia, las insondables representaciones que simboliza y, sobre todo, nos participa la trascendencia del manejo y la creación del espacio en el más amplio sentido.

Aunque la arquitectura y el urbanismo de los babilonios y los egipcios es diferente a la de los griegos y romanos porque la vida civil de los últimos da paso a la constitución de las ciudades, dada la efervescencia de la vida política y social de esos pueblos. Sin embargo, los primeros, aunque no poseían una noción de número, sí tenían una cierta capacidad para estimar tamaños y magnitudes, necesarios para el desarrollo de la arquitectura. En cierta medida, el nacimiento de la arquitectura está asociado con el desarrollo de la matemática. En Egipto, por ejemplo, desde el milenio V a. C. ya se representaban pictóricamente diseños espaciales geométricos. También se sostienen que los monumentos megalíticos en Inglaterra y Escocia contienen ideas geométricas como círculos, elipses y ternas pitagóricas en su conformación. En las calles de las ciudades y en las pirámides podemos encontrar ángulos rectos perfectos, entre otras figuras geométricas, lo que muestra que la matemática y la arquitectura se originaron a la par.



Detalle de Tabla de arquitectura, 1728.

La arquitectura evidencia la estructura de una sociedad y su orden espacial de manera nítida, contundente.



Detalle de Tabla de arquitectura, 1728.

La arquitectura expone cultura, tradiciones y condiciones de vida anteriores.

Leal sostiene que la arquitectura es un hecho cultural, una de las disciplinas más complejas de la creación humana, debido al vasto conjunto de conocimientos, saberes y sensibilidades que se requieren para su realización. Es una de las manifestaciones más evidentes para conocer, acercarse al entendimiento de las civilizaciones y una prueba fehaciente de la memoria material de los pueblos. La arquitectura evidencia la estructura de una sociedad y su orden espacial de manera nítida, contundente. No podemos estudiar la configuración y las formas de organización de una sociedad sin reconocer el papel de la arquitectura en la historia del mundo en la conformación de las ciudades. La arquitectura expone cultura, tradiciones y condiciones de vida anteriores.

Como dice el autor: “La arquitectura es un organismo vivo, es el lugar donde pasamos y celebramos la vida, evoluciona como la vida misma. El espacio, el medio físico que habitamos, en él se sitúan los cuerpos y los movimientos de toda índole, y generalmente se caracteriza como algo continuo, tridimensional e ilimitado”. Desde que la humanidad se enfrentó a la necesidad de contar con abrigo, la arquitectura es la que nos ha permitido configurar espacios para tener los refugios para resguardarnos.

El espacio nos contiene, genera una atmósfera, nos envuelve y condiciona la forma de nuestro actuar. Esto es posible por la configuración del espacio gracias a la geometría, a la matemática. Sin los números, los volúmenes y las formas geométricas, la arquitectura no lograría la conformación del espacio. Como lo resalta el arquitecto y urbanista: “El elemento principal de la arquitectura es el espacio, y lo que da forma al espacio es el volumen; este último es precisamente el que lo delimita y define, es su forma y expresión material”.

La arquitectura es un oficio. Por ello, una disciplina que se aprende día a día y con el paso del tiempo, cuando se domina un oficio con destreza, se convierte en arte. Por eso la buena arquitectura supera la simple utilidad, su último y más digno objetivo es lograr la armonía, así como una adecuada proporción del espacio y sus volúmenes, se propone despertar la emoción y lograr la belleza. Finalmente, este pequeño ensayo, como dice Francisco Tovar, “concreta una abstracción espacial siempre en movimiento”.

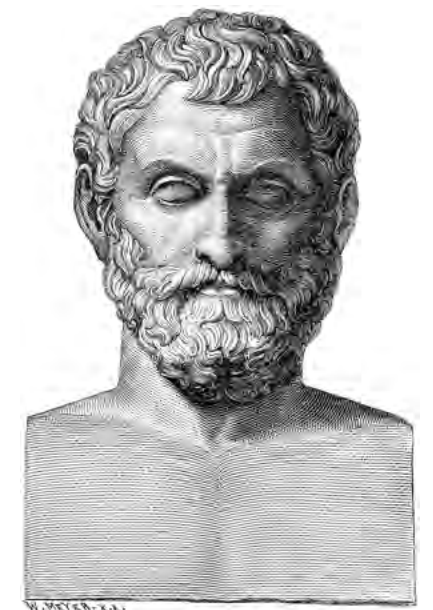
Las matemáticas griegas

NUESTRA APRECIACIÓN DE LAS MATEMÁTICAS griegas se sustenta, fundamentalmente, en los trabajos que han perdurado de Euclides, Arquímedes y Apolonio. Estos matemáticos vivieron en un periodo de unos 100 años: Euclides, alrededor del 300 a. C.; Arquímedes, del 287 al 212 a. C., y Apolonio, por el 200 a. C. Ya para estos tiempos la influencia política griega había desaparecido. El redescubrimiento de las matemáticas babilónicas, hace apenas unas décadas, no solamente aumentó considerablemente nuestro conocimiento del pasado, sino que nos obligó a reevaluarlas.

Hoy sabemos, por una parte, que los matemáticos griegos recibieron como herederos de sus precursores babilónicos un tesoro de conocimientos y, por la otra, que todo lo que antes se consideraba un producto de la decadencia de las matemáticas griegas, no era, de hecho, sino la continuación directa de la antigua tradición oriental. Entonces, ¿cuál fue la contribución de los griegos a la matemática? Fueron ellos los que dieron al enunciado y demostración de los teoremas, el importante papel que aún conservan y que transformó el conocimiento matemático de cientos de años en ciencia.

¿Qué realizaciones matemáticas hubo antes de Euclides? El historiador Heródoto sostiene que fue Tales de Mileto quien a principios del siglo VI a. C. llevó desde Egipto las matemáticas a Grecia, y dio a esas matemáticas una característica que aún conservan desde la antigüedad griega: el papel protagonista del concepto de “demostración” o “prueba”. Sin embargo, no hay evidencias de que el interés de los griegos por las matemáticas naciera en tiempos de Tales, aun cuando no podamos decir con exactitud cuál era el nivel que ellos habían alcanzado. Con el conocimiento que poseemos actualmente de las matemáticas, nos parece que el impulso inicial vino más bien de Mesopotamia que de Egipto.

Un siglo y medio después de Tales, oímos hablar especialmente de Pitágoras de Samos, alrededor del año 530 a. C., y de sus seguidores: los pitagóricos. Sus actividades fueron las ciencias, particularmente las matemáticas y la religión; y sus dogmas religiosos estaban fuertemente



Busto de Tales. Grabado de Wilhelm Fredrik Meyer, 1875.

El redescubrimiento de las matemáticas babilónicas no solamente aumentó considerablemente nuestro conocimiento del pasado, sino que nos obligó a reevaluarlas.



Pitágoras. Dibujo de D. Cuneo, 1782.

No hay evidencias de que el interés de los griegos por las matemáticas naciera en tiempos de Tales.

inspirados en una mística del número. Sus inclinaciones dentro de las matemáticas eran hacia la aritmética y el álgebra, en las que manifestaban una decisiva influencia babilónica. Se dice que Pitágoras visitó Egipto y Babilonia pero, aunque según la leyenda aprendió las matemáticas en Egipto y adquirió sus creencias místicas en Babilonia, es obvio que fue precisamente en Babilonia donde recibió su inspiración matemática.

Algunos otros filósofos fueron atraídos por las investigaciones matemáticas, como Hipócrates de Quíos y Demócrito, ambos de la segunda mitad del siglo V a. C. Muchos descubrimientos los hicieron en el álgebra y la geometría. Hacia fines de ese siglo surgió una reacción de tendencia racionalista *criticista* que probablemente tuvo un doble origen: de una parte, el descubrimiento de la irracionalidad de lo que llamamos la “raíz cuadrada de 2”—descubrimientos razonablemente atribuidos a los pitagóricos—y, de la otra, las investigaciones en el campo de la lógica, mismas que fueron iniciadas por Parménides y llevadas a agudas expresiones por Zenón en sus famosas paradojas.

Lo único que con certeza conocemos sobre Euclides son sus obras. Afirma Proclo (410-485 d. C.), que Euclides es anterior a Arquímedes (287-212 a. C.), puesto que en éste aparecen citas de aquél, pero posterior a Eudoxio y a Theteto, cuyos trabajos fueron incorporados a los Elementos. De Euclides sólo podemos añadir que desarrolló sus actividades en Alejandría en el año 300 a. C., aproximadamente, y que lo único cierto es que fue autor de *Los Elementos*.

La matemática, como ciencia que fue producida en el año 300 a. C., no podría ser el producto espontáneo de la práctica de los pueblos babilónicos y egipcio: sólo fue producto de la práctica teórica de intelectuales que poseían una alta cultura: Tales, Pitágoras, Anaximandro, Eudoxo, Euclides, Arquímedes y Apolonio.

Esta práctica productora de ciencia sólo puede ser efectuada sobre los datos de la experiencia que proporciona la realidad, a partir de la experiencia y de los resultados de prácticas concretas anteriores, de su conocimiento, el cual es el resultado de todo un trabajo teórico específico.

Euclides y los elementos

LA GRAN APORTACIÓN DE LAS matemáticas griegas es el legado del conocimiento matemático transformado a ciencia. Euclides es el filósofo-matemático que lo hizo posible en la ciudad de Alejandría, fundada por Alejandro Magno, al norte de Egipto. El trabajo de Euclides es un tratado matemático y geométrico llamado *Los Elementos*. Consta de 13 libros. Una impresión actual de una traducción íntegra del texto, sin los comentarios, llenaría un grueso volumen.

En estos 13 libros, Euclides reunió todos los conocimientos matemáticos acumulados, desde las civilizaciones babilónicas, hasta su época, con algunas excepciones, tales como las secciones cónicas, la geometría esférica y probablemente algunos descubrimientos propios. Su gran triunfo estriba en que presenta el material de su trabajo en una forma bellamente sistematizada, considerado como un todo orgánico. Desde la primera proposición del libro I de *Los Elementos*, se ve claramente que el sistema axiomático de Euclides no es completo.

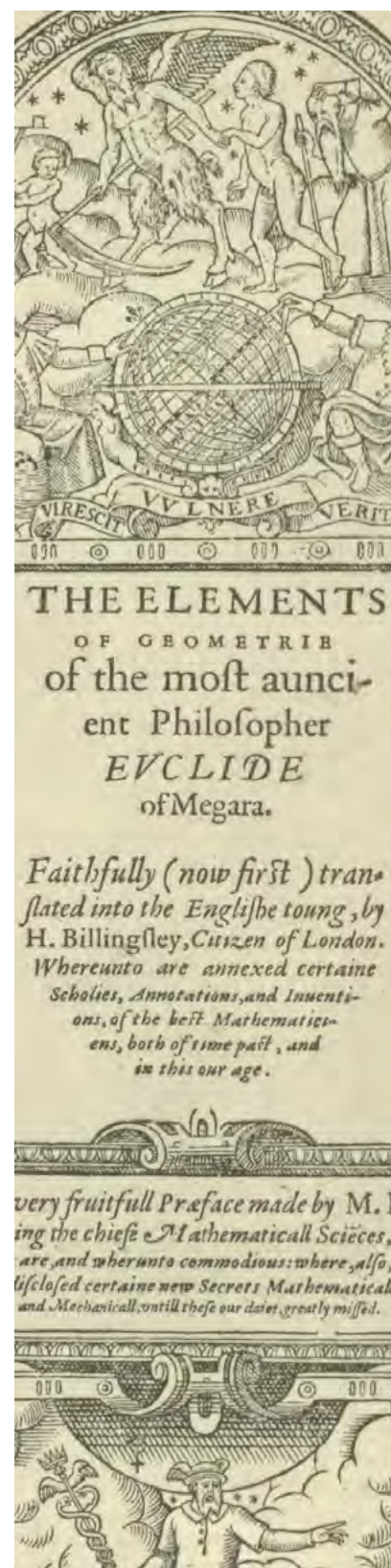
De hecho, fue hasta el año de 1900 cuando la geometría de Euclides fue dotada de una axiomática completa, trabajo que realizó David Hilbert en su famoso *Grundlagen der Geometrie* (en español, *Fundamentos de la Geometría*). Así sucedió también con el cálculo, hasta después de más de 200 años se fundamentó el concepto de derivada que requirió de los conceptos de función, límite y de continuidad.

El problema que más interesó a los matemáticos desde la antigüedad hasta mediado el siglo XIX fue, sin embargo, el de la independencia del sistema axiomático de Euclides, específicamente en lo que se relaciona con el quinto postulado. El postulado de las paralelas —dada una línea recta y un punto fuera de ella, por ese punto pasan infinitud de rectas, pero sólo una es paralela—. Resulta curioso que este problema haya causado tanto interés, porque la independencia de los axiomas no tiene trascendencia alguna sobre la validez lógica de la teoría euclidiana en su conjunto; esa actitud, no obstante, refleja evidentemente la postura de los antiguos matemáticos ante el significado de la palabra



Portada de la primera versión en inglés de *Los Elementos*, 1570.

El problema que más interesó a los matemáticos desde la antigüedad hasta mediado el siglo XIX fue el de la independencia del sistema axiomático de Euclides.



“axioma”: enunciado tan evidente que se considera que no necesita demostración.

Hacia finales del siglo XVIII, los trabajos de Sacheri muestran los nuevos esfuerzos por demostrar la dependencia del postulado de las paralelas; esta vez se encauzaron los argumentos por la vía de las pruebas indirectas. Por ejemplo, se razonó así si el postulado de las paralelas fuera una consecuencia de los cuatro axiomas anteriores, entonces, un sistema axiomático constituido por los cuatro primeros axiomas, y por la negación del quinto, nos llevaría necesariamente a una contradicción. Es decir, sería inconsistente pero, lejos de ocurrir así, esta nueva axiomática se convirtió sorpresivamente en base de una nueva, hermosa y consistente teoría, nació así la llamada geometría no-euclidea. Base de la Teoría de la Relatividad de Einstein.

Se probó que los cuatro primeros postulados son compatibles. Después de dos mil años de la muerte de Euclides, al fin se pudo establecer la independencia de sus postulados. Los matemáticos que echaron las bases de las geometrías no-euclideas fueron: Gauss, Bolyai y Lobachevsky. Euclides fue reivindicado precisamente por una nueva geometría, la no-euclidea. Él tenía razón cuando incluyó el postulado de las paralelas en el cuerpo de su axiomática. Que Euclides no se decidiera deliberadamente, porque retrasó cuanto pudo el uso de ese postulado, y que prefiriera en cuanto le fuera posible no utilizarlo, provocó un avance más lento en las demostraciones.

Echemos una mirada de conjunto a esta exposición de las matemáticas euclidianas. Es obvio que se diferencian de las matemáticas babilónicas, tanto en sus objetivos como en los métodos. Es cierto que en la estructura euclidiana reconocemos diversos elementos babilónicos, como el Teorema de Pitágoras y las ecuaciones cuadráticas, pero aparecen bajo nuevos aspectos.

A Euclides no le interesó establecer métodos para resolver variaciones triviales de los problemas típicos fundamentales. Se aplicó en fijar teoremas generales suficientemente fuertes que permitieran resolver problemas cruciales, como el de la construcción del pentágono regular; su gran desvelo, estructurar cuidadosamente la cadena de demostraciones previas que enlaza un teorema con los axiomas.

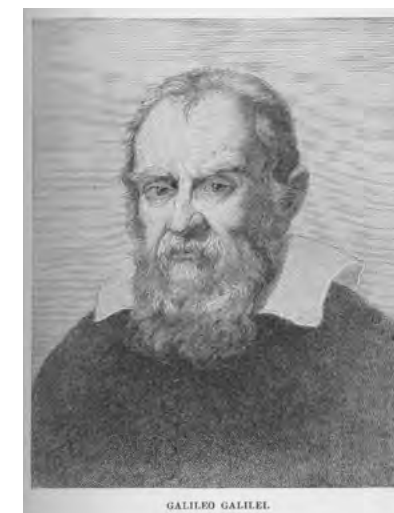
La física, la segunda ciencia

DESPUÉS DEL NACIMIENTO DE LA MATEMÁTICA, como ciencia, el segundo continente científico es la física. En el siglo XVI, Galileo fue precursor en el uso de experimentos para validar las teorías de la física. Observó y estudió el movimiento de los astros y de los cuerpos. Experimentando en el plano inclinado descubrió la ley de la inercia de la dinámica y usando el telescopio concluyó que Júpiter tenía satélites girando a su alrededor. Antes, Copérnico, Stevin, Cardano, Gilbert y Brahe habían estudiado los fenómenos físicos. Copérnico había puesto a la Tierra en su lugar, ubicó al Sol en el centro del sistema planetario. Y Galileo, a principios del siglo XVII, propugnó el uso sistemático de la verificación experimental y la formulación matemática de las leyes físicas. Así empezó a gestarse la física como ciencia.

Esta primera revolución científica está ligada con acontecimientos tan importantes como el descubrimiento del sistema solar, de la gravitación universal, las propiedades de la luz, del vacío, de los gases; estos descubrimientos sustentan todas las ramas principales de la física, tal como hoy la conocemos. Todo en relación con las situaciones de ese periodo. Este movimiento inició en Europa, pero pronto se extendió a todo el mundo. Sin embargo, no se sabe hasta la fecha por qué sucedió esta revolución en el tiempo, ni el lugar en donde ocurrió. En Europa, la revolución científica está asociada con otros tres fenómenos: El Renacimiento y la Reforma que, a su vez, produjeron el fenómeno que preparó la transformación, es decir, el surgimiento del capitalismo.

Cuando se piensa en el Renacimiento, se piensa en él, esencialmente como una revolución artística, en la pintura, la arquitectura, el modo de vida, en la poesía, en la cortesía, etcétera. Todo esto representa un cambio en la economía, en la técnica, en las actitudes con respecto al mundo, que se reflejaba en cambios, tanto en la religión como en la apreciación física del planeta.

La revolución científica avanzó, esencialmente, por etapas. Una época preparatoria que comienza en 1453, fecha de la caída de Constantinopla, el fin, por así decirlo, de la última continuidad de la cultura griega. Esta etapa llega



Galileo Galilei. Grabado de Sarah K. Bolton.

En el siglo XVI, Galileo fue precursor en el uso de experimentos para validar las teorías de la física. Observó y estudió el movimiento de los astros y de los cuerpos.



Isaac Newton. Retrato en grabado de Vanderbank, circa 1869.

Galileo y Newton descubrieron la nueva ciencia. También descubrieron las matemáticas de la ecuación diferencial, las del cálculo diferencial, las del movimiento, que han sido la base de la totalidad de la física teórica desde entonces.

hasta, digamos, 1543, fecha en que la revolución de Copérnico destruyó la antigua concepción del mundo, la del lugar central que ocupaba la Tierra en el universo. Es esencialmente una etapa crítica en la que el viejo sistema, sometido a revisión, se reveló defectuoso, y en la que se trazaron las líneas del nuevo tema.

La siguiente etapa, que constituye la cresta de la ola, es el Renacimiento, seguido por la Reforma, que nos lleva hasta más o menos 1620. Este periodo abarca el acabado de la imagen del sistema solar por Tycho Brahe y Kepler, y también abarca el desarrollo del telescopio y de los descubrimientos ópticos y dinámicos de Galileo. El periodo central del siglo XVII nos lleva hasta 1627, la fecha del *Principia* de Newton. Con su publicación todo parecía estar atado y codificado. Fue un logro tan decisivo que tuvo el efecto de marcar una brecha definitiva en el desarrollo. Una vez que Newton hubo completado su trabajo, al principio no parecía realmente que pudiese ser mejorado demasiado; de modo que la gente no intentó hacerlo hasta que pasaron otros 100 años.

Los pasos fundamentales fueron los descubrimientos que destruyeron la visión griega del mundo; primero, a través del desarrollo de la anatomía, el funcionamiento del cuerpo humano; y segundo, a través del descubrimiento por medio del experimento y la observación de cómo funcionaba el sistema solar. Cuando la obra de Newton fue comprendida, fue posible darse cuenta de que los cielos no gobernaban la Tierra, que el problema en realidad no era un problema.

Tratando de llegar a ella, Galileo y Newton descubrieron la nueva ciencia. También descubrieron las correspondientes matemáticas, las matemáticas de la ecuación diferencial, la del cálculo diferencial, la matemática del movimiento, que ha sido la base de la totalidad de la física teórica desde entonces. Esto no era, de todas formas, el objeto original del ejercicio, era simplemente el medio de resolver el problema de la estructura del universo, pero entonces, como es natural, encontró otras aplicaciones. En este segundo periodo llega la Revolución Industrial, la de la máquina de vapor. En estos contextos nació la física.

La física nació en Europa

DESPUÉS DE PRECISAR QUE LA FÍSICA fue la segunda ciencia, ¿cabe preguntarnos por qué la física nació en Europa? ¿Por qué no fue en Asia, América o en África? ¿Qué pasaba en Europa en ese tiempo? Son algunas interrogantes en las que hay que reflexionar. En el caso del mundo mahometano, éste había recibido un golpe terrible por parte de los tártaros. Y el mundo Oriental, a excepción de Egipto, había sido fuertemente arrasado. Por ello, no había condiciones para que pudiesen esas regiones ser la fuente de algún adelanto científico. La idea de progreso fue reprimida enérgicamente en beneficio de la religión ortodoxa.

Aunque Occidente era una región atrasada, es justo reconocer que para esos tiempos ya tenían constituida una civilización propia, cuya parte más subdesarrollada era Inglaterra. Pero la circunstancia de Inglaterra y de los países vecinos, era que estaban en el extremo del continente, limitando con el mar, situación que les favorecía dado que todo el proceso del comercio y la alimentación provenía de la explotación del mar del norte: la pesca de los arenques. Ello repercutió en una gran revolución que posibilitó la fortuna de los habitantes de los Países Bajos e Inglaterra. La navegación era la esfera en la cual la ciencia podía ser utilizada de modo más inmediatamente útil; en particular, la navegación en el océano abierto.

Por otra parte, la economía que existía en la Europa del norte era sobre todo una economía de subsistencia, formada por granjas que producían casi todo lo que necesitaban, menos hierro y sal. Tenían más tierra de la que podían cultivar, pero no tenían la capacidad para comerciar porque todo tenía que ser transportado en carretas, lo que dificultaba el comercio. En consecuencia, existía un apuro para hacer las cosas mecánicamente. Aunado a lo anterior se desarrolló el comercio del paño, mismo que se inició en Italia, se extendió gradualmente a los Países Bajos y luego a Inglaterra. El comercio textil fue el que produjo una acumulación de capital, suficiente para poner en marcha la totalidad del proceso de la Revolución Industrial.



Detalle de *Atlas sive cosmographicae meditationes de fabrica mundi et fabricati figura*, 1632. Aduros: Gerhard Mercator, Jodocus Hondius y Johannes Cloppenburg.

La economía que existía en la Europa del norte era sobre todo una economía de subsistencia, formada por granjas que producían casi todo lo que necesitaban, menos hierro y sal.



¿Cuándo penetraron las nuevas ideas? Vinieron con la revolución de la nueva concepción del cosmos.

Otro gran acontecimiento de esa época fue el que conocemos como la Revolución Agrícola. Fue realmente el movimiento más grande de su tiempo, ya que propició acciones que desarrollaron una forma de mantener el ganado vivo durante el invierno y utilizar su abono para mejorar la cosecha. Y de Oriente vino la irrigación, de Siria; y el tipo de cosechas, como de alfalfa de forraje, llegó de Italia, comenzando en Lombardía (o el estado de Milán). Hacia el año 1470, la renta de esta región era igual que la de Inglaterra y Francia juntas. La riqueza provenía de la combinación de un suministro constante de alimentos, del comercio de la lana y del metal, porque el trabajo de los metales había comenzado otra vez en gran escala, pero eso fue, asimismo, la debilidad de Italia, ya que no tenía minas de metal.

Entonces, España y Alemania se convirtieron así en las potencias dominantes durante estas primeras etapas, sobre todo porque poseían metales; luego le siguieron Suecia y Rusia. El trabajo del metal desarrolló una gran habilidad mecánica y fue un punto fundamental para el despegue económico. Entonces, ¿cuándo penetraron las nuevas ideas? En primer lugar, vinieron con la revolución de la nueva concepción del cosmos. Luego, el uso de la astronomía desarrolló la navegación. Existió una escuela de investigación fundada alrededor de 1450 por el príncipe Enrique el Navegante. Recogió todos los libros sobre navegación, astronomía y geografía, lo que les permitió, después, llegar a donde quisieran ir. Esto es, a donde estaba el dinero, al otro lado del mundo, a Indonesia: las Islas de las Especies.

La relación de Colón con la navegación era bastante secundaria. Él era realmente un físico teórico. Todas las personas cultas sabían que la Tierra era redonda, aunque tenían opiniones variadas respecto a su diámetro. Colón estaba intentando vender su proyecto, por lo que tomó el diámetro más pequeño posible entre los que se habían sugerido, porque si se hubiera sabido cómo era la Tierra de grande, nadie habría financiado su expedición, tuvo que utilizar todo tipo de tretas para conseguir el dinero. Tampoco podían saber que América estaba en medio. Y así se fue desarrollando un ambiente que fue aceptando a la ciencia. En esa época, la ciencia apenas luchaba por su existencia.

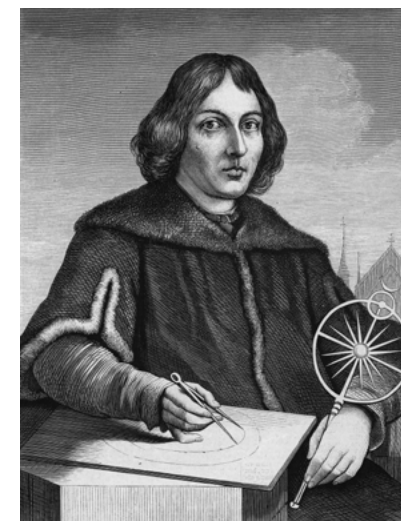
Copérnico, Tycho y Kepler

COPÉRNICO ERA UN PERSONAJE EXTRAÑO. Nació en Polonia. Estudió leyes y medicina, filosofía y bellas artes y, por no dejar, aprendió sobre astronomía. Estudió todo el sistema de Tolomeo, pero no era un gran astrónomo, sus observaciones no fueron exactas. Fue un gran pensador revolucionario del Renacimiento. Resolvió que el viejo sistema de los cielos era una verdadera maraña y que la naturaleza no podía ser así.

Al principio se utilizaron los círculos para representar el sistema celeste; las elipses no serían admitidas hasta más adelante. Al Sol lo ponían claramente en el centro. Se suponía que la vieja esfera recorría la enorme distancia cada 24 horas, se precisaba un complicado mecanismo celestial para ello y se explicaba el movimiento aparente de los planetas por el principio de la regularidad. Luego, se hizo patente que un planeta no se movía con velocidad uniforme. De modo que un sistema de este tipo no parecía suficientemente convincente.

Copérnico se embarcó en la empresa de encontrar un sistema más razonable de círculos, en el cual todo se moviese uniformemente alrededor de su propio centro, tal como lo requiere la regla del movimiento absoluto. Las observaciones más antiguas estaban forzosamente limitadas a causa del tamaño de los aparatos disponibles y de los errores de los observadores. Dinamarca era una de las naciones marítimas que entonces disfrutaba de un periodo de bonanza y una revolución en la concepción del mundo, cobrando peaje por todo el tráfico que entraba y salía del Báltico II. Uno de sus nobles, Tycho Brahe, hizo su fortuna cobrando peaje, había recibido la isla de Havn, donde instaló lo que fue la primera institución científica de los tiempos modernos, Uraniborg o el Castillo de los Cielos. Ahí construyó un observatorio que tenía lugares desde los que se podían observar las estrellas.

Tycho Brahe conocía los trabajos de Copérnico, pero no lo convencían del todo. Para ello tenía una colección de instrumentos que no eran muy diferentes en principio de otros más primitivos, pero eran más grandes. Trabajó en la fase anterior a la invención del telescopio. Sus observaciones se repetían más a menudo, por largos periodos y los resultados eran extremadamente detallados. Con dificultad consiguió de ayudante a un joven alemán, algo bárbaro, llamado



Nicolás Copérnico. Grabado de autor desconocido, s/f.

Copérnico se embarcó en la empresa de encontrar un sistema más razonable de círculos, en el cual todo se moviese uniformemente alrededor de su propio centro.



Johannes Kepler. Pintura de autor sin identificar, circa 1610.

Kepler le dio sentido a las observaciones de Tycho. De las mismas discurrió que los planetas daban vueltas, pudo comprometer medidas basadas en la concepción de Copérnico.

Johann Kepler, que trabajó con él unos pocos años. La suerte le cambió a Tycho en 1588, a la muerte del rey Federico, y al fallecer dejó todas sus observaciones a su ayudante Kepler, quien tuvo dificultades para quitárselas a la familia.

Kepler le dio sentido a las observaciones de Tycho. De las mismas discurrió que los planetas daban vueltas, pudo incluso comprometer medidas basadas en la concepción de Copérnico. Podía medir distancias recíprocas y ver exactamente cómo giraban los planetas. Fue capaz de percibir que todo debía encajar en un sistema de algún tipo, que tenía que tener alguna clase de armonía. Su primer intento siguió las líneas griegas, pero estaba demasiado equivocado; su propuesta de sistema inicial no correspondía con los experimentos y las observaciones acumuladas. De todos modos, a Kepler se le conoce como el padre tanto de la física teórica como de la experimental. De una segunda revisión intentó solucionar el problema de por qué los planetas no daban vueltas regularmente, pues lo hacían más de prisa en algunos momentos y más despacio en otros.

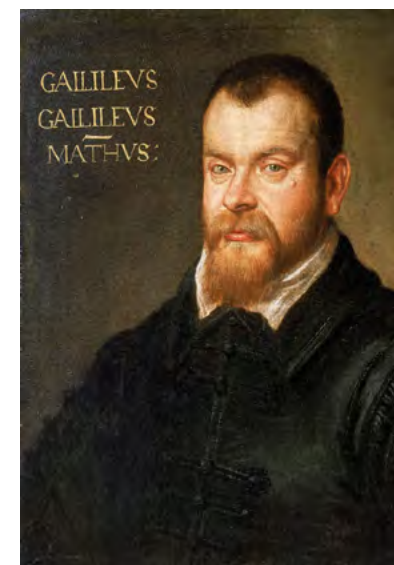
Kepler se concentró en Marte y dedujo que ese planeta viajaba en su carroza alrededor del Sol describiendo una elipse. De donde avanzó hacia la primera ley de Kepler. Lo que le permitió mostrar que un planeta se movía más rápido cuando estaba más cerca del Sol y más lento cuando estaba más alejado. Hasta aquí había deducido la ley del movimiento de un solo planeta, pero para abarcar a todos los planetas juntos necesitaba conocer la relación entre los periodos de rotación de los planetas y sus distancias al Sol, conclusión a la que llegó tras años de trabajo. Así completó la descripción del movimiento de los planetas en términos cuantitativos. Dedujo, pues, las leyes de la dinámica del sistema planetario y dio sentido a las intuiciones de Copérnico, pero antes de que esto pudiese ser aceptado, la posibilidad del sistema tenía que ser establecida por la observación directa. Este iba a ser el trabajo de Galileo Galilei.

Galileo Galilei

GALILEO (1564-1642) FUE PROFESOR de matemáticas e ingeniería militar en Pisa, Italia, también de geometría, mecánica y astronomía en la Universidad de Padua, donde la Santa Inquisición no era tan activa. Fue un personaje del Renacimiento, trató con príncipes y papas, era poderoso y un gran conferenciante. Se interesó en muchas disciplinas, no fue astrónomo. Contribuyó con una serie de observaciones importantes, de las lunas, de los planetas Júpiter y Saturno, y descubrió la mecánica.

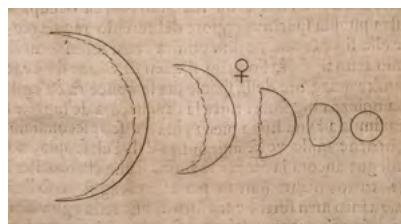
Su primera contribución está en el prólogo de su libro publicado en 1610 y titulado *Siderius Nuntius* (en español, *El mensajero de los astros*): “A una hora desde el ocaso, observando los cuerpos siderales con el anteojos, se hizo visible Júpiter. Y puesto que me había preparado un instrumento excelente (lo que primeramente no sucedió a causa de la imperfección del instrumento anterior), descubrí tres estrellas adyacentes, pequeñas, pero sumamente luminosas, las cuales —aunque las tenía por pertenecientes al número de las fijas— me provocaron no poca admiración por el hecho de que se veían”. Luego, este personaje se dedicó al nacimiento de la dinámica, cuyo origen está en el estudio de la bala de cañón o de los cuerpos en caída libre. Así comenzó una serie de experimentos a fin de hallar cuáles eran realmente las leyes de los cuerpos.

Sobre las mediciones de Galileo ha habido una gran cantidad de controversias. Como mencioné anteriormente, se había vuelto a tomar en consideración a Aristóteles, sin embargo, la oposición a este filósofo ya se podía encontrar en universidades como las de Oxford y París. Lo curioso de estas controversias es que se hacían eternamente sobre bases teológicas y filosóficas. En lo que Galileo difería era en que él apoyaba sus argumentos sobre experimentos. Hizo un aparato especial para estudiar la caída por un plano inclinado en diferentes ángulos. Su preocupación principal era descubrir cómo medir el tiempo. Lo medía a base de pesarlo. Tenía un pequeño reloj de agua perfectamente calibrado del cual salía un fino chorro, y cuando la bola llegaba al final de la pendiente quitaba la vasija y la pesaba.



Galileo Galilei. Pintura de Domenico Tintoretto, circa 1605.

Lo primero que Galileo encontró fue que la distancia recorrida en cada medición era proporcional al cuadro del tiempo, y de aquí derivó la ley del movimiento.



Las fases de Venus vistas por Galileo, dibujadas en su obra *Il Saggiatore* (El Ensayador). Roma, 1623.

Galileo demostró que en las lunas de Júpiter se podía obtener un modelo real del sistema solar, y que las órbitas planetarias eran elipses y no círculos y excéntricas.

Lo primero que encontró fue que la distancia recorrida en cada medición era proporcional al cuadro del tiempo, y de aquí derivó la ley del movimiento. Esto fue fundamental para la dinámica. En un momento de ocio en la catedral de Pisa, Galileo se fijó en el balanceo de las distintas lámparas bajas que colgaban de lo alto de la cúpula. Contó las oscilaciones del péndulo por su pulso y encontró, dentro del grado de exactitud de su método, que el tiempo de oscilación era independiente de la amplitud del péndulo. Luego volvió sobre ello y lo repitió con péndulos de distinta longitud, y encontró la relación entre la longitud del péndulo y su periodo: la ley de la raíz cuadrada.

La desavenencia de Galileo con la Iglesia fue provocada por su anterior diálogo sobre los dos principales sistemas del mundo, publicada en 1532 y presentada al Papa. Así que Galileo tuvo que comparecer ante la Inquisición, la cual tuvo que dar un gran rodeo para llegar al objeto del proceso. No era cuestión de que la Tierra girase alrededor del Sol o el Sol alrededor de la Tierra, era una cuestión de las consecuencias teológicas. Si el sistema del mundo no era el viejo sistema del mundo, sino el nuevo sistema, en primer lugar, ¿dónde estaba toda la región exterior, si el cielo, el firmamento empíreo donde viven los elegidos y demás? Si el nuevo sistema estaba constituido por otros mundos, donde podría haber otras personas: ¿eran estas personas cristianas? Si no, ¿por qué no lo eran?

Y ahora la fase central de la Revolución científica. La primera fase fue la destrucción de la vieja imagen geocéntrica que sustituyó a la Tierra por el Sol. En la segunda, Galileo demostró que en las lunas de Júpiter se podía obtener un modelo real del sistema solar; y se podía medir, debido a la obra de Kepler, y que las órbitas planetarias eran elipses y no círculos y excéntricas. Aunque él mismo no pudo darse cuenta de su importancia, significaba efectivamente que la impulsión de la Tierra en su órbita era constante. Newton lo llamaría más tarde *inercia*, el producto de la masa por la velocidad. Este concepto fue refinado gradualmente, primero por Galileo, que lo demostró en la caída de los cuerpos, en las trayectorias de los disparos y en el movimiento del péndulo, y luego todavía más por Newton.

Isaac Newton

HACE UNOS AÑOS, en el Teatro Martínez de Torreón, Coahuila, asistí a una conferencia-cátedra del escritor Fernando Vallejo, un gran activista en la defensa de los derechos de los animales, acérrimo crítico de la Iglesia católica, de la falsa moral, la física y los formalismos. Con un estilo duro y frontal, en esa ocasión nos increpó que no sabíamos qué Newton (1643-1727) no escribió su fórmula de la ley de la gravitación universal en el *Principia* y nos cuestionó en qué libro el físico la había escrito. Está en la obra *Óptica*. La ley de la gravitación universal es una de las aportaciones fundamentales de Newton, además del cálculo infinitesimal, que también desarrolló Leibnitz por otro camino.

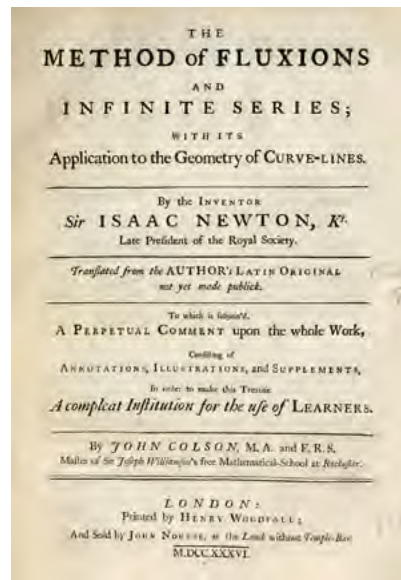
La física newtoniana es la ciencia del movimiento de los objetos cotidianos. Por eso Newton, para que el conocimiento físico se constituyera en ciencia, tuvo que inventar el cálculo diferencial, porque la matemática (el álgebra, la geometría, la trigonometría y la geometría analítica) que se había desarrollado hasta esa época, principalmente servía para interpretar el mundo que no se movía y que veían con sus ojos. En cambio, el cálculo diferencial es la matemática del movimiento.

Newton se formó en un entorno en el que la ciencia había adquirido su carta de naturalización. Copérnico y Kepler, y en particular Galileo, enfrentaron un mundo donde la ciencia forcejeaba por su supervivencia. Para el físico y matemático inglés, el mundo le fue propicio. Era un individuo curiosamente receloso. Es de los pocos que dimitió a la Royal Society, tan sólo porque no quería reunirse con sus miembros ya que a veces discrepaban con él y le contradecían, lo cual le incomodaba. Sin embargo, fue presidente de la Royal por espacio de 25 años.

Newton vivió, pues, un mundo diferente. Curiosamente, nació el mismo año en el que murió Galileo: 1642. Sin embargo, desde el punto de vista científico, ambos estaban mucho más cercanos de lo que podía parecer. La obra principal de Newton viene directamente de Galileo. Se montó en hombros de gigantes para su desarrollo científico. Primero se establecieron las leyes del movimiento de los

Is. Newton

La física newtoniana es la ciencia del movimiento de los objetos cotidianos. Por eso Newton, para que el conocimiento físico se constituyera en ciencia, tuvo que inventar el cálculo diferencial.



Tapa original de *The method of fluxions and infinite series*, de Isaac Newton, publicada en 1736.

La ciencia y la filosofía no han sido creación de una única época histórica o de un individuo; han sido el resultado de una serie de épocas y del trabajo de generaciones.

cuerpos. Ahora bien, Newton era uno de estos hombres extremadamente notables de los que se puede decir que sólo aparece uno cada dos o tres siglos. Esta cualidad fue evidente desde un principio.

Newton trabajaba casi solo. Su gran trabajo lo hizo en unas vacaciones forzadas en 1665, cuando la peste se abatía sobre Londres. Tuvo que regresar al lugar en donde había nacido, a Woolsthorpe, en Lincolnshire. Fue hijo póstumo de un pequeño granjero, pero con parientes acomodados. Estuvo en Cambridge en una posición marginal, en donde se hizo amigo del doctor Barrow, profesor de matemáticas de aquella universidad. Aunque era un buen matemático, no estaba muy interesado en la física.

En este periodo de principios del siglo XVII, las matemáticas tomaron la forma que tienen ahora. Existía ya la expresión simbólica, el uso de letras, el principio de un cálculo diferencial, el desarrollo de series matemáticas y una gran cantidad de ideas fundamentales de geometría que fueron introducidas por Descartes, como la geometría analítica. Pero, sobre todo para objetivos prácticos, se habían introducido los logaritmos. Por lo tanto, fue algo parecido a la introducción de un ordenador, pudiendo hacer fácil y rápidamente todo lo relacionado con los cálculos astronómicos.

Newton chocó con su propia concepción religiosa, con su visión del mundo. El trabajo de Newton da origen a la filosofía mecanicista. Una serie de situaciones en el desarrollo histórico nos muestran que el origen y constitución de una nueva ciencia siempre ha restaurado de una u otra forma, la filosofía existente. Un ejemplo de ello es que la física, el segundo continente de la ciencia, dio origen a los cambios que condujeron a la filosofía de Galileo a Descartes, luego a la de Kant hasta Newton; también la constitución del cálculo infinitesimal motivó la reforma filosófica de Leibniz.

La ciencia y la filosofía, por qué no decirlo, no han sido creación de una única época histórica o de un individuo; han sido el resultado, el producto de una serie de épocas y del trabajo de muchas generaciones. En el caso de la matemática, sus primeras ideas y proposiciones se remontan a la más temprana antigüedad y han sido ordenadas, estructuradas, en un sistema coherente de hace más de 2 mil años.

La crisis de la física

NEWTON, PARA CONSTRUIR su gigantesco edificio teórico, creó el cálculo diferencial e integral, estructura rigurosa que permite expresar, desde entonces, las leyes de la física. Primero estableció las tres leyes de la dinámica conocidas como Leyes de Newton, mediante las cuales se hizo posible predecir la trayectoria de cualquier cuerpo en movimiento a partir de conocer su posición y velocidad en un instante determinado. Sus tres leyes expresan lo siguiente: 1). En ausencia de fuerzas externas todo cuerpo se mueve con velocidad y dirección constante. 2). La aceleración proporcionada a un cuerpo es proporcional a la fuerza que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa. 3). A toda acción sobre un cuerpo corresponde una reacción de igual magnitud y dirección, pero de sentido contrario.

Luego, consigue la ley de la gravitación universal, aplicando la segunda ley a las observaciones astronómicas y a las leyes de Kepler, según la cual la fuerza de gravedad actúa entre el Sol y un planeta o entre cualquier otro cuerpo. Esta fuerza es proporcional a la cantidad de materia de los cuerpos (dada por sus masas) e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que los separa. A partir de esta ley, deduce y explica los movimientos irregulares de la luna y otros planetas debido a la interacción gravitacional existente entre ellos. Del mismo modo, explica la caída de los cuerpos en la Tierra, el movimiento de los proyectiles, la oscilación del péndulo y un sinnúmero de fenómenos aparentemente ajenos entre sí.

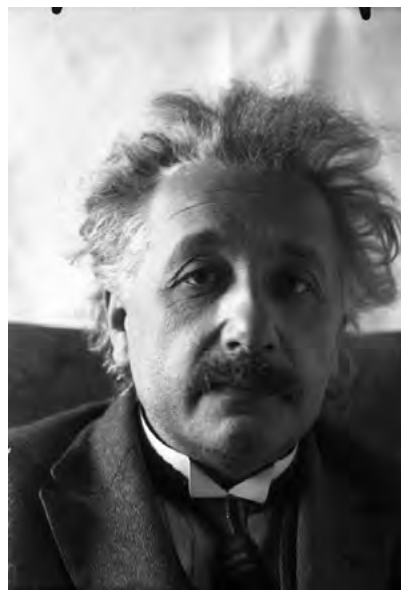
El salto epistemológico dado por Newton es producto de una ruptura con las concepciones de su época, mismo que le permitió establecer: las matemáticas como el lenguaje universal, preciso y riguroso que desde entonces permite expresar las leyes de la física y de gran parte de la ciencia.

Después de la constitución de la física en ciencia, 200 años más adelante se dio otro gran acontecimiento teórico: las leyes del electromagnetismo. Sólo con cuatro ecuaciones, el físico Maxwell sintetizó su nuevo planteamiento teórico. En él integró la electricidad, el magnetismo, la luz y la radiación como expresiones particulares de un solo fenómeno



"¿Cuáles son los principios y causas del mundo?". Grabado de Camille Flammarion, en *L'Atmosphère: Météorologie Populaire*, París, 1888.

El salto epistemológico dado por Newton es producto de una ruptura con las concepciones de su época, mismo que le permitió establecer a las matemáticas como el lenguaje universal.



Albert Einstein, 1 de marzo de 1929. Archivo Federal de Alemania.

Surgieron las filosofías que postularon la imposibilidad de conocer el mundo o las que sostenían el fin de la ciencia pero, en el seno de esta gran crisis científica, aparecería Einstein.

general: el campo electromagnético. Pero, ¡oh, sorpresa! Algo no encajaba. La teoría postulaba que los fenómenos electromagnéticos gravitaban en ondas.

Y, entonces, saltó la pregunta: ¿en qué medio se desplazaban estas ondas? Existía el consenso de que toda onda se constituye por las oscilaciones de un determinado medio. Por ejemplo, las ondas del sonido se deben a la oscilación del aire; las ondas en una cuerda son oscilaciones de la cuerda y las ondas en el agua son oscilaciones del agua. Los físicos de ese entonces consideraron que la luz emitida por el Sol era una onda, y concluyeron que el éter era el medio por el cual se desplazaba la luz solar. Con base en la teoría electromagnética habían determinado que la luz se movía con una velocidad constante, independientemente de la velocidad con que se moviera la fuente luminosa.

No obstante, los diferentes experimentos los llevaron a dos contradicciones profundas: el éter podía ser interpretado como el espacio absoluto o como el sistema inercial postulado por Galileo y respetado por Newton, respecto al cual se cumplía la ley de inercia. En consecuencia, podría ser detectado el movimiento absoluto de la Tierra como un movimiento en relación al éter. Sin embargo, fracasaron todos los intentos para detectar este movimiento. Así aparece la primera gran crisis de la física. El gran problema es que descartar alguno de ellos amenazaba a la dinámica *newtoniana* en su conjunto, o a la teoría electromagnética o a la teoría heliocéntrica. Ni más ni menos estaban en entredicho las más reveladoras conquistas de la ciencia.

Y como ha sucedido a lo largo de la historia de la humanidad, pronto surgieron las filosofías que postularon la imposibilidad de conocer el mundo o las que sostenían el fin de la ciencia pero, en el seno de esta gran crisis científica, aparecería Einstein. Él no pertenecía a los círculos de los científicos de la época, trabajaba solo. No estaba influenciado de las posiciones de los demás. Para beneficio de la ciencia y de la humanidad, él enfrentaba los mismos problemas, pero desde enfoques distintos y con una visión del mundo diferente a la de los científicos de la época. Discurrió de manera totalmente desigual, planteando nuevas soluciones.

La mecánica ondulatoria

LA RADIACIÓN EN LOS CUERPOS calientes y el efecto fotoeléctrico (emisión de electrones por un material al incidir sobre él una radiación electromagnética) fueron explicados a partir de la consideración de que la luz se compone de partículas. Es decir, atendiendo a que las ondas son partículas y que éstas generan trayectorias.

Esto llevó, en los primeros años del siglo **XX**, al siguiente planteamiento: ¿por qué no pensar que una partícula, un átomo o una molécula podrían también comportarse como ondas? ¿o que las partículas también fueran ondas? En 1924 Louis de Broglie (1892-1987), físico francés, propuso que la materia en general estaba formada por ondas, también el electrón y predijo su longitud, la cual encontró que es proporcional a su masa y velocidad. En 1927 fue comprobado el comportamiento ondulatorio del electrón y en 1929 recibió el Premio Nobel.

Pero De Broglie se planteó otras cosas más: las partículas muy pequeñas, con masas también muy pequeñas, como los electrones, protones y neutrones, tendrán una onda muy grande, en tanto que cuerpos grandes, como una bala disparada por un cañón, tendrá una onda extremadamente pequeña. En resumen: el tamaño de la onda asociada a una partícula depende de dos cosas: de su masa y de su velocidad.

Estos eran el tipo de fenómenos y explicaciones que inspiraban confianza a Bohr y le hacían concluir que no era tan turbador que el electrón, al girar en torno del núcleo atómico, infringiera las leyes del electromagnetismo y de la mecánica clásica, pero confiaba en que sería resuelto con las concepciones cuánticas de la materia y contribuyó a la demolición del edificio teórico, construido para rehacer el conocimiento del mundo atómico mediante la nueva mecánica cuántica. Y terminó descifrando los fenómenos a escala atómica y no fue imperioso considerar equivocados el electromagnetismo y la mecánica clásica, sino aproximaciones parciales.

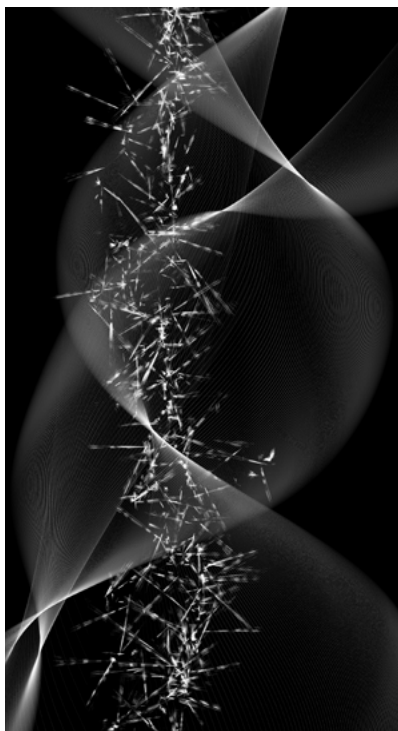
Resultado final: las leyes del electromagnetismo y de la mecánica son un caso particular de la mecánica cuántica y de la teoría de la relatividad; se cumplen cuando



Emisión de electrones. Composición digital de Gerd Altmann, 2015.

La radiación en los cuerpos calientes y el efecto fotoeléctrico fueron explicados a partir de la consideración de que la luz se compone de partículas.

La mecánica cuántica fue una gran revolución científica en todos sus aspectos, particularmente en el de los conceptos.



Mecánica cuántica. Composición digital de Gerd Altmann, 2015.

consideramos sucesos con objetos mayores a los átomos y velocidades pequeñas comparadas con la de la luz. El nuevo conocimiento constituyó un saber rectificado.

La llegada de la mecánica cuántica permitió resolver muchísimos problemas planteados por los experimentos y entender más a fondo algunos aspectos del movimiento de los átomos. Pero también nos trajo problemas adicionales. Al suprimir la idea determinista del mundo, la sustituyó por un conjunto de probabilidades. Y eso conllevó a la no localidad del universo y al principio de incertidumbre. Con estos adelantos, la distribución electrónica se hizo más compleja, pero preservó la naturaleza cuántica descubierta por Bohr, quien obtuvo el Premio Nobel en 1922 por ese trabajo. Así es el camino de la ciencia, se pasa de un nivel a otro.

La mecánica cuántica fue una gran revolución científica en todos sus aspectos, particularmente en el de los conceptos. Las imágenes mentales que formamos de la realidad, demostraron ser insuficientes para comprender los fenómenos en el mundo atómico, pues las ideas de partícula y de onda son, en el fondo, imágenes mentales que construimos para representar la realidad y comprenderla. En el mundo que tenemos frente a nuestros ojos, observamos que los objetos se mueven y ello nos llevó a construir la noción de trayectoria. Entonces, concluimos que los cuerpos se mueven en una trayectoria, simple o compleja, pero necesariamente en una trayectoria.

Sin embargo, en el mundo atómico el concepto de trayectoria carece de sentido. El electrón en el átomo no sigue una trayectoria, es difícil entenderlo porque rompe nuestras visiones. Los físicos comprendieron la necesidad de renunciar a las imágenes intuitivas y representar los fenómenos de la realidad en un lenguaje estrictamente matemático. En su sentido esencial, este trabajo de formulación matemática de la mecánica cuántica se concluyó en 1927, fue de manera independiente en los Estados Unidos de América y en Europa, producto del trabajo de genialidades, entre las que destacan Einstein, Bohr, Born, Schrödinger, Heisenberg, Dirac y Pauli.

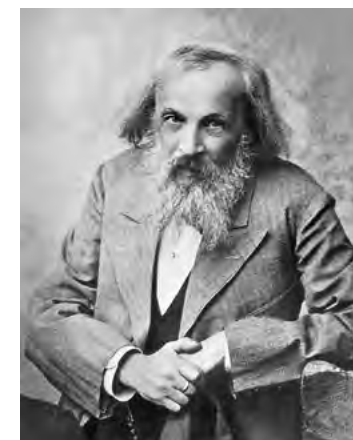
A partir de este momento, la ciencia tomó un rumbo insospechado con la enunciación matemática de la mecánica cuántica. Hoy la ciencia, frente a encontrar la cura para el coronavirus, pasará a otro nivel.

Mentes profanas: Dimitri Ivánovich Mendeléiev, Robert Boyle, John Dalton y Amedeo Avogadro

LOS ESTUDIANTES DE BACHILLERATO de la Preparatoria Agua Nueva de la UAdeC, de San Pedro de las Colonias, Coahuila, coordinados por uno de sus profesores, organizaron una actividad denominada “Noche de estrellas”. En el marco de ese evento me invitaron a compartir una charla sobre el salto de la alquimia a la química. Esto es, sobre la constitución del conocimiento químico en ciencia. Antes de que la humanidad nos llegara la química como conocimiento científico, ya se habían abierto dos grandes continentes científicos: la matemática y la física. La primera por Euclides en el 300 a. C., y la segunda en la mitad del siglo XVII, por Isaac Newton. Sin duda, fueron grandes acontecimientos. Ellos, con algunos de sus contemporáneos, quebrantaron las visiones imperantes que existían, como la que establecía que la Tierra era el centro del universo. Copérnico, por ejemplo, puso a la Tierra en su lugar con la teoría heliocéntrica del sistema solar.

Dmitri Ivánovich Mendeléiev (1834-1907) fue un químico ruso que rompió también con las concepciones de su época. Fue un disruptor. Antes de que Mendeléiev nos llegara la tabla periódica de los elementos, la pregunta era: ¿de qué está hecho todo? Esta gran pregunta inició en cierta forma el camino de la investigación. En las antiguas civilizaciones griegas y la del periodo helenístico, primero empezaron con la práctica de la alquimia. Esos alquimistas, por necesidades prácticas (crear oro), trabajaron con diferentes sustancias y agregaron nuevos “elementos” y compuestos a los propuestos por los griegos, entre ellos, el mercurio, el azufre y la sal.

Sin embargo, quien vislumbró el tratamiento de los elementos como problema científico fue Robert Boyle (1627-1691), filósofo natural, químico, físico e inventor irlandés. Fue uno de los investigadores que transformó la alquimia en ciencia, abriendo así un nuevo campo científico: la química. A él le debemos el haber considerado los elementos como concepto de la ciencia. En desacuerdo con la teoría aristotélica de los cuatro “elementos” (tierra, agua, aire y fuego), en el año de 1661 propuso que los elementos son sustancias



Mendeléiev, circa 1890. Fotografía publicada por Photographische Gesellschaft, Berlin, en 1910.



Robert Boyle, circa 1892. Grabado publicado en Popular Science Monthly, vol. 42.



John Dalton. Grabado de W. H. Worthington, 1823. Wellcome Library, Londres.



Avogadro Amedeo. Litografía de Doyen, 1856.

En ciencia no basta observar un fenómeno, es necesario interpretarlo, y esto sólo lo posibilitan las mentes profanas.

que no pueden ser divididas en otras más simples y que al combinarlas resultan los “compuestos”. Décadas después, John Dalton (1766-1844) agregó que los elementos están hechos de átomos con pesos característicos (llamados pesos atómicos), y Amedeo Avogadro (1776-1856), físico y químico italiano, concibió una manera de calcular los pesos atómicos relativos.

Al igual que la matemática y la física, con antecedentes de cientos de años, también los químicos habían estudiado durante años la forma en que reaccionaban químicamente los elementos y sus compuestos. Basándose en Robert Boyle, John Dalton y Amedeo Avogadro, todos de mente profana, Mendeléiev propuso una forma de ordenar el cuadro de las sustancias de las que están hechas las cosas, con base en dos criterios de clasificación: 1) Las propiedades químicas de los elementos y 2) El peso atómico de los elementos. Y así se sentaron las bases para el gran salto en la química, con una nueva categorización de los referidos elementos.

Este gran salto fue posible gracias a la visión disruptiva de Mendeléiev, quien organizó los elementos en un cuadro que denominó “Tabla periódica de los elementos”; la clave estuvo en la palabra “periódica”. Antes de él, otros químicos propusieron clasificaciones similares a la suya, pero Mendeléiev, con más datos y una visión diferente, concibió razonamientos distintos. Estaba convencido que no tenían por qué conocerse todos los elementos existentes. Por ello, dejó espacios vacíos en su tabla. Estos huecos significaban que había elementos aún no descubiertos. Y, en consecuencia, predijo su existencia y adelantó las propiedades químicas que habrían de tener. Mendeléiev alcanzó a ver que se llenaran los huecos que le dejó a su tabla periódica.

Luego, la principal contribución a la ciencia de Moseley (1887-1915), físico y químico inglés, fue su asignación inequívoca del número atómico a cualquier elemento a partir de su espectro de alta frecuencia. Con ello, Bohr mostró que si clasificamos los elementos según su número atómico, la periodicidad se cumple exactamente, como intuitivamente lo había concluido Mendeléiev.

En ciencia no basta observar un fenómeno, es necesario interpretarlo, y esto sólo lo posibilitan las mentes profanas, las que no tienen trabas ideológicas para interpretar la realidad.

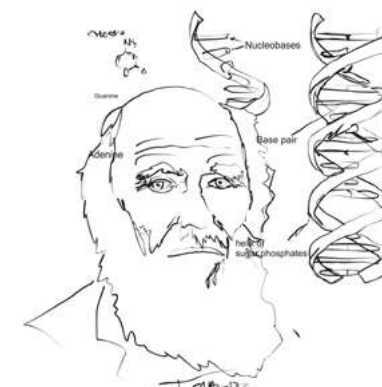
Darwin y las bases epistemológicas de la biología como ciencia, el ADN y el ARN

En su tiempo, tres publicaciones científicas hicieron temblar los cimientos de la ciencia; la transformaron: 1). El 5 de julio de 1687 se publica el *Principia*, nombre con que comúnmente se conoce la obra de Newton. 2). En 1859, *El origen de las especies por medio de la selección natural, o la preservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida*, de Charles Darwin. 3). El artículo de Einstein del 30 de junio de 1905, publicado en la revista *Annalen Physik*, que contiene la teoría de la relatividad especial.

En un solo manual científico, Darwin nos legó: las bases epistemológicas de la biología como ciencia; la teoría de la evolución en sí misma; la transformación radical de las concepciones del hombre sobre su propio origen y su lugar en la naturaleza; el núcleo mismo del paradigma de la biología moderna, y el programa de investigación que ha regido a la biología y sus ciencias afines.

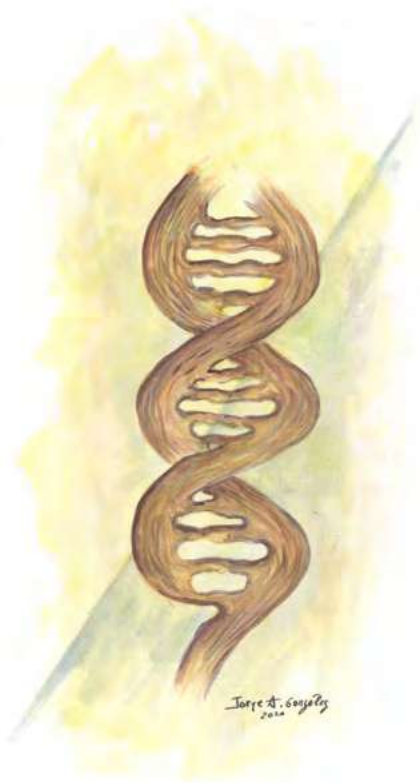
La teoría de la evolución sostiene: las especies no se originan espontáneamente, surgen por evolución de otras especies; el mecanismo de la evolución es la selección natural, y la supervivencia del más apto y la lucha por la existencia. Darwin transformó el conocimiento biológico en ciencia y explicó mucho, con poco. Sólo dos postulados: las especies devienen unas de otras y lo hacen por su mayor capacidad de adaptarse para la supervivencia. En la historia de la ciencia sólo existen pocas síntesis que son capaces de explicar tanto, con tan poco: el principio del heliocentrismo; la teoría de la gravitación universal; la relatividad especial y general; el concepto de número atómico y la estructura y función del ADN y el ARN.

Los físicos se interesaron en la biología y se cuestionaban: ¿cuáles son las posibilidades de la física y de la química para explicar la vida? Entre ellos, Erwin Schrödinger (1887-1961), físico austriaco que en su libro *¿Qué es la vida?* plantea una explicación que inicia un nuevo paradigma en biología. Pero los nuevos paradigmas no surgen por



Charles Darwin. Dibujo de Tabata Ayup de Alba, 2020.

Los físicos se interesaron en la biología y se cuestionaban: ¿cuáles son las posibilidades de la física y de la química para explicar la vida?



ADN. Acuarela de Jorge A. González, 2020.

Los nuevos paradigmas no surgen por generación espontánea, ni individualmente, tampoco brotan exentos de polémica y contradicciones. Se incuban.

generación espontánea, ni individualmente, tampoco brotan exentos de polémica y contradicciones. Se incuban. El nuevo paradigma en la biología tomó al menos 20 años.

Delbrück dejó la física y, atraído a la biología con el microbiólogo Salvador Luria (1912-1991), trabajó con la radiación para estudiar la mosca de la fruta, en particular las mutaciones y la estructura de los genes. Calculó el tamaño del gen que correspondía al de una molécula. Pero, ¿podría ubicarse el gen en una molécula? Él se inclinó hacia la manera en que se registra la información genética para que la vida se mantenga estable y el propio tiempo se modifique (evolucione). Aquí, la biología se traslada del organismo en su conjunto hacia sus células y sus moléculas, y de las estructuras hacia la información. Un gran cambio.

Luria tuvo entre sus discípulos y colaboradores al joven James Watson, codescubridor de la estructura molecular del ADN, quien se preguntaba: ¿el código genético efectivamente está contenido en una molécula? ¿Cuál es la molécula que contiene el código genético? Los genetistas tenían las ideas puestas en la proteína, pero Alfred Day Hershey (1908-1997) y Martha Chase (1927-2003), genetistas estadounidenses, propusieron en 1952 que la función genética se encontraba en el ADN y no en la cobertura proteica —he aquí el salto epistemológico—, pero sus trabajos no fueron recibidos por los genetistas. Delbrück no ceja y sigue con la noción de la información como foco de la búsqueda de la investigación. Después del descubrimiento del código genético, Bohr comentó que Delbrück le dijo que podría conducir a una revolución comparable al desarrollo de la física atómica que se inició con el modelo nuclear del átomo de Rutherford. El descubrimiento del código genético por Watson y Crick, en 1952, constituye la culminación de un paradigma.

En 1957 Francis Crick, biólogo molecular y neurocientífico británico, dio el golpe final con el desciframiento del papel del ARN como mensajero del código genético. Con estos dos resultados, la génesis de las especies, abría un nuevo camino hacia la posible conquista de dos fronteras del conocimiento: el origen de la vida y el problema de la conciencia. Nuevamente resultó cierta la expresión de Bachelard: “Lo real no es jamás —lo que pudiera creerse—, sino siempre lo que debiera haberse pensado”.

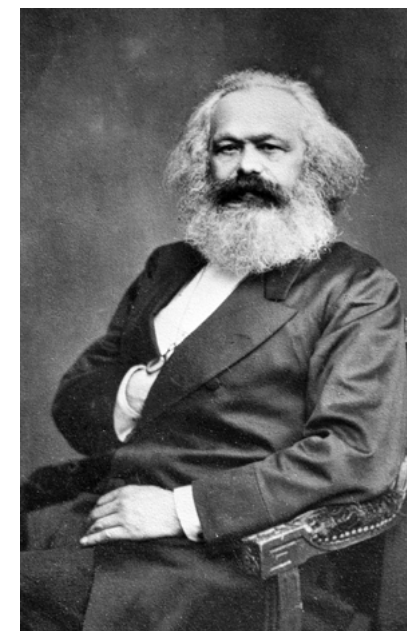
Carlos Marx: la ley del desarrollo de la historia humana y el modo de producción capitalista

TAL COMO DARWIN descubrió la ley del desarrollo de la naturaleza orgánica, Marx descubrió la ley del desarrollo de la historia humana. Este sencillo hecho, de que la humanidad necesita ante todo comer, beber, tener un techo y vestirse antes de llevar adelante la política, la ciencia, el arte, entre otras actividades, es la base sobre la cual han evolucionado las instituciones.

Marx también descubrió la ley específica del movimiento que gobierna el actual modo de producción capitalista. De pronto, el descubrimiento de la plusvalía arrojó luz sobre el problema, en cuyo intento de solución a todas las investigaciones anteriores, fueron simples tanteos. Los hallazgos económicos de Marx son: los conceptos *de valor* y *de valor de uso*; *de trabajo abstracto* y *de trabajo concreto*; *de plusvalía*. En la forja de su teoría construyó necesariamente una nueva terminología conceptual. Basándose en la plusvalía desarrolló la primera teoría racional del salario y nos aportó los rasgos fundamentales de una historia de la acumulación capitalista.

Louis Althusser y Etienne Balibar, en *Para leer el Capital* (pp. 87-160), concluyen: “1). Toda revolución (aspecto nuevo de una ciencia) en su objeto acarrea una revolución necesaria en su terminología. 2). Toda terminología está ligada a un círculo definitivo de ideas. 3). La economía política clásica estaba encerrada en un círculo definido por la identidad de su sistema de ideas y de su terminología. 4). Marx, al revolucionar la teoría económica clásica, necesariamente revolucionó la terminología. 5). El punto sensible de esta revolución tiene por objeto precisamente la plusvalía”.

La ruptura epistemológica de Marx con la economía clásica está en el concepto de plusvalía. De ello nos habla Engels en el prefacio al segundo libro de *El Capital*, en comparación con la historia de la química. Resumamos las tesis de este texto notable en palabras de Althusser: “1).



Karl Marx, circa 1875. Fotografía de John Jabez Edwin Mayall.

Los hallazgos económicos de Marx son: los conceptos de valor y de valor de uso; de trabajo abstracto y de trabajo concreto; de plusvalía.



Detalle del monumento a Marx y Engels en el centro de Berlín. Fotografía de Manfred Brückels, 2005.

La ruptura epistemológica de Marx con la economía clásica está en el concepto de plusvalía.

Priestley y Scheele, en pleno periodo de dominación de la teoría flogística, 'producen' un gas extraño que fue llamado, por el primero, aire deflogistizado, y por el segundo, aire ígneo". De hecho, era el gas que se debía llamar más tarde oxígeno. Sin embargo, anota Engels: "Ellos lo habían simplemente producido sin tener la menor idea de lo que habían producido". Es decir, sin poseer su concepto. Es por esto por lo que: "el elemento que iba a trastornar la concepción flogística entera y a revolucionar la química quedaba, en sus manos, condenado a la esterilidad". ¿Por qué esta esterilidad y esta ceguera? Porque "fueron incapaces de desprenderse de las categorías 'flogísticas' tal como las encontraron establecidas". Porque en lugar de ver en el oxígeno un problema, no veían sino "una solución". 2). "Lavoisier hizo todo lo contrario: partiendo de esta realidad nueva sometió a examen toda la química flogística. Puso así sobre sus pies toda la química que en su forma flogística andaba cabeza abajo". Es por esto, si se puede decir, por lo que sí los dos primeros "produjeron" el oxígeno, sólo es Lavoisier quien lo descubrió, dándole su concepto. Marx aparece, así, como un fundador de ciencia, comparable a Lavoisier

La aplicación de la fórmula de Marx. "Volver a poner sobre sus pies la química que andaba cabeza abajo" significa, sin ninguna ambigüedad posible en el texto de Engels: cambiar la base teórica, cambiar la problemática teórica de la química, remplazar la antigua problemática por una nueva problemática. Justamente, Engels muestra el otro lado de esta revolución: el empeñamiento en negarla de aquellos que la viven: "El viejo Priestley juró hasta su muerte por el flogisto y no quiso saber nada del oxígeno"; es que se quedaba, como Smith y Ricardo, en el sistema de ideas existente, rechazando el poner en duda la problemática teórica con la cual el nuevo descubrimiento acababa de romper.

Lo que la historia también evidencia es que la ciencia puede ejercer su oficio, sin experimentar la necesidad de hacer la Teoría de lo que hace. Sin duda, en el proceso educativo nos brincamos esta etapa del proceso de producción social del conocimiento científico. Esto es, la matemática en estado práctico la pasamos por alto, cuando este conocimiento es lo que permitiría a los alumnos desarrollar su propia práctica de teorización, pues nadie lo va a hacer por ellos.

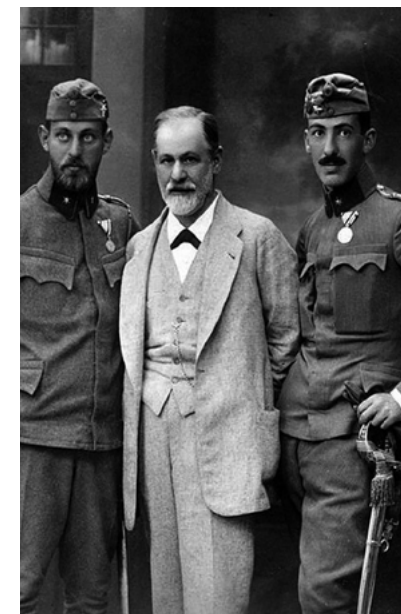
Sigmund Freud: del estudio del consciente al inconsciente

COPÉRNICO (1473-1543) Y GALILEO (1564-1642) pusieron a la Tierra en su lugar; no estaba en el centro de nuestro sistema planetario, como lo sostenía la teoría ptolemaica, ese sitio es del Sol. 200 años después, ahora, Darwin (1809-1882) puso al hombre en su lugar; este no era el centro de la creación, pues había evolucionado a partir del reino animal. Estos descubrimientos en su tiempo fueron considerados amenazantes. Para Freud fueron dos graves mortificaciones, heridas narcisistas de la humanidad, causadas por la ciencia.

Sigmund Freud, (1856-1939), fundador del psicoanálisis, al dar a conocer el tercer acontecimiento de descentración demostró: el humano no se conoce a sí mismo, que los actos no son completamente voluntarios porque una parte de la propia mente permanece oculta a su conciencia, y que existe una instancia oculta que también gobierna una parte de nuestra conducta. Una de las grandes contribuciones de Freud es el descubrimiento de la existencia del inconsciente como un sustrato de nuestra mente, así como su papel fundamental en nuestros pensamientos y conductas.

Freud identifica el origen del psicoanálisis con la idea de inconsciente. El descubrimiento de la naturaleza de los síntomas neuróticos a partir de un caso de histeria hecho por Josef Breuer, psicólogo austriaco (1842-1925), creador del método catártico para el tratamiento de las psicopatologías de la histeria, que basaba su trabajo terapéutico en la hipnosis, le permitió a Freud llegar al descubrimiento de la existencia y función del inconsciente. Esto a partir de un sinnúmero de concienzudas observaciones directas, obtenidas empíricamente.

La epistemología de Freud es causal. Por ello, deduce la existencia del inconsciente mediante el estudio causal de los síntomas de la neurosis. En estos síntomas de la neurosis obsesiva, que inicialmente eran consideradas representaciones e impulsos que no se sabía de dónde surgían, y siendo considerados en ocasiones por el mismo enfermo como energías omnipotentes llegadas de un



Sigmund Freud con sus hijos, 1916. A la izquierda Ernst y a la derecha Martin.

Una de las grandes contribuciones de Freud es el descubrimiento de la existencia del inconsciente como un sustrato de nuestra mente, así como su papel fundamental en nuestras conductas.

modo extraño o a través de espíritus que lo dominaban. Tales síntomas y representaciones condujeron a Freud a la convicción de la existencia del inconsciente psíquico.

El inconsciente fue inferido empíricamente por Freud. En palabras del propio autor: “Se trata, en primer lugar, de una viva experiencia, fruto de la observación directa, y luego, de la elaboración reflexiva de los resultados de la misma”. Al igual que la física y la biología, en sus tiempos, la psicología a finales del siglo XIX sufrió en su interior una ruptura. Antes de esa escisión, se proponía el análisis de la conciencia, el análisis de las ideas bajo la forma de la ideología; pero la aparición del psicoanálisis le hizo dar un gran salto, cambio el objeto de estudio: del consciente al inconsciente.

Freud demostró que el inconsciente existe más allá de lo patológico y forma parte de la estructura de los procesos mentales en las personas neuróticas, es decir, de cualquier persona normal, pues desde su postura la mayoría de las personas se clasifican como neuróticas. En el mundo actual, la existencia del inconsciente es una premisa de la psicología. En palabras de Freud: “Siempre que nos hallamos en presencia de un síntoma, debemos deducir la presencia en el enfermo de procesos inconscientes que contienen precisamente el sentido de dicho síntoma y viceversa. Es necesario que tal sentido sea inconsciente para que el síntoma se produzca. Los procesos conscientes no engendran síntomas neuróticos; pero, además, en el momento mismo en que procesos inconscientes se hacen conscientes desaparecen los síntomas”.

A partir del descubrimiento del inconsciente, Freud elabora una teoría del carácter y de la estructura de la mente. Construye un modelo que divide la mente en tres estratos: un nivel de superficie constituido por lo que comúnmente denominamos conciencia; un sistema preconscious que nos es accesible por voluntad, reflexión y asociación, incluso, sin ayuda externa; y finalmente, un sistema inconsciente que característicamente se oculta a nuestra conciencia y a nuestros esfuerzos conscientes y, por lo tanto, sólo es accesible mediante el psicoanálisis.

Este descubrimiento aún resulta inaceptable para una parte de la sociedad, del mismo modo que aquellos otros que en su tiempo fueron considerados amenazantes.



A partir del descubrimiento del inconsciente, Freud elabora una teoría del carácter y de la estructura de la mente.

Rectificar saberes: esto es, desalojar viejos conocimientos, no acrecentar los ya existentes

LOS GRANDES ACONTECIMIENTOS CIENTÍFICOS desarrollados a lo largo de la historia de la humanidad han enfrentado grandes crisis, pero la razón siempre las ha superado, a pesar de los grandes obstáculos que se le han presentado. Una de las primeras crisis que resolvió la ciencia fue la de los números irracionales. Los pitagóricos estaban convencidos que el mundo estaba hecho de relaciones simples entre números enteros, de números racionales. Para ellos, los números eran la esencia del universo. Incluso, pensaban que eran el medio para alcanzar la salvación.

Por eso, cuando se les presentaron los números irracionales, se les “cayó el mundo”, pues los pitagóricos eran una combinación de comunidad científica y hermandad religiosa. El descubrimiento de las magnitudes inconmensurables, que no podían expresarse como cociente de números enteros, eran la demostración de la irracionalidad. Ello exigía una revisión a fondo de sus fundamentos filosóficos y matemáticos. Este descubrimiento hizo añicos la fe pitagórica en los números. Descubrieron que la diagonal del cuadrado no podía medirse con el lado del mismo. Esto es, no había un número entero de veces. Lo que les provocó una gran crisis, tanto científica como religiosa. Todos los campos de la ciencia, antes fueron abordados por las religiones.

La epistemología sostiene que conocemos en contra de un conocimiento anterior. En este proceso destruimos el conocimiento anteriormente adquirido o superamos los obstáculos que se anteponen a la incapacidad de cuestionar. En este sentido, el mundo de la ciencia es el de la razón. Así sucedió con los irracionales. Hubo que superar que no todo eran números racionales, lo que generó un cambio profundo de sus fundamentos.

Para Bachelard, la discontinuidad es la clave de las fallas y rupturas porque la historia de los conceptos es la prueba de la rectificación de la base del saber. Todo proceso de producción teórica supone una rectificación crítica de lo



Composición digital de Gerd Altmann, 2016.

La epistemología sostiene que conocemos en contra de un conocimiento anterior. En este proceso destruimos el conocimiento anteriormente adquirido.



Composición digital de Gerd Altmann, 2016.

que es dado en estado práctico. En su libro *La formación del espíritu científico*, Gastón Bachelard se refiere a este fenómeno del conocimiento como *saber rectificado*: “Frente a lo real, lo que cree saberse claramente ofusca lo que debiera saberse. Cuando se presenta frente a la cultura científica, el espíritu jamás es joven. Hasta es muy viejo, tiene la edad de sus prejuicios”.

Por otra parte, Thomas S. Kuhn, en su obra *La estructura de las revoluciones científicas*, construye la noción de “paradigma” a fin de aplicarla a la historia del conocimiento científico. Encuentra que el desarrollo del conocimiento se basa en el cambio profundo de sus fundamentos y de lo que en un periodo se consideró como cuerpo de conocimientos; debido a su trascendencia, denomina “revoluciones” a estos cambios.

A su vez, Waldemar de Gregori, en su libro *Cibernética social*, sostiene que: “De acuerdo con la teoría de la relatividad, todos los sistemas son parte de una misma realidad que se presenta en niveles o estados diferentes de ser, pero todos intercambiables entre sí, bajo ciertas condiciones. Esta realidad es *energía*. Dicho de otra manera más simple, la energía se condensa o transmuta en materia, ésta en conciencia o pensamiento y viceversa”.

Y Eduardo Malagón, sobre este asunto, concluye: “Con base en estos conceptos de la rectificación y del paradigma, la tarea del educador debe estar más encaminada a modificar —o desalojar— viejos conocimientos que en acrecentar los ya existentes. De esto se desprende que la participación del alumno es el único camino para adquirir conocimientos. Solo él es quien habrá de rectificar sus saberes”. Todos los avances del conocimiento humano nos demuestran, según Malagón, en su libro *El espejo*, que el conocimiento es siempre un saber rectificado.

La teoría heliocéntrica modificó la posición de la Tierra en el sistema planetario. La dinámica newtoniana rectificó el saber que se tenía de la supuesta tendencia de los cuerpos al reposo. La relatividad einsteniana rectificó la física clásica. La mecánica cuántica rectificó nuestra noción cotidiana. Darwin ubicó al hombre en el reino animal y Marx y Freud hicieron lo propio en sus campos de conocimiento.

Para arrastrar el lápiz. Acuarela de Jorge A. González, 2020.	p.18
Cálculo. Composición digital de Gerd Altmann, 2020. Dominio público.	p.19
Números. Composición digital de Gerd Altmann, 2020.	p.20
Grabados de niños estudiantes durante la época victoriana. Autor sin identificar. Dominio público.	p.21
La cabeza y las facultades frenológicas. Grabado de O. S. Fowler, <i>circa</i> 1845. Wellcome Library. Londres. Creative Commons.	p.22
Hemisferio izquierdo. Dibujo de Elisa Riva, 2017. Dominio público.	p.23
Hemisferio derecho. Dibujo de Elisa Riva, 2017. Dominio público.	p.24
Mente y educación. Ilustración de Gordon Johnson, 2018. Dominio público.	p.25
Mente y desarrollo. Ilustración de Gordon Johnson, 2018. Dominio público.	p.26
Niño Triqui. Dibujo de Tabata Ayup de Alba, 2020.	p.27
Grabado de pies descalzos. Siglo <i>XIX</i> . Autor sin identificar. Creative Commons.	p.28
Composición digital de Marco Lachmann-Anke, 2010.	p.31
Composición digital de Jukka Niittymaa, 2016. Dominio público.	p.32
Incógnita escolar. Fotografía de autor anónimo, <i>s/f</i> . Dominio público.	p.33
La pieza que construye. Fotografía de autor anónimo, <i>s/f</i> . Dominio público.	p.34
Detalle del péndulo de Newton. Composición digital de Michal Jarmoluk, 2020. Dominio público.	p.35

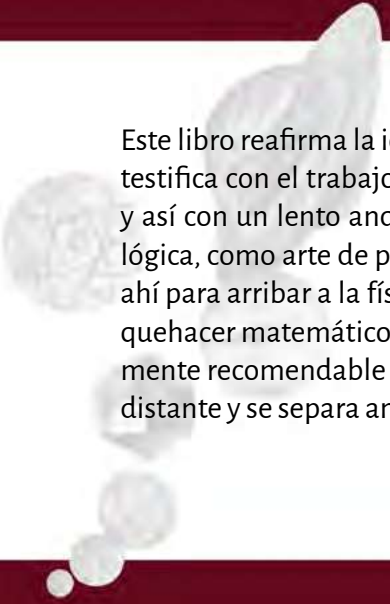
Ojo de Horus. Acuarela de Jorge A. González, 2020.	p.37	Immanuel Kant, <i>s/f. The Granger Collection</i> , Nueva York. Encyclopedia Britannica. Wikimedia. Creative Commons.	p.61
Representación de fracciones en el Ojo de Horus, 2006. Dibujo de Benoît Stella. Wikimedia Commons.	p.38	El tiempo. Ilustración de autor sin identificar, <i>s/f</i> .	p.62
Geometría y matemáticas. Composición digital de Gerd Altmann, 2015.	p.40	Kant y Sócrates. Dibujo de Tabata Ayup de Alba, 2020.	p.63
Cálculo. Dibujo de Tabata Ayup de Alba, 2020.	p.41	Aristóteles. Grabado de Samuel Jesi, <i>s/f</i> . Wellcome Library, Londres.	p.64
Geometría y matemáticas. Composición digital de Gerd Altmann, 2015.	p.42	Epicteto. Grabado de Johan de Noort, 1635. Wikimedia Commons.	p.65
Fórmulas matemáticas. Fotografía de Andrea Piacquadio. Dominio público.	p.43	San Anselmo de Canterbury. Grabado de George Glover, siglo XVII . Creative Commons.	p.66
Matemática. Fotografía Ian Pabelo. Dominio público.	p.45	Santo Tomás de Aquino. Pintura de Carlo Crivelli, 1476. National Gallery, Reino Unido. Wikimedia Commons.	p.67
Matemática. Fotografía Ian Pabelo. Dominio público.	p.46	Nicolás de Cusa. Pintura de Master of the Life of the Virgin, <i>circa</i> 1480. Creative Commons.	p.68
Fórmulas. Composición digital de Gerd Altmann, 2015.	p.47	Gottfried Wilhelm Leibniz. Pintura de Bernhard Christoph Francke, <i>circa</i> 1965. Colección: Herzog Anton Ulrich Museum, Alemania.	p.69
Relaciones entre líneas. Acuarela de Jorge A. González, 2020.	p.49	John Locke. Pintura de Godfrey Kneller, <i>s/f</i> . Acervo de Hermitage Museum, Rusia. Colección de Sir Robert Walpole, Houghton Hall, 1779. Wikimedia Commons.	p.70
<i>Mouse</i> . Acuarela de Jorge A. González, 2020.	p.50	George Wilhelm Friedrich Hegel. Pintura de Lazarus Gottlieb Sichling, <i>s/f</i> . Biblioteca de la Universidad de Leipzig. Wikimedia Commons.	p.71
Dibujo de Tabata Ayup de Alba, 2020.	p.51	Arthur Schopenhauer Johann Schäfer, 1859. Autor sin identificar. Biblioteca de la Universidad de Frankfurt, Alemania.	p.72
Composición digital de Gerd Altmann, 2015.	p.53	Friedrich Nietzsche, a los 17 años, en Naumburgo, Alemania. Fotografía de Ferdinand Henning, 1869. Wikimedia Commons.	p.73
Immanuel Kant. Grabado de J. Chapman, 1812. Wellcome Library, Londres.	p.56	Edmund Husserl, <i>circa</i> 1900. Fotografía con autor sin identificar. Wikimedia Commons.	p.74
Galileo Galilei. Grabado de Ottavio Leoni, 1624. Wikimedia Commons.	p.57	Composición digital de la agencia griega Intographics, 2016. Dominio público.	p.76
Descartes. Grabado de autor sin identificar, publicado en <i>The popular science monthly</i> , en 1890.	p.58		
Busto de Platón. Grabado de autor sin identificar.	p.59		
Tales. Grabado de Wilhelm Fredrik Meyer, 1875.	p.60		

Cabeza en trazo. Dibujo de Gerd Altmann, 2015. Dominio público.	p.77	Detalle de Tabla de arquitectura, 1728. Universal Dictionary of Arts and Sciences. James and John Knapton, et al., vol. 1. Wikimedia Commons.	p.94
Ciencia y tecnología. Composición digital de Pete Linforth, 2018. Dominio público.	p.78	Busto de Tales. Grabado de Wilhelm Fredrik Meyer, 1875. Ilustración de <i>Illustrerad verldshistoria utgifven av E. Wallis</i> . Volumen I: Thales.	p.95
Musky Tesla. Dibujo de Tabata Ayup de Alba, 2020.	p.79	Pitágoras. Dibujo de D. Cunego, 1782. Wellcome Library, London. Creative Commons.	p.96
Ejercicios aeroespaciales de SpaceX. Foto de Malik Venema. Dominio público.	p.80	Portada de la primera versión en inglés de Los Elementos, 1570. Por Charles Thomas-Stanford. Wikimedia Commons.	p.97
Elon Musk en la reapertura de la antigua planta de NUMMI, ahora Tesla Motors. Fotografía de Steve Jurvetson. Creative Commons.	p.81	Galileo Galilei. Grabado de Sarah K. Bolton. En <i>Famous Men of Science</i> . New York, 1889. Wikimedia Commons.	p.99
Elon Musk en la Reunión Anual de Tesla Motors, 2015. Fotografía de Steve Jurvetson. Creative Commons.	p.82	Isaac Newton. Retrato en grabado de Vanderbank, <i>circa</i> 1869. Museo Nacional de Ámsterdam, Holanda. Wikimedia Commons.	p.100
Cadena genética. Dibujo digital de Thor Deichmann. Dominio público.	p.83	Detalle de Atlas sive cosmographicae meditationes de fabrica mundi et fabricati figura, 1632. Aturores: Gerhard Mercator, Jodocus Hondius y	p.101
Cadena genética. Dibujo digital de autor anónimo. Dominio público.	p.84	Nicolás Copérnico. Grabado de autor desconocido, <i>s/f</i> . Wikimedia Commons.	p.103
Cadena genética. Ilustración digital de autor anónimo. Dominio público.	p.85	Johannes Kepler. Pintura de autor sin identificar, <i>circa</i> 1610. Copia de un original perdido de 1610 en el monasterio benedictino de Kremsmünster, Austria. Wikimedia Commons.	p.104
La esfera artificial, <i>s/f</i> . Grabado. Wikimedia Commons.	p.88	Galileo Galilei. Pintura de Domenico Tintoretto, <i>circa</i> 1605. Colección: Museo Marítimo Nacional, Londres. Wikimedia Commons.	p.105
Tabla periódica de los elementos. Fotografía de autor anónimo. Dominio público.	p.89	Las fases de Venus vistas por Galileo, dibujadas en su obra <i>Il Saggiatore</i> (El Ensayador). Roma, 1623. Biblioteca Nacional Central de Florencia, Italia. Wikimedia Commons.	p.106
A circle of winds, <i>s/f</i> . Grabado. Wikimedia Commons.	p.90	Tapa original de The method of fluxions and infinite series, de Isaac Newton, publicada en 1736. Wikimedia Commons.	p.108
Papiro matemático de Rhind, <i>circa</i> 1550 a. C. Colección: Museo Británico, Londres. Wikimedia Commons.	p.91		
Tablilla de arcilla durante el reinado de Amenhotep IV (ca. 1352-1336 a. C.), de la cultura egipcia. Museo Británico, Londres. Wikimedia Commons.	p.92		
Detalle de Tabla de arquitectura, 1728. Universal Dictionary of Arts and Sciences. James and John Knapton, et al., vol. 1. Wikimedia Commons.	p.93		

“¿Cuálos son los principios y causas del mundu?”. Grabado de Camille Flammarion, en <i>L. Atmosphere: Météorologie Populaire</i> , París, 1888. Wikimedia Commons.	p.109
Albert Einstein, 1 de marzo de 1929. Archivo Federal de Alemania. Wikimedia Commons.	p.110
Emisión de electrones. Composición digital de Gerd Altmann. Dominio público.	p.111
Mecánica cuántica. Composición digital de Gerd Altmann. Dominio público.	p.112
Mendeléiev, <i>circa</i> 1890. Fotografía publicada por Photographische Gesellschaft, Berlín, en 1910. Wikimedia Commons.	p.113
Robert Boyle, <i>circa</i> 1892. Grabado publicado en <i>Popular Science Monthly</i> , vol. 42. Wikimedia Commons.	p.113
John Dalton. Grabado de W. H. Worthington, 1823. Wellcome Library, Londres. Wikimedia Commons.	p.114
Avogadro Amedeo. Litografía de Doyen, 1856. Wikimedia Commons.	p.114
Charles Darwin. Dibujo de Tabata Ayup de Alba, 2020.	p.115
ADN. Acuarela de Jorge A. González, 2020.	p.116
Karl Marx, <i>circa</i> 1875. Fotografía de John Jabez Edwin Mayall. Colorización: Olga Shirnina. Wikimedia commons.	p.117
Detalle del monumento a Marx y Engels en el centro de Berlín. Fotografía de Manfred Brückels, 2005. Creative Commons.	p.118
Sigmund Freud con sus hijos, 1916. A la izquierda Ernst y a la derecha Martin. Autor sin identificar. Creative Commons.	p.119
Composición digital de Gerd Altmann. Dominio público.	p.121
Composición digital de Gerd Altmann, 2016.	p.122



Este libro se terminó de imprimir en octubre de 2020 en los talleres de _____. El tiraje fue de 1000 ejemplares más sobrantes para reposición. El cuidado de la edición estuvo a cargo de Iván Vartan Muñoz Cotera.



Este libro reafirma la idea de monumento geográfico con la matemática en su base, la testifica con el trabajo arquitectónico de diversas culturas en la creación de espacios, y así con un lento andar es en la Grecia clásica donde adquiere el sentido de verdad lógica, como arte de pensar sobre axiomas y reglas válidas. Hernández Vélez parte de ahí para arribar a la física y la astronomía como espacios construidos con la ayuda del quehacer matemático, diría yo, con su matematización. La lectura de este libro es altamente recomendable para quienes disfrutan de la aventura del viaje, donde se une lo distante y se separa analíticamente lo cercano.

Ricardo Cantoral.