

SoDoFi

Informativo

**BOLETÍN TRIMESTRAL DE LA
SOCIEDAD DOMINICANA DE FÍSICA**

EDITORIAL

La realidad social que vivimos en estos tiempos, entre otros factores, nos llevan a reflexionar sobre el rol de las instituciones en el ámbito en el cual subsisten. En este sentido, al presenciar el informe anual presentado recientemente por la Directiva actual de la Sociedad Dominicana de Física (SoDoFi), es necesario hacer un alto y reconocer el arduo trabajo que ha venido realizando. Al ver la humildad con la cual se mostraron las diversas acciones realizadas por todos los colaboradores de SoDoFi y la transparencia con la cual se presentó el informe financiero, hay que reconocer que no todo está perdido y que definitivamente, la voluntad de avance de unos pocos puede producir resultados para beneficiar a muchos, y que existen sectores de nuestra sociedad que están en la disposición de hacer lo correcto, como lo es el caso del sector científico al cual pertenece SoDoFi.

Los resultados visibles son pocos comparado con el esfuerzo y el trabajo que un pequeño grupo, pero con gran ímpetu, realizan cada día con la intención de desarrollar una SoDoFi fuerte y promisoría, cimentada sobre bases sólidas. El próximo reto es el Congreso Internacional de la Sociedad Dominicana de Física "CI-SoDoFi-2020", para el mismo se necesita contar con la colaboración de todos los miembros, además de otros sectores que son claves para brindar el apoyo financiero que SoDoFi necesita para seguir creciendo y hacer el trabajo para la cual fue creada.

Eclesiastés habla sobre la importancia de no estar solo y tener a alguien con quien contar para que pueda levantar al otro, si llega a caer. Con base en esa suposición, llamamos a cada miembro de SoDoFi a unirse cada día al trabajo y mostrar su verdadera pasión por la Física.

Síguenos en:     @sodofird



Comité Editor

Emma Encarnación, EdD
Miembro pleno de SoDoFi
Investigadora/Profesora Escuela de Física
Universidad Autónoma de Santo Domingo
Universidad APEC

Diagramación

Nelphy de la Cruz, MSc
Miembro pleno de SoDoFi
Investigadora/ Profesora Escuela de Física
Universidad Autónoma de Santo Domingo

Autores

Emma Encarnación, EdD
Miembro pleno de SoDoFi
Investigadora/Profesora Escuela de Física
Universidad Autónoma de Santo Domingo
Universidad APEC

Fernando Manzano, MSc
Miembro asociado de SoDoFi
Universidad APEC

Contacto-Edición

Juan M. López Encarnación, PhD
Web: www.sodofi.org
E-mail: Info@sodofi.org
Sociedad Dominicana de Física, SoDoFi

Av. José Contreras, 11-B, Ens. La Julia,
P.O. Box 1528
Santo Domingo, República Dominicana
Tel: +1 809-689-0940

RETOS DE LA COMPUTACIÓN: CLÁSICA Y CUÁNTICA

Por Fernando Manzano

INTRODUCCIÓN

Las expectativas, dudas y preguntas, en las áreas de investigación, ciencia, academia, industria y sociedad (usuario final de todo desarrollo), surgidas a raíz de la aplicación de los conceptos Físicos como fundamento para el desarrollo de la computación cuántica y sus ramas como la encriptación y comunicaciones cuánticas constituyen tema de profundo interés. Esas expectativas se refuerzan con las reflexiones que nos han dejado las pasadas revoluciones tecnológicas, vividas de manera exponencial por la humanidad en las últimas épocas.

¿POR QUÉ COMPUTACIÓN CUÁNTICA?, ¿QUÉ SUCEDE CON LA CLÁSICA?

La línea del tiempo: **Números** → **Ábaco** → **Regla de cálculo** → **Calculadoras Mecánicas** → **Eléctricas y Electrónicas (Análogas y Digitales)** → **Computadoras Mainframe (Tubos al vacío, Transistores, compuertas lógicas, Microprocesadores)** → **Almacenamiento (Papel, Tarjetas, Magnético, Estado sólido,...)** → **Computación Personal** → **Supercomputación** → **Computación Distribuida** → **Computación en la Nube** → **Internet de las Cosas...** nos revela que con cada avance, un impacto cada vez más intenso se aplicó al modo de vida, generando nuevos desafíos y retos de adaptación.

Este vertiginoso desarrollo tecnológico ha dinamizado múltiples actividades cotidianas (incremento de productividad) y ha redefinido la interacción en dichas áreas.

Paralelamente con ella, el tratamiento de los datos evolucionó, desde la simple acumulación de *datos valiosos*, al concepto de *análisis de datos*, para generar *información*, luego al *de conocimiento* ("Knowledge Bases") y subsecuentemente al de *Gestión del conocimiento* ("Knowledge Managment") a tal punto que en la última década se impone el concepto de **Economía del Conocimiento**. Cada nueva capa de eficiencia que se sobrepone a la anterior se fundamenta en tres impulsores: mayor velocidad de procesamiento, mayor ancho de banda en las comunicaciones y mayor capacidad de almacenamiento con las siguientes restricciones de diseño aplicadas: Mínimo Consumo Energético, Mínimos Tamaño y Peso físicos de los dispositivos, Mínimo impacto ambiental (según normas, esto es otra discusión).

Ahora bien, existiendo un mínimo factible para las restricciones físicas y eléctricas mencionadas, lo cual se comprueba al observar la reducción paulatina de los tamaños en la fabricación de semiconductores a lo largo del tiempo (**Tabla 1 y Figura 1, 1971 al 2018**), la industria se ha preparado para hacer frente al límite de esta tecnología digital (Computación Clásica), basada en el uso de germanio, silicio y otros materiales semiconductores de estructura molecular tetraédrica junto a la técnica de dopaje.

Frente al final de la ley de Moore, y con la creciente necesidad de resolver problemas complejos para la sociedad como: La Optimización de múltiples variables, Eliminación del carbono atmosférico en pro del medioambiente, Simulación de la Catálisis e inhibición químicas, La Cura de enfermedades catastróficas, simulando su comportamiento molecular y celular, El Desarrollo y manejo eficiente de la energía limpia, aceleración del procesamiento y precisión de las imágenes de resonancia magnética (MRI), para poder diferenciar mayor cantidad de tejidos del cuerpo humano, entre otros problemas físicos, matemáticos y químicos, que tomarían cientos o miles de años resolver, usando la computación clásica, queda claro que la ciencia y la tecnología demandan un nuevo paradigma de computación que permita reducir drásticamente el tiempo de procesamiento para tal tipo de problemas. La respuesta se busca en las formulaciones de la física cuántica (CC – COMPUTACIÓN CUÁNTICA). Algunas iniciativas han sido emprendidas por algunas corporaciones de países desarrollados, p. ej. **NASA, Google (con D-Wave), IBM (con IBM-Q).**

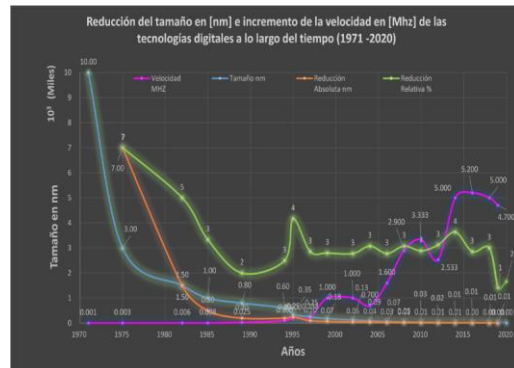


Figura 1. Gráficas líneas de tiempo evolución de la Tecnología

Año	Tamaño nm	Reducción Absoluta nm	Reducción Relativa %	Procesadores tipos	Marcas	Velocidad MHz	Pequeño Bits	CPU Tech Size μm / nm
1971	10,000.00			4004	Intel	0.745	4	10 μm
1975	3,000.00	7,000.00	70.00	CFR600	General Instrument	2.200	36	5 μm
1982	1,500.00	1,500.00	50.00	80286	Intel	4.000	36	1.5 μm
1985	1,000.00	500.00	33.33	R2000	MIPS	8.000	32	2 μm
1989	800.00	200.00	25.00	8800	Intel	25.000	32	1 μm
1994	600.00	200.00	33.33	PS-700LC	Hewlett Packard	100.000	32	750 nm
1995	350.00	250.00	71.43	Pentium Pro	Intel	300.000	32	350 nm
1997	250.00	100.00	40.00	K5	AMD	220.000	32	250 nm
1999	180.00	70.00	38.89	Adione	AMD	1,000.000	32	150 nm
2002	130.00	50.00	38.46	Itanium 2	Intel	1,000.000	32	130 nm
2004	90.00	40.00	44.44	PowerPC 604	IBM	700.000	32	130 nm
2006	65.00	25.00	38.46	Itanium "Meridian"	Intel	1,000.000	64	90 nm
2008	45.00	20.00	44.44	Cytron "Shanghai"	AMD	1,000.000	64	65 nm
2010	32.00	13.00	40.62	Intel "Westmere"	Intel	3,200.000	64	32 nm
2012	22.00	10.00	45.45	Itanium "Poulson"	Intel	2,000.000	64	32 nm
2014	14.00	8.00	57.14	POWER8	IBM	5,000.000	64	22 nm
2016	10.00	4.00	40.00	i5 6	IBM	5,300.000	64	14 nm
2018	7.00	3.00	42.86	SPARC M6E56	Oracle	6,000.000	64	20 nm
2019	6.00	1.00	16.67	Epyc 7	AMD	6,700.000	64	7 nm
2020	5.00	1.00	20.00					

Tabla 1. Línea del tiempo en la Evolución de la Tecnología Semiconductores

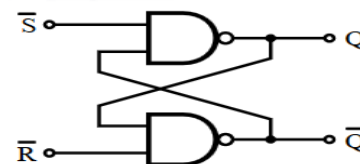
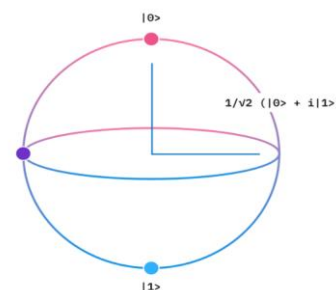


Figura 2. Esquema Bi estable No R No S con NAND GATES



$$|\varphi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(|0\rangle + |1\rangle)$$

	Polarización rectilínea	Polarización diagonal
Estado $ 0\rangle$ Fotón polarizado en 0° o 45°	←→	↗↘
Estado $ 1\rangle$ Fotón polarizado en 90° o 135°	↕	↙↘

Figura 4 Estados Lógico – cuánticos posibles

RETOS DE LA COMPUTACIÓN: CLÁSICA Y CUÁNTICA

Por: Fernando Manzano

BITS Y QBITS

Para contextualizar, he aquí algunos puntos de las bases lógicas en computación digital (clásica), para posterior comparación con los fundamentos matemáticos de la lógica cuántica y sus aplicaciones. Sin adentrarse al sistema binario y el álgebra de Boole, es sabido que el elemento principal constitutivo de un BIT es el circuito electrónico llamado Flip-Flop (esquema Bi – estable o Trigger, **Figura 2**) el cual a su vez está implementado en compuertas lógicas de transistores. La base canónica está formada por las compuertas AND, OR, NOT, XOR, entre otras bases como la NAND, NOR, NXOR, con las cuales se construyen funciones conmutables y también circuitos retroalimentados como los Flip-Flops capaces de almacenar controladamente información por el tiempo requerido.

Al igual que en la clásica también en la lógica cuántica, la información se representa con 2 estados estables del **QBIT** $|0\rangle$ y $|1\rangle$, relacionados matemáticamente, mediante una combinación lineal como sigue: $|\varphi\rangle = \alpha|0\rangle + \beta|1\rangle$, donde, α y $\beta \in \mathbb{C}$ y $|\alpha|^2 + |\beta|^2 = 1$. Siendo $|\alpha|^2$ la probabilidad de que al medir el **QBIT**, este sea igual a $|0\rangle$ y $|\beta|^2$ la probabilidad de que sea igual a $|1\rangle$. Los factores α y β se denominan amplitudes de probabilidad, y son importantes para la criptografía cuántica porque con ellos se crean todos los ángulos de polarización diferentes a 45 grados, lo cual se logra con la suma de $|\varphi\rangle = \frac{1}{\sqrt{2}}(\alpha|0\rangle + \beta|1\rangle)$ (**Figura 3**), luz polarizada a medio camino entre el horizontal y el vertical (**Figura 4**). Además de los dos estados estables mencionados un **QBIT** puede también estar en un estado de superposición, es decir en $|0\rangle$ y $|1\rangle$ al mismo tiempo, hasta que es medido y colapsa en uno de ellos.

CONCLUSIÓN PRIMERA PARTE

Han sido repasados los conceptos sobre: lógica booleana, los límites tecnológicos de la electrónica digital, las razones por las cuales un nuevo modelo de computación (CC) ha emergido respondiendo las exigencias actuales. En la siguiente parte de este tema se abordarán con cierto detalle, la lógica y sus compuertas cuánticas, necesarias para abordar la solución a los problemas enumerados más arriba. Para finalizar se enumeran varios puntos importantes del estado actual de la computación y la criptografía cuánticas.

1. Estamos en los preliminares de la computación cuántica en sentido de Hardware. La mayor CC creada al momento es de 50 QBITS (**IBM-Q**). Para tener una idea: con 30 QBITS se ejecutan 10 Teraflops (10^{13} operaciones de punto flotante por segundo). La cantidad equivalente de Bits clásicos necesarios sería aproximadamente de 4,295 bits en 67 Núcleos de Procesador.
2. La encriptación Cuántica está más avanzada pues los algoritmos cuánticos pueden ser simulados en computadoras clásicas y de hecho, para determinados problemas se comportan más eficientemente que los clásicos.
3. Los medios de construcción de los QBITS actualmente son básicamente dos (trampa de Iones y resonancia magnética, ambos con superconducción y criogenia en ciertas etapas)

En el siguiente artículo se definirán las compuertas cuánticas como:

- Negación: **X**, Cambio de Fase y Cambio General: **Z**, **R_k**
- Puerta de Hadamard: **H**, Negación Controlada: **ΛX**
- Intercambio de QBITS: **S**, Función Booleana **f**: **U_f**
- Entre otros conceptos como Entrelazamiento Cuántico, Superposición, Ecuación de Onda, Principio de Incertidumbre, *Majorana Zero Mode*, etc., para crear la base necesaria para la comprensión del funcionamiento de los algoritmos y compuertas cuánticas.

Se hará una introducción al lenguaje QISKIT de IBM-Q y Q-Sharp (Q#) de Microsoft, los cuales son usados para programar aplicaciones mediante los “diagramas de circuitos cuánticos” conocidos. Recomendamos revisar la bibliografía para mejor interacción con el contenido del próximo artículo.

Cualquier aportación o comentario será agradecido y proponemos de ser de su interés la creación de un grupo de estudio para esta rama de la computación que está ya sentando las bases para la venidera ECONOMÍA CUÁNTICA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- http://www.semiconductor.net/article/278328-Samsung_s_Kim_Claims_No_Limit_to_Scaling.php
- <https://www.tokendesk.io/quantum-computing-state-art/>
- <https://tatourian.blog/2018/07/02/state-of-the-art-in-quantum-computing/>
- Grangier, P (2001), "Reconstructing the formalism of Quantum Mechanics in the 'contextual! Objectivity' point of view", Los Alamos National Laboratory, arXiv.quant-ph/0111154v1.
- Birkhoff, G.; y Von Neumann, J. (1936), "The Logic of Quantum Mechanics", *Anna's of Mathematics*, 37, pp 823-843
- BOLETÍN TRIMESTRAL DE LA SOCIEDAD DOMINICANA DE FÍSICA PAG. 03. MAR. 2019 | VOL. 15 NUMERO 01
- «End of Moore's Law: It's not just about physics». CNET. Agosto de 2013.
- Fuechsle, Martin; et al. (2010). «Spectroscopy of few-electron single-crystal silicon quantum dots». *Nature Nanotechnology* 5 (7): 502-505. doi:10.1038/nnano.2010.95.
- Ng, Jansen (mayo de 2010). «Researchers Create Seven Atom Transistor, Working on Quantum Computer». *Daily Tech*. Archivado desde el original el 27 de diciembre de 2013. Consultado el 5 de febrero de 2014.
- Jozef Gruska, *Quantum Computing* (1999) ISBN: 0-07-709503-0

ACTIVIDADES DEL TRIMESTRE



El 6 de septiembre del 2019, Dr. Domingo Vladimir Pérez Veloz, miembro de la Sociedad Dominicana de Física (SoDoFi), formó parte de la delegación dominicana que participó en la Olimpiada Iberoamericana de Física 2019, celebrada en El Salvador.

El viernes 13 de septiembre del 2019, la Sociedad Dominicana de Física (SoDoFi), en coordinación con la Escuela de Física de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), dio inicio al curso introductorio de Teoría de Grupos. Facilitador: Prof. Vinicio Romero, MSc, Secretario de Enseñanza de SoDoFi.

En septiembre 2019, el Grupo especializado en Física Estadística inició la coordinación de una agenda seminarios y cursos en Física y Matemáticas impartidos inicialmente por el Dr. José A. Scott y con el apoyo de la Escuela de Física de la Universidad Autónoma de Santo Domingo, en la persona de su Director, Mtro. José Ferreira y el Decano de la Facultad de Ciencias, Mtro. Radhamés Silverio.

El 3 de octubre del 2019, el Grupo especializado en Física Atmosférica y de la Tierra, invitó a la presentación del libro Calentamiento Global: La huella humana, obra del Dr. Rafael Méndez Tejeda, Director del Laboratorio de Ciencias Atmosféricas de la Universidad de Puerto Rico en Carolina. Esta presentación se realizó en Edificio de Postgrado de la Universidad INTEC.

En el mes de octubre, SoDoFi y la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD) nominaron al "Premio al Emigrante Dominicano Sr. Oscar de la Renta" al Dr. Juan Manuel López Encarnación, Director de Comunicaciones de SoDoFi y profesor del Departamento de Matemática-Física, Universidad de Puerto Rico, Cayey, por su trayectoria académica y científica fuera del país.

El 16 de noviembre del 2019, la Sociedad Dominicana de Física (SoDoFi) presentó su informe anual (2018-2019). Dicha actividad se realizó en el aula FC-102 de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD).

El 19 de noviembre del 2019, la Sociedad Dominicana de Física (SoDoFi) y la Academia de Ciencias de la República Dominicana (ACRD) firmaron un acuerdo de colaboración que busca fortalecer y desarrollar actividades que promuevan una de las ciencias fundamentales, la Física, en todo el territorio nacional.

El 28 de noviembre del 2019, la Mtra. Nelphy de la Cruz, miembro de SoDoFi y coordinadora del Grupo especializado en Física Estadística, asistió y presentó trabajos en el XIV Seminario Intensivo "Materia Condensada y Física Estadística" SIMAFE-2019, celebrado en Chile.

¡Únete y transmite tu pasión por la Física!



Delegación Dominicana que participó en la Olimpiada Iberoamericana de Física 2019



Curso Introductorio en Teoría de Grupos



Curso de Gravitación y Relatividad



Informe anual de la Sociedad Dominicana de Física, SoDoFi, período 2018-2019

