

AÑO INTERNACIONAL DE LAS CIENCIAS BÁSICAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE:

FÍSICA PARA LA CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL?

INTERNATIONAL YEAR OF BASIC SCIENCES FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT: PHYSICS FOR THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION

DR. SC. HUGO PÉREZ-ROJAS^a, DRA. GRETTEL QUINTERO-ANGULO^b

a) Instituto de Cibernética Matemática y Física, ICIMAF.

b) Facultad de Física, Universidad de La Habana.

La Asamblea General de las Naciones Unidas declaró el 2022 como “Año Internacional de las Ciencias Básicas para el Desarrollo Sostenible”. Esta celebración fue propuesta por la Unión Internacional de Física Pura y Aplicada (IUPAP) con el objetivo de resaltar el papel crucial de las ciencias básicas para el desarrollo, promover la toma de decisiones basada en evidencia y lograr que la ciencia sea vista como un bien público global¹.

Podemos considerar como ciencia básica a toda investigación que se realice sin fines prácticos inmediatos, con el objetivo de incrementar el conocimiento sobre los principios fundamentales de la naturaleza, y mejorar las teorías que la describen. La ciencia básica incluye las investigaciones acerca de los fundamentos de la Física, la Matemática, la Química y las Ciencias Biológicas, y ayuda al ser humano a expandir su cosmovisión y su comprensión de la realidad y de sí misma, o mismo. Al no buscar una aplicación directa, podría parecer contradictorio hablar de “ciencias básicas para el desarrollo sostenible”. Pero este no es más que un error común cuando se ignora que uno de los grandes valores de la investigación básica es la generación en paralelo de ideas, modos de hacer y resultados de enorme valor aplicado.

Tal es el caso de la tecnología del *World Wide Web*, que sustenta el INTERNET, y que fue desarrollada en el CERN a inicios de los años 90: su objetivo inicial era proveer a los investigadores de este centro de un sistema interno de comunicación y acceso a distintos tipos de información, y sólo después sus inventores comprendieron las enormes potencialidades de su sistema. Es lo que está sucediendo en estos momentos con la comunicación y la computación cuántica. Ambas prometen causar en el futuro no muy lejano una revolución en los paradigmas de la informática. Sin embargo, sus bases fueron establecidas a comienzos de la década de 1980, cuando los experimentos iniciados por Alain Aspect resolvieron la paradoja Einstein-Podolski-Rosen (1935) en favor de la mecánica cuántica convencional, demostrando la ocurrencia del entrelazamiento cuántico y la

no-localidad². Cabe mencionar aquí también que Watson y Crick, descubridores de la estructura helicoidal del DNA –uno de los hallazgos científicos con más aplicaciones presentes y futuras– confesaron en una ocasión que su interés en la genética fue influido fuertemente por el libro *What is Life?* donde Erwin Schrödinger analiza los sistemas vivientes desde el punto de vista de la física fundamental³. Y es que cuando los investigadores se entrenan en la solución de problemas situados en las fronteras del conocimiento, se crean herramientas para pensar y deducir resultados con mayor alcance y profundidad, y con ello se abren caminos para el desarrollo de nueva ciencia y tecnología.

Decía Abdus Salam, premio Nobel y fundador del Centro Internacional de Física Teórica (ICTP), que la Física es “la ciencia de la riqueza”⁴. De acuerdo con él, un país solo puede alcanzar la riqueza cuando domine y aplique la ciencia y la tecnología modernas, y para ello es imprescindible un alto dominio de la Física en todos sus aspectos que permita la preparación de buenos ingenieros y tecnólogos. Precisamente por esto, en el mundo se realizan actualmente investigaciones básicas en todas las áreas de esta ciencia, desde las altas energías y la materia condensada, hasta la astrofísica y la cosmología, pasando por un gran abanico de temas que comprende, entre otros, la computación y comunicación cuánticas, la física de aislantes, los superconductores topológicos, la ciencia de materiales, la biofísica, etc. Dichas investigaciones se llevan a cabo tanto en el ámbito teórico como en el experimental u observacional.

Pero, ¿cómo se inserta Cuba en este contexto? En la Física básica cubana priman las investigaciones teóricas y estas, a su vez, se concentran en un número bastante reducido de instituciones y grupos de investigación. Entre ellos destaca el Instituto de Cibernética, Matemática y Física (ICIMAF), cuyo foco inicial en la teoría cuántica de campos a temperatura finita se ha ido expandiendo con los años hacia la materia condensada, las altas energías, la gravitación, la astrofísica y la biofísica. La Facultad de Física de

¹ Año internacional de las Ciencias Básicas para el desarrollo sostenible 2022 – Consejo Científico Internacional. <https://council.science>

² Ver, por ejemplo, A. Aspect “Quantum mechanics: to be or not to be local”. *Nature* 446, 866 (2007).

³ Ch. Moberg “Schrödinger’s What is Life? —The 75th Anniversary of a Book that Inspired Biology”. *Angew. Chem.* 132, 2570 (2019)

⁴ Choi Heng Lai (ed.) “Ideas and realities: selected essays of Abdus Salam” (2nd edition). World Scientific, 1987.

la Universidad de La Habana realiza investigación básica conectada a áreas como el estado sólido, la ciencia de materiales, la física de semiconductores, las nanociencias, las energías renovables, los materiales ferroeléctricos, la física atómica y molecular, los sistemas complejos, así como en temas de biofísica en colaboración con el polo científico del oeste de la Habana. También dentro de la Universidad de La Habana está el Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas (INSTEC), que realiza investigaciones en los ámbitos de la física atómica y molecular, la física nuclear y la física de partículas (modelos de materia hadrónica y de quarks). Tenemos el centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN), especializado en física nuclear, física de neutrones y la interacción de la radiación con la sustancia, que en los últimos años se ha insertado en investigación básica asociada a un gran acelerador de partículas internacional. Fuera de la capital, existe el Laboratorio de Ciencias Planetarias de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, en relación con temas como cosmología y astrobiología; y el Grupo de Estudios Avanzados de la Universidad de Camagüey en el área de teoría de campos y relatividad general. En la Universidad de Oriente se trabaja en Biofísica y Materiales Avanzados –desde superconductores hasta ferroeléctricos. Durante los últimos dos años, algunos físicos cubanos han realizado investigación de alto impacto en la lucha contra la epidemia de COVID-19, donde se destaca el uso innovador de la llamada "Big Data".

En todos estos grupos de investigación se mantiene, a partir de grandes esfuerzos, un nivel de trabajo regular y competitivo que es reconocido internacionalmente. Sin embargo, los caminos de la Física básica en Cuba no siempre han sido fáciles. Además de las dificultades impuestas por la situación económica del país, que incluyen una continua falta de recursos y la "fuga de cerebros" hacia otros países o hacia otros ámbitos profesionales dentro de la Isla, las investigaciones en Física básica en Cuba han debido enfrentar, a lo largo de decenios, un alto grado de incompreensión por parte de algunos decisores dentro y fuera del ámbito científico. Estas personas tienden, por un lado, a dar prioridad a ciertas investigaciones por el sólo hecho de llamarse a sí mismas "aplicadas". Se suele desconocer que estamos en la era de la economía del conocimiento y que todo el conocimiento tiene un valor económico. Por otro lado, se tiende también a dar mucha más importancia a algunas investigaciones básicas que a otras, y a no tomar en cuenta el criterio de los expertos de las ramas que no son "priorizadas". Ahora bien, decir que el resto de la vida del país no recibe el aporte de esta actividad sería

incorrecto e injusto: es frecuente la consulta por parte de otros científicos y tecnólogos a las personas que trabajan en las áreas de mayor alcance teórico, o bien la investigación voluntaria de nuestros científicos en problemas de emergencia, como ocurrió recientemente en la pandemia de COVID-19.

Además del desconocimiento acerca de cómo funciona la ciencia a nivel mundial, a esta incompreensión contribuyen, de manera muy significativa, la escasa tradición cubana en el campo de la Física, que genera cierta desconfianza hacia nuestra capacidad para desarrollarnos exitosamente en ella, y la creencia de que algunas de sus ramas, como la astrofísica, la cosmología o la física de altas energías, son un lujo que los países pobres no pueden darse. Esta manera de pensar trasciende el ámbito académico y se relaciona con el hecho de que, en determinados aspectos, el sistema educacional cubano incluye una física relativamente atrasada, y en muchos casos impartida por profesores deficientemente preparados, o simplemente inexistentes. Por ello urge llevar su enseñanza, desde la primaria a la universitaria, al siglo XXI. Una estrategia para hacerlo es impartir sistemáticamente seminarios y cursos a los profesores de Física y Ciencias Naturales de todos los niveles, algo que ya se ha comenzado a hacer desde hace algunos años en la Facultad de Física de la Universidad de La Habana con profesores de preuniversitario. Pero también es necesaria una labor de divulgación mucho más activa que fomente el conocimiento y el respeto hacia todas las ramas de la ciencia.

En una época donde una cuarta revolución industrial, marcada por la convergencia de tecnologías digitales, físicas y biológicas y que promete la total automatización y autorregulación de los procesos productivos, es casi inminente, el acceso a la cultura científica debe considerarse también como un derecho de los seres humanos. Ya no se trata solamente de que las personas interesadas tengan la oportunidad de acceder a la información requerida para hacerse una idea, por ejemplo, de la esencia de la teoría de la relatividad o de la mecánica cuántica, sino que esto es cada vez más necesario si se quiere comprender el mundo en el que estamos viviendo. Por otra parte, nuestras autoridades de la ciencia deben plantearse seriamente trabajar por la consolidación de los grupos de investigación básica existentes y fomentar la creación de otros, a fin de continuar y diversificar los temas en que estas se realizan.

Las investigaciones básicas son siempre una mirada a futuro. A largo plazo, son la única forma de lograr verdaderamente el desarrollo y la independencia económica de un país.