

JOSE IGNACIO RUIZ

Miembro de la Academia, Exdirector del Instituto Geográfico "Agustín Codazzi".

"La Física general está en el estado de desarrollo en que se hallaba la Astronomía después de Kepler y antes de Newton: se conocen experimentalmente sus leyes, pero no han sido interpretadas correctamente".

Julio Garavito Armero.

La ciencia moderna, a medida que enriquece su acervo de conocimientos, va oscureciendo, en vez de aclarar, el enigma del Universo. Tiene razón el profesor Francisco Biosca cuando dice: "Nuestros conocimientos son cada vez mayores, pero poseemos ideas menos claras". Lo mismo Eddington cuando opina que "todo el trabajo que se ha hecho desde 1900 hasta nuestros días no es sino un trabajo de desmonte, de demolición". Ciertamente, de "demolición", con el objeto de levantar sobre cimientos más sólidos el nuevo edificio de la ciencia. Empero, dónde está el Arquitecto?

Hasta mediados del siglo XIX todo era claro, lógico, armonioso, con excepción de leves nubecillas. La óptica, la termodinámica, la electricidad, la química, la mecánica celeste, todas parecían asentarse sobre bases firmes. Especialmente la última que celebró, en 1846, el triunfo espectacular del descubrimiento de Neptuno, sobre el papel, por Leverrier, con base en las fórmulas de Newton.

"La materia es indestructible"; "el espacio es euclídeo"; "el espacio y el tiempo son absolutos"; "el éter, vehículo de la luz, colma el Universo y los espacios intermoleculares". Todo esto eran verdades no sujetas a discusión, unánime y apaciblemente aceptadas.

Empero, en la segunda mitad de dicho siglo comienza a ensombrecerse aquel tranquilo panorama. Las experiencias hechas por Fizeau (1851) sobre la velocidad de la luz no armonizan con los resultados obtenidos por Bradley, en 1727, cuando descubrió la aberración de la misma. Y el célebre experimento efectuado por Michelson y Morley, en 1879, para deducir la velocidad de traslación de la Tierra a través del éter, y repetido después muchas veces, está en aparente contradicción con las dos primeras conclusiones. El éter, ese misterioso elemento portador de la luz, inventado a la fuerza por los físicos, se comporta de manera bien diferente en cada uno de los tres casos. Con Bradley permanece inmóvil, con Fizeau se desliza parcialmente, y con Morley y Michelson se arrastra en forma total.

Mientras tanto, se precipitan en catarata hallazgos maravillosos. Planck descubre en sus laboratorios el cuanto elemental de acción que demuestra que la energía térmica radiante no es una corriente continua sino que fluye por medio de saltos. Se descubren el radium y la radioactividad, vale decir, la desintegración de la materia y la transmutación de la misma (sueño de los alquimistas!). Thomson comprueba que la electricidad es corpuscular y que la corriente eléctrica no es otra cosa que transporte de electrones. Se encuentra, asimismo, que el electrón (mínima carga eléctrica negativa unida a la mínima masa) es un elemento constitutivo de la materia y que las propiedades de ésta dependen, principalmente, del número y disposición de tales partículas.

Rutherford y Niels Bohr conciben entonces el átomo como un sistema planetario en miniatura, bella y poética concepción, digna de prevalecer, pero que ha encontrado tremendas dificultades y se está desvaneciendo, infortunadamente, en una verdadera niebla de hipótesis. Einstein plantea su trascendental ecuación $e=mc^2$ que gobierna la transformación de la materia en energía y que tan dolorosa comprobación tuvo en Hiroshima y Nagasaki hace tres lustros. Aplica el criterio de Planck a la luz y encuentra los fotones (quizá los verdaderos componentes de la materia...!).

Los físicos modernos, como del sombrero de copa de un prestidigitador de feria, siguen sacando de las entrañas del átomo partículas, subpartículas y antipartículas. La existencia de la antimateria, o del anti-universo, es ya un hecho comprobado. Los satélites y planetas artificiales envían a la Tierra sorprendentes informes. La documentación acumulada es inmensa, escalofriante. Sin embargo...

Y aquí podemos decir con nuestro grande y atormentado poeta:

...". Y, sin embargo,
nada sabemos hoy, hermano mío...
todo inquirir fracasa en el vacío,
cual fracasan los bólidos nocturnos
en el fondo del mar; toda pregunta
vuelve a nosotros trémula y fallida,
como del choque en el cantil fragoso
la flecha por el arco despedida...

Sin exageración puede afirmarse que estamos peor que en la época de San Agustín. Efectivamente, hace quince siglos el gran teólogo exclamaba: "¿Qué es el tiempo? Si no me lo preguntan lo sé; si lo quiero explicar no lo sé". Hoy día, aun cuando no nos lo pregunten, no sabemos qué es el tiempo, qué es el espacio, qué es la materia. Por ello dice, justificadamente, el Príncipe de Broglie, inventor de la mecánica ondulatoria; "Muchas cosas sabríamos si supiéramos qué es un rayo de luz".

Para formular una explicación del desacuerdo de las experiencias de Bradley, de Fizeau y de Michelson ("paradoja de la óptica matemática" que llamó Garavito), Albert Einstein lanza, en 1905, sobre el escenario universal de la ciencia, su desafiante teoría de la Relatividad. Doctrina abiertamente contraria a nuestra intuición y a lo que solemos llamar "sentido común"; pero que va ganando terreno día a día en la mente humana como consecuencia de importantes comprobaciones obtenidas en los laboratorios de física y en los observatorios astronómicos.

La Relatividad, generalizada por su autor en 1915, niega el carácter absoluto del espacio y del tiempo; considera la masa como una función de la velocidad; a ésta le pone un límite infranqueable, y sugiere la curvatura del espacio (finito pero indefinido) el cual ha de requerir para su estudio nuevas geometrías. Esta teoría, considerada por la Academia de Londres como "la creación más alta del espíritu humano" y que también cuenta con adversarios inteligentes y apasionados, explica, asimismo, varias anomalías encontradas en el campo gravitatorio (curvatura de los rayos de luz, movimiento irregular de la órbita de Mercurio etc.).

En nuestro escondido medio científico un ilustre físico y matemático de poderosa inteligencia, Julio Garavito Armero, figura cumbre de la patria, comenzó a explicar, sin salirse del marco de la mecánica clásica, la manera de hacer concordar los resultados contradictorios. Empero, infortunadamente para la ciencia, le faltó la vida precisamente en el momento en que se iniciaba la polémica mundial (año de 1920). El doctor Garavito dejó escritos varios estudios fundamentales ("Teoría de la aberración de la luz" — "Nota sobre Óptica Matemática" — "La paradoja de la Óptica" — "Nota sobre la dinámica de los electrones") publicados y explicados inteligentemente —casi diríamos, agresivamente— por su fidelísimo discípulo y sucesor en la dirección del Observatorio Astronómico Nacional, el notable hombre de ciencia, doctor Jorge Alvarez Lleras. Puede afirmarse que Alvarez Lleras dedicó los últimos veinte años de su vida (de 1930 a 1950) a esta grave y noble tarea. Directamente, con su nombre, o por medio de los personajes de sus famosos diálogos (al estilo de los de Platón) combatió vehementemente, sin omitir la burla fina o el sarcasmo —y precisamente desde las páginas de esta Revista, fundada por él— las ideas novísimas. La enfermedad y la muerte lo sorprendieron en plena batalla intelectual.

En 1938 irrumpe en este convulsionado escenario de la Física el profesor Darío Roza Martínez con su monumental estudio titulado

"La entidad de la Física". Sorprendió con él a sus amigos y discípulos, pues, a pesar de que todos conocemos sus múltiples capacidades intelectuales, lo suponíamos dedicado a sus investigaciones cartográficas y astronómicas, bien en el Instituto Geográfico que se acababa de fundar o ya en su vieja cátedra de la Universidad Nacional. El doctor Rozo, graduado de Ingeniero Civil en 1909, fue el iniciador, pocos años después, desde su cargo de geodesta del Estado Mayor General del Ejército (puesto adquirido por concurso), de los levantamientos cartográficos de precisión en Colombia. En seguida, como miembro de la famosa oficina de Longitudes del Ministerio de Relaciones Exteriores, y en compañía de Julio Garzón Nieto, de Justino Garavito, de Tomás Aparicio Vásquez, de Belisario Ruiz Wilches, de Daniel Ortega Ricaurte (historiador y astrónomo) y de otros eminentes ingenieros, colaboró eficazmente en el levantamiento del mapa de la República. Como miembro, asimismo, de diversas Comisiones Internacionales de Límites, fue demarcador, sobre el propio terreno (selvas inhóspitas, ríos salvajes etc.), de la mayor parte del perímetro patrio. A su regreso a Bogotá, en 1936, ayudó a dar al Instituto Geográfico sus primeros pasos. Ruiz Wilches, Aparicio y Rozo formaron por derecho propio la trinidad mayor de dicho Centro. El doctor Rozo profundizó, entonces, sus conocimientos cartográficos y pulió la obra que ya traía escrita sobre Física Matemática. Obra que quizá fue meditada mientras viajaba en canoa por las interminables y peligrosas cintas de agua de las lejanas fronteras, o bajo la copa de una ceiba gigantesca, al estilo de Buda, en nuestra hilea amazónica. (También, como Pérez Triana, escribió acerca de estos viajes su emocionante relato "Del Pacífico al Atlántico por la región ecuatorial de América", lleno de agudas observaciones patrióticas y científicas).

"La Entidad de la Física" y los varios escritos conexos con el tema, publicados a lo largo de varios números de esta misma Revista de la Academia de Ciencias, son un atrevidísimo y original estudio hecho por el doctor Rozo sobre los fascinantes problemas de la Física contemporánea. Nuestro compatriota forma al lado de la escuela einsteniana, tratando de armonizarla en algunos puntos con la clásica, para hacer ver que se complementan. Con el simple auxilio de las matemáticas corrientes deduce las fórmulas de la Relatividad, suponiendo, eso sí, la variabilidad de la masa por el influjo de la velocidad que la anima. Es interesante leer lo que el propio profesor escribe sobre las circunstancias que influyeron en su ánimo para dedicarse con amor a estas arduas cuestiones:

"La primera (dice el doctor Rozo refiriéndose a sus actividades matemáticas) tuvo su origen en los inesperados comentarios que se hacían con respecto al arrastre del éter y que parecían contestados por un joven sabio que comenzaba a figurar entre los científicos europeos: me refiero en particular a la tremenda conmoción que produjeron en el mundo las extrañas teorías de Einstein, que entre nosotros fueron rechazadas por todos los que habían estudiado mecánica racional; yo, en cambio, me propuse estudiarlas para ver si las entendía o no. Era muy difícil aceptar como fundamento de ellas lo que traían los escritos de vulgarización de la teoría einsteniana que consistía en aceptar el acortamiento de las longitudes por causa del movimiento y en el mismo sentido de este y la consiguiente variación del tiempo por la misma causa; entre las consecuencias de la teoría se preconizaba en primer término el "espacio-tiempo"; al meditar en esto me acordé de un problema que me había propuesto y que era el de definir la serie de horas que marcaría un reloj al efectuarse la superposición rigurosa de los dos punteros; no lo pude resolver por medio de la consideración de ángulos o de minutos, tuve que acudir a las velocidades angulares; entonces caí en la cuenta de que la velocidad correspondía matemáticamente al concepto de "espacio-tiempo" y que era la entidad que podía manejarse en las fórmulas. Sobre este concepto se me presentó la consideración del teorema de la composición de velocidades, de donde se pudo deducir la relación que deben guardar las energías cuando no afectan a la masa como coeficiente, entidad que me permití designar con el nombre de protoenergía y que es la definida por una velocidad al cuadrado. De los conceptos de mecánica clásica se pudo deducir que la relación de dos protoenergías corresponde al concepto de masa. Después teniendo en cuenta la dependencia entre tiempo y espacio, considerando al uno como función del otro, se dedujo de la expresión de la energía el teorema de la cantidad de movimiento bajo una forma nueva de la que es necesario deducir la variabilidad de la masa en relación con la velocidad de que está dotada, y luego por una simple relación de caminos recorridos con masa variable y con masa invariable, se encuentran las fórmulas de Einstein para el espacio y para el tiempo exactamente en la misma forma dada a conocer por el sabio".

"Otro asunto de importancia es el establecimiento del principio de que los artificios matemáticos introducidos en los procesos para hallar las fórmulas que interpretan fenómenos físicos, correspondan a comportamientos de la naturaleza".

"Otra deducción interesante encontrada en mis estudios, es la que demuestra la equivalencia rigurosa entre una capa esférica de electricidad en un corpúsculo y el electrón giratorio de Bohr, el que tanto ha hecho progresar en el conocimiento del átomo, pero que obliga a prescindir de los fenómenos electromagnéticos de la electricidad en movimiento y que se han querido evadir asimilando a una probabilidad la posición del electrón giratorio lo que ha conducido a imaginar una especie de niebla eléctrica que envuelve el átomo; todo esto se puede solucionar con la hipótesis de una capa continua de electricidad, esférica en su forma, y regularizada por el principio de los cuantos de Planck".

El profesor colombiano supone que el movimiento tiene existencia absoluta y que la velocidad puede considerarse independientemente de la materia. Encuentra que el cuadrado de la velocidad es una entidad mecánica sui géneris que se identifica con el potencial del campo newtoniano. Admite que "en ausencia de masas el espacio puede considerarse como un campo de potencial uniforme de la forma V^2 , lo que corresponde al espacio-tiempo. De donde resulta que el espacio es posibilidad de movimiento y es energía; además, es la fuente de toda energía. Demuestra que son idénticos los procesos electrostáticos y los gravitacionales lo cual le permite establecer un modelo de átomo como el de Bohr, reemplazando los electrones "puntiformes" por condensadores esféricos. Explica la razón de los cuantos y de los números atómicos y el hecho de que estos sean enteros, lo mismo que la generación de la materia desde el punto de vista matemático. Y, asimismo, elegantemente, el porqué de otros fenómenos físicos observados.

Algunos han tachado varias de sus fórmulas de antihomogéneas y caprichosas y hasta han llegado a sugerir que hay prestidigitación matemática (lo mismo que se ha dicho de Einstein). Jorge Alvarez Lleras encontró el trabajo del doctor Rozo "como una de las síntesis más completas que hasta ahora se hayan escrito en el campo de la Física Moderna" e impecables los desarrollos matemáticos. No así los principios en que tales desarrollos se fundan (existencia de movimiento sin cuerpo móvil, categoría de entidad nueva para el cuadrado de la velocidad etc.) que pugnan —dice el doctor Alvarez Lleras— con el concepto espontáneo y simple de las cosas¹. Y, en su "Último diálogo de Platón" (1940) hace decir cosas tremendas a varios de sus personajes imaginarios, contra los innovadores de los principios de la Física. Pero debe recordarse que Alvarez Lleras representó hasta el último momento de su vida a la escuela clásica. Y se rasgaba violentamente las vestiduras ante los iconoclastas. En este caso las sagradas imágenes eran las de Galileo y Newton.

En mi modesto sentir, una de las objeciones más poderosas que se han hecho a la teoría de la Relatividad es la del profesor italiano Gaetano Ivaldi cuando, al analizar la clase de ligamentos existentes entre la materia ponderable y el éter y refiriéndose a los experimentos cruciales de Bradley, Fizeau y Morley, dice: "No es cierto que lo que resulte verdadero en un caso particular debe admitirse sin excepciones como verdadero en general, porque podemos incurrir en graves errores".

Ciertamente, el vehículo de la luz "trabaja", digámoslo así, en condiciones harto diferentes en cada una de las tres célebres experiencias: el fenómeno de aberración se produce en los abiertos espacios interestelares; el experimento de Fizeau se realiza a través de microscópicos caminos intermoleculares; y, por último, el de Michelson y Morley tiene lugar en una delgada capa de éter adherida a la tierra.

En todo caso los trabajos del doctor Rozo son de la más alta jerarquía intelectual y merecen ser estudiados a fondo por los especialistas en Física Matemática. Son una oportuna contribución de nuestro estudioso compatriota a la solución del rompecabezas de la Física actual y quizá un camino hacia la interpretación integral del Universo. Las leyes de esta ciencia, como dice Julio Garavito, se conocen experimentalmente, pero falta su interpretación correcta. ¿Podrá dar esta anhelada interpretación la Mecánica de Galileo y Newton? ¿O estará el triunfo

¹ La atrevida hipótesis de que la Tierra gira, lanzada por Pitágoras, cinco siglos antes de Cristo, también escandalizó a los antiguos. Lo mismo a los modernos cuando fue repetida 20 siglos después por Copérnico y Galileo.

reservado a la Relatividad, que tan brillantes y espectaculares comprobaciones ha obtenido?

La era espacial ha abierto, en nuestro modesto habitáculo, una ventana sobre el ancho panorama del Cosmos. El hombre está lanzando sondas gigantescas al espacio (planetas y satélites artificiales provistos de instrumentos registradores) para arrancar el secreto de la enrarecida substancia que colma los ámbitos interplanetarios, y descubrir el origen y la naturaleza de los rayos cósmicos. Misteriosas emanaciones que pueden considerarse como lazo de unión entre las galaxias y los átomos, vale decir entre lo infinitamente grande y lo infinitamente pequeño.

Empero, simultáneamente, los sabios se inclinan afanosamente, provistos de potentísimos microscopios, sobre la materia desmenuzada para indagar cuáles son las leyes que gobiernan el mundo interatómico. Pudiera pensarse que es su intento descubrir por analogía las que rigen el Universo-Mundo, y medir el tamaño del Cosmos y su curvatura por la relación que tal vez exista entre estos valores y los correspondientes de un electrón o de un protón. En realidad ello es así. Algunos como Eddington y Schrodinger ya han suministrado fórmulas con este bello objetivo. Muy inexactas todavía, pero que perfeccionadas y confirmadas harán que resplandezca la suprema armonía reinante en la Naturaleza. Armonía ya proclamada por el pensamiento antiguo y que ahora los físicos están a punto de comprobar en el seno de sus laboratorios.

¿Cabe imaginar actividad más trascendental y subyugadora que esta acción combinada de filósofos, de matemáticos y de físicos en busca de la Verdad, de la suprema Verdad? ¿Qué somos? ¿Qué fuerzas nos impulsan? ¿Hacia dónde vamos? ¿Hasta dónde podríamos ir? Quizá se equivoquen "setenta veces siete veces". Aún así su labor es respetable y debe estimularse. Principalmente en esta joven América, que puede producir de un momento a otro el genio o el sabio que la liberte del estigma de tierra estéril para la Sabiduría o para el Arte.

Consolador y en grado sumo— es, pues, el saber que mientras la mayoría de nosotros solamente se afana por el pan cotidiano, haya en nuestra tierra un hombre de nevada cabeza socrática, parco en el hablar, de finos modales, abstraído, que revuelva incansablemente en la fragua de su cerebro cuestiones como éstas: ¿Qué es la materia? ¿Qué es antimateria? ¿Qué es el espacio? ¿Qué es el tiempo? ¿Qué

es la energía? ¿Es el espacio curvo? Si ello es así, ¿su curvatura es positiva o negativa? ¿Estuvo en expansión? ¿Está todavía? ¿Hasta cuál límite?

Ojalá las conclusiones a que llegue la ciencia satisfagan a nuestro espíritu. Porque si el espacio es curvo y de curvatura positiva estamos de hecho en una gigantesca cárcel. Sin posibilidad siquiera de mirar hacia otros espacios que muy bien pueden existir, pues los rayos visuales (geodésicas cerradas) al curvarse volverían, como el bumerang australiano, inmisericordemente hacia nosotros. Pero al parecer —quíéralo Dios así— las geodésicas de nuestro espacio son parábolas o hipérbolas, es decir curvas abiertas hacia el piélagos sideral, sin fronteras ni restricciones.

• • •

En el estudio "Historia del átomo nuclear y de los átomos artificiales" que se publica en la presente entrega, el profesor Rozo hace una hábil síntesis de la historia de las teorías que se han venido formulando sobre la constitución del átomo desde los antiguos griegos hasta nuestros días. Y anota cómo, en el momento presente, la dificultad principal estriba en escoger entre los numerosos modelos de átomo que se están presentando a la consideración de la Ciencia aquel que explique mejor el comportamiento del núcleo, ya que no hay uno solo que esté conforme con la totalidad de los fenómenos que se suceden dentro de él. Se ha llegado hasta suponer que el átomo (núcleo y electrones satélites) es un conjunto de probabilidades. "Todo esto, dice justificadamente nuestro profesor, pone de manifiesto que aún no se sabe a cabalidad cómo es el núcleo de los átomos". El científico colombiano explica con nuevos detalles su hipótesis (ya mencionada) de que el átomo está formado por condensadores esféricos concéntricos en los que los electrones (positivos o negativos) pueden extenderse hasta cubrirlos uniforme y totalmente. Los condensadores esféricos elementales se identifican así, matemáticamente, con las órbitas de Bohr.

Que esta hipótesis —armoniosa como la primitiva de Rutherford y Niels Bohr— suscite en nuestro ambiente (como dice el propio doctor Rozo) un renovado interés por esta clase de estudios. Y sea también considerada y discutida, añadimos nosotros, en amplia palestra, por físicos y matemáticos de otros meridianos y latitudes.

