ESPACIO Y TIEMPO COMO CONCEPTOS

Por:

Benjamín Farbiarz L.

Profesor

Depto. de Física

CIENCIAS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE DE MEDELLIN

Medellín, marzo 1981

I
530.11
F17

Corrientemente estamos acostumbrados a utilizar los conceptos de espacio y tiempo bajo la idea de que estas palabras se limitan a designar realidades externas y elementales.

Su aparición y uso no es debida la una ni exclusivo el otro a las ciencias físicas; por el contrario, estan presentes en el lenguaje más elemental de nuestra vida diaria. Sin pretender dar una definición de ellos, podemos tratar de hacer explícita su significación. El espacio, en términos muy generales, funciona como sinónimo de receptáculo; se lo concibe como una entidad material que sirve de escenario en que las cosas y los seres tienen lugar, es como un medio homogéneo, indistinto (así se lo piensa en Occidente a partír de los siglos XV y XVI), donde todo lo que es tiene cabida (aún los fantasmas y almas errabundas entran en él); es el medio en que los seres estan y en que se desplazan: teatro de los acontecimientos.

Mientras que el espacio lo imaginamos quieto, en reposo, conteniendo todos los procesos que se suceden, la experiencia aporta otro aspecto, el de los cambios. El tiempo, quizá más oscuro, más intangible que el espacio (mientras que éste permanece, aquel fluye), acompaña estos cambios: es como el me-

Donación 6-III-82 $ 3/27

23340

dio por el cual las variaciones, en cuanto puro cambio, se realizan; en el fondo, parece ser él quien, en su propio correr, posibilita los cambios, los impulsa...como si las cosas mismas no se hicieran cambiar unas a otras.

Ambas instancias, espacio y tiempo, resultan simples para nosotros. Resultan tan simples que casi nada podemos barruntar sobre ellas cuando nos interrogamos por su sustancia; nos limitamos tan solo, un poco mecánicamente, a repetir estas palabras, espacio y tiempo, y a sentir que traducen en términos verbales realidades externas elementales: el espacio, medio en que moran los cuerpos y se desplazan, medio en que es posible el movimiento, escenario del mundo; el tiempo, sustancia que al correr o fluír (así es más suave, más silencioso), marca un compás de cambio para todas las cosas, y llega aún a impulsar estos cambios; una vez que su imperio se ha reconocido, lo utilizamos como referente, como telón de fondo con que se compara cualquier otra variación.

Mucho se ha inquirido en torno a ellos. Se han levantado muchas piedras, se han husmeado innumerables recovecos buscando su esencia, casi siempre con el mismo aplanchante resultado: simplemente estan allí, es im-

posible desmenuzar algo tan elemental e íntegro. Sabemos muy bien, casi perfectamente bien operar con ellos (1), sabemos que significan, pero su sustancia solo nos es asible por su nombre: espacio, tiempo.

-0-0-0-0-0-0-

En la física clásica se los considera magnitudes fundadoras, y sobre la pantalla que ellos conforman la mecánica ha construído un eficaz sistema descriptivo de muchos movimientos, la cinemática, pero no se ha preocupado por investigar a que experiencias aluden estos conceptos, los cataloga como intuitivos e inmediatos.

El carácter de estos conceptos en la teoría clásica, que se convirtieron en el Espacio y el Tiempo imperantes desde entonces, se explicita de forma extraordinaria en la obra de Newton:

(1) Incluso utilizamos la misma palabra en contextos diferentes, en cada uno de los cuales adquiere connotaciones especiales. Esta no es cosa trivial, pues, por ejemplo, la palabra espacio la utilizamos tanto cuando decimos que en la habitación hay espacio suficiente como cuando hablamos del espacio newtoniano, en el primer caso la palabra alude a una mera posibilidad de localización; en el segundo nombra una entidad cuya existencia se supone autónoma.

"Hasta aquí he establecido la definición de aquellas palabras que son menos conocidas, y he explicado el sentido en que quisiera se entendiesen en el siguiente discurso. No defino el tiempo, el espacio, el lugar ni el movimiento, por ser palabras bien conocidas de todos. Unicamente he de hacer notar que la gente común no concibe estas cantidades en otro contexto que el de las relaciones que estas guardan con los objetos sensibles. Y de aquí nacen ciertos prejuicios, para cuya eliminación será conveniente distinguír entre cantidades absolutas y relativas, verdaderas y aparentes, matemáticas y comunes.

"I. El tiempo absoluto, verdadero y matemático, en sí mismo y por su propia naturaleza, fluye de una manera ecuable y sin relación alguna con nada externo, y se conoce también con el nombre de duración; el tiempo relativo, aparente y común es una medida sensible y externa (ya sea exacta o inecuable) de la duración por medio del movimiento, y se utiliza corrientemente en lugar del

tiempo verdadero; ejemplos de ello son la hora, el día, el mes y el año.

"II. El espacio absoluto, por su propia naturaleza y sin relación con nada externo, permanece siempre similar e inmovible. El espacio relativo es una dimensión o medida movible de los espacios absolutos, que nuestros sentidos determinan de acuerdo con su posición con respecto a los cuerpos y que por lo común se toma como espacio inmovible. (...) El espacio absoluto y el espacio relativo son iguales en forma y magnitud; pero no siempre coinciden numéricamente. Pues al moverse, por ejemplo, la tierra, un espacio cualquiera de nuestro aire, que relativamente y con respecto a la tierra permanece siempre igual, en un momento dado ocupará una cierta parte del espacio absoluto por el que atraviesa el aire; en otro momento ocupará otra parte distinta del mismo, y así, entendido en sentido absoluto, irá modificándose continuamente."

Más adelante agrega:

"Así como el orden de las partes del tiempo es inmutable, también lo es el orden de las partes del espacio. Si desplazamos dichas partes de sus lugares, habrémoslas desplazado (permítasenos la expresión) fuera de sí mismas. Pues los tiempos y los espacios son, como si dijéramos, los lugares tanto de sí mismo como de todas las demás cosas. Todas las cosas estan colocadas en el tiempo según un orden de sucesión, y en el espacio según un orden de situación. Son lugares por su propia esencia y naturaleza, y sería absurdo que el lugar primario de las cosas fuese movible. Estos son por tanto, los lugares absolutos, y los únicos movimientos absolutos son las translaciones a partír de estos lugares.

"Mas, comoquiera que las partes del espacio no se pueden ver, ni distinguir una de otra por medio de nuestros sentidos, es así que en su lugar utilizamos medidas sensibles de ellas. De suerte que a partir de las posiciones y distancias desde un cuerpo cualquiera considerado como inmo-

vible definimos todos los lugares, y luego, respecto a tales lugares, estimamos todos los movimientos, considerando los cuerpos en tanto que transferidos de uno de estos lugares a otro. Y así, en vez de lugares y movimientos absolutos, utilizamos movimientos y lugares relativos; lo cual no supone inconveniente alguno para los asuntos comunes; mas en las disquisiciones filosóficas debemos hacer abstracción de nuestros sentidos y considerar las cosas en sí mismas, distinguiéndolas de lo que únicamente son medidas sensibles de ellas. Pues pudiera ser que no exista ningún cuerpo que se halle realmente en reposo y al cual puedan referirse los lugares y movimientos de todos los demás.

"Pero el reposo y el movimiento, absoluto y relativo, cabe distinguirlos uno de otro por sus propiedades, causas y efectos... Una propiedad del reposo es que los cuerpos que se hallan realmente en él se encuentran también en reposo uno con respecto al otro. Y comoquiera que es posible

> que en las remotas regiones de las estrellas fijas, o quizá mucho más allá, exista algún cuerpo en reposo absoluto, pero en cambio es imposible saber, a partir de las posiciones que ocupan unos cuerpos con respecto a otros en nuestras regiones, si alguno de ellos guarda o no la misma posición en relación con dicho cuerpo remoto, se sigue que el reposo absoluto no se puede determinar a partir de los cuerpos en nuestras regiones."(2)

Las palabras de Newton no pueden ser mas claras. Espacio y Tiempo (abeolutos) son señalados allí como instancias básicas del universo, elementos cuya existencia indudable posibilita la de cualquier otra cosa, y que el lenguaje se limita a nombrar.

Se prescriben allí todas sus propiedades y atributos. El espacio es el recinto inmóvil que contiene el universo, el lugar de los lugares, y esta función le confiere ya una materia.

(2) Esta larga nota fue tomada de los apartes de la obra "Philosophiae naturalis principia mathematica", 1686, que aparecen reproducidos en la recopilación "La teoría de la relatividad", de L. Pearce Williams, Alianza Universidad, Madrid, 1973.

Inmóvil e invariable, queda emparentado con la eternidad. El tiempo, fluyendo permanentemente, se convierte en un medio que contiene los sucesivos instantes del universo... Concebidos así, con este rigor de estilo clásico, terminaron por convertirse en el Espacio y el Tiempo que aún hoy en día imperan en nuestro pensamiento.

Pero, extrañamente, el acceso a estos dos elementos nos está vedado. Para nosotros, los que leemos este texto de Newton, los que intercambiamos estas palabras, el Espacio y el Tiempo resultan inalcanzables. A pesar de ser elementos básicos en la estructura del universo y de que se postule su existencia "independiente de todo lo demás", según lo hace Newton, asegurándoles así una materialidad propia y autónoma, a pesar de todo esto, paradójicamente, no podemos trabar la mas mínima relación con ellos. Existen, de esto no cabe duda, se sabe como son y se detallan todos sus poderosos atributos, pero, al mismo tiempo, la única certeza sobre ellos nos la dan las palabras, solo a través de ellas podemos alcanzarlos. Ni el tacto ni la visión ni el oído ni nada nos pueden aportar algo de su materia, solo sus nombres nos pueden dar constancia de su ser.

Así las cosas, desconcierta un tanto la seguridad de Newton

al considerarlos como los substratos materiales de todo lo demás, la misma seguridad que se desarrolla en nostros como eficacia de estas dos palabras, cuando a la vez se reconoce su total inaccesibilidad por una vía que no sea la de las palabras. Desconcierta, porque si solo son aprehensibles mediante la actividad verbal, mediante la disquisición filosófica, si solo son tangibles como efectos de las palabras que los nombran, podría muy bien pensarse que no pasan de ser palabras, conceptos; podría pensarse que moran exclusivamente en el campo que esta actividad verbal despliega y en ninguna otra parte.

-0-0-0-0-0-0-

El desarrollo de la misma física ha puesto sobre el tapete el carácter absoluto y elemental que la teoría clásica confirió a estos conceptos. Tanto la física relativista como la mecánica cuántica, cada una por distinto camino, se han visto en la necesidad de reelaborarlos, de aportarles significaciones nuevas y apropiadas a sus circunstancias experimentales y teóricas, abriendo con esto campos llenos de ricas perspectivas. Pero en ninguno de los dos casos se puso especial interés en buscar lo que podríamos llamar la fundamentación experiencial de

los conceptos espaciales y temporales clásicos.

El significado que tienen estos conceptos en la teoría clásica se formó simultáneamente con ella. Con anterioridad al renacimiento, solo de manera marginal se aceptó para el espacio una existencia independiente y previa a la de la materia que podía contener. Desde el punto de vista operativo, tal como ocurre hoy en día, eran materia corriente en muchas actividades específicas: para los agrimensores, los constructores, los navegantes, los astrónomos. Pero en la actividad teórica, tanto en la física aristotélica como en la filosofía medieval, el espacio, para ser, tenía como condición a la materia, era su corolario. Solo a partir del renacimiento la mera posibilidad de contener se convirtió en materia susceptible de asegurar al espacio una vida propia. (3)

(3) Este proceso se denomina geometrización del espacio físico, pues reconoce para él las características que exhibe el espacio geométrico euclidiano. Este cambio no dejó de tener desde un comienzo consecuencias prácticas de primer orden, que aparecieron con mucha anterioridad a su cristalización en la física. En términos generales, las búsquedas de la pintura desde el temprano renacimiento tienen que ver con esto; pero hay un ejemplo concreto muy bello y lleno de sugerencias, expuesto por Pierre Francastel en su libro "Pintura y sociedad", que se refiere a la construcción de la cúpula en la catedral de Florencia (It.). Esta empresa fue acometida en repetidas ocasiones con la técnica tradicional de la edad me-

UNIVERSIDAD NACIONAL
BIBLIOTECA CENTRAL

De igual forma, solo en la época del Renacimiento, impulsando el perfeccionamiento de los relojes hasta llevarlos a un nivel en que resultaba práctico su uso, se hizo natural el refe-

dia europea: inicialmente se construía una formaleta de madera apoyada sobre andamios, y luego se colocaban sobre esta formaleta los bloques de piedra tallada que formarían la cúpula. Pero en el caso de esta catedral los sucesivos intentos fracasaron, pues la estructura de andamios no soportaba las cargas debido a las enormes dimensiones (tanto en elevación sobre el piso como en diámetro y altura de la cúpula), y la obra permaneció inconclusa largo tiempo. La ciudad abrió entonces un concurso para tratar de resolver el problema, pero este permaneció desierto cerca de 50 años, hasta que en 1.403 fue presentado un proyecto por Brunelleschi, el gran transformador de la arquitectura del temprano renacimiento, que posibilitó la construcción de la cúpula. La propuesta de Brunelleschi supone la utilización de un concepto de espacio diferente del propio de la edad media, en la cual la espacialidad para la cúpula era suministrada directamente por la formaleta,. es decir, el espacio tenia por condición una materialidad, sin ser un elemento independiente de aquello que contenía. La nueva propuesta no requería de formaleta alguna; en el aire, a partir de la base de la cúpula, los anillos de bloques tallados habrían de ser colocados en posiciones definidas por medio de cálculos geométricos realizados previamente. Este procedimiento, cuyo éxito fué completo, solo es posible a condición de que Brunelleschi manejara un concepto de espacio como elemento independiente y previo a lo que contiene, un espacio que, como el de la geometría, se define como contendor de lo extenso, y en esa medida es suceptible de cálculos.

El nuevo espacio fue forjado por los artistas y arquitectos renacentistas mucho antes de que la física lo tomara. Inicialmente, fueron Brunelleschi y Paolo Ucello quienes mas lo desarrollaron; pero llegaron a producirse desarrollos teóricos muy elaborados, dentro de los límites de este marco de actividad, que culminaron en la obra de L. Batista Alberti.

rir a la variación temporal los cambios producidos en otras materias particulares. Desde entonces se ha producido una unificación casi total de las referencias temporales, lo que de seguro tiene que ver con el elevado grado de interdependencia que el capitalismo necesita e impone, unificación que ha entronizado el tiempo de trabajo como tiempo social y que ha convertido su ritmo y sus pautas en los que normalmente las cosas deben tener.

En la física, la utilización de estos nuevos conceptos no se hizo efectiva hasta finales del siglo XVI, pero a partir de entonces se afianzó completamente. El imperio del Espacio y el Tiempo se consolidó en la época clásica, erigiéndose en nombres de las dos instancias que, de una forma u otra, contienen todo lo posible, y revistiendo el carácter elemental e intuitivo que aún hoy detentan.

-0-0-0-0-0-0-

Pero tal carácter de inmediatez se enturbia rápidamente si consideramos la cuestión más en detalle. Para nosotros resulta claro que es el Espacio quien posibilita los movimientos; es el medio en que los movimientos se desarrollan. Sin embargo,

no está menos claro que los movimientos no necesitan ni por asomo de este concepto para realizarse; se producen de hecho, independientemente de que pensemos o no, de que creamos o no que se están desarrollando en algún escenario o receptáculo que llamamos Espacio. Hay aquí, pues, una fisura entre el hecho explicado y la explicación que le damos. El Espacio es, según pensamos, el medio en que los movimientos se producen; ellos, a su vez, no requieren del concepto de Espacio para realizarse: él es necesario solamente para nuestra explicación del asunto.

En rigor, es el movimiento quien, desde un punto de vista formativo, resulta básico para el concepto de espacio; sin movimiento este concepto pierde significación. En un mundo en el que nada se mueva, donde el Espacio exhibiría sus mejores virtudes como contenedor de objetos, objetos inmóviles, un mundo que sería algo así como una vista fija y permanente, en que no habría ni siquiera tacto, en tal mundo, paradójicamente, el concepto de espacio no tendría cabida ni fundamentación. Allí no habría objetos como tales; en ausencia de tacto y movimiento (el tacto, el palpar, conlleva recorridos), no habría sino formas coloreadas, constituídas de pura visión, que no plantearían ellas solas la experiencia de la profundi-

dad; y sin profundidad no cabe hablar de un medio que la posibilite. (La pintura en perspectiva, o la realista, o el cine y la fotografía comprueban que la visión por sí sola no puede fundamentar el concepto de espacio. En los tres casos se trata de ordenaciones planas que sin embargo vemos en profundidad. Así pues, la visión no distingue ordenaciones planas de otras que no lo sean, lo que indica que si vemos la profundidad es porque la visión se integra con otras experiencias sensoriales).

El Espacio es una abstracción, su único atributo es el de contener. Si no existe la posibilidad de desplazamiento, ni siquiera la de que nuestra mano pueda recorrer, la profundidad pierde su significación y ya no cabe pensar los objetos como contenidos; con esto, el Espacio perdería su sustancia de continente, su función. Y si para existir requiere del movimiento, la palabra no puede nombrar un elemento primario e independiente del mundo.

El Espacio, por tanto, mas que designar tal elemento, un medio externo, lo que hace, en tanto concepto, es aportar un ser de materia verbal que alude a una serie compleja de experiencias, creando, dentro de nuestro lenguaje, un medio en que

los objetos existen y se desplazan.

-0-0-0-0-0-0-

Algo similar ocurre con el Tiempo. Pensamos siempre que éste pasa, que fluye permanentemente, haciendo caso omiso de nuestros afanes y angustias(Si somos rigurosos, toca aceptar que cuando estamos a toda presión porque va a ocurrir algo antes de que podamos llegar al sitio en cuestión, lo que nos atormenta no es que el tiempo pase, sino lo que va a ocurrir, el desarrollo que el tal proceso tenga según el ritmo que lleve, antes de que nosotros, con nuestro ritmo, podamos interceptarlo: allí la angustia nace de yuxtaponer dos movimientos, dos procesos, con la terrible duda de que puedan coincidir en el punto en que queremos que lo hagan). Como dijimos, pensamos que el tiempo corre, marcando un ritmo de cambio para las cosas, a las que arrastra irremisiblemente en su avance, sometiéndolas a la ley de lo que se va y no vuelve; pensamos que las cosas ocurren, que las cosas cambian porque el tiempo pasa, y que su paso define un ritmo y una dirección de avance a los que los procesos, mal que bien, tienen que adecuarse.

Pero mas allá de nuestro pensamiento no hay ninguna sustancia que fluya independientemente de todo lo demás. Mas allá de nuestro pensamiento solo se producen cambios en las cosas mismas; tras ellos, no hay porque temerlo, no fluye subrepticiamente nada. Los ritmos de evolución de un proceso, no dependen para nada de un flujo que sea externo a ellos sino de la forma en que interactuan los factores que determinan su evolución.

El antes y el después no definen una dirección especial de desarrollo; en rigor, señalan a lo mas una diferencia, pero no necesariamente un avance. Si el después nos produce la inquietante sensación de que hace inalcanzable el antes, esto ocurre porque no tenemos la capacidad de reproducir las condiciones de este antes. Cuando si es posible hacerlo, cuando podemos reunir de nuevo las circunstancias que hicieron un antes (lo que se llamaría devolver el tiempo), el después así obtenido produce la curiosa impresión de ser exactamente igual (4) al antes.

(4) Esta impresión se vuelve desazonadora cuando estas circunstancias se reproducen periódicamente imponiéndonos, día a día, una permanencia sin perspectivas, como ocurre a menudo en el mundo del trabajo, en que a cada mañana se abren las puertas que ofrecen a la vista el mismo campo donde se han de pasar nueve horas diarias, todos los días, cinco veces por semana, haciendo exactamente el mismo trabajo .

A cada mañana el sol devanea por los cielos; a cada mañana, a cada atardecer hay circuitos que se repiten, otros que se inician o declinan; otros, en su contexto singular, se estancan, o apenas se mantienen; de todas formas no hay ninguna dirección especial de desenvolvimiento que sea común y general a todos los procesos.

Todo se mueve, aunque sea para repetirse, y llega a otro estado que, en principio, de una cierta forma, es exactamente igual al anterior; su diferencia se compagina con la que existe entre lo que había y lo que hay, entre lo que éramos y lo que somos.

A pesar de que pensemos que a la vez que las cosas ocurren, el Tiempo, inasible, esta fluyendo, impulsando los cambios y marcándoles un ritmo, a pesar de esta certeza, que radica por entero en el pensamiento mismo, mas alla de él no hay tal materia; de hecho, las variaciones y transformaciones en las cosas, la experiencia lo impone, se producen al margen de que pensemos o no que ella existe.

La sustancia del tiempo es el transcurso puro. No una variación en alguna materia concreta y singular, que se produz-

ca en una forma y dirección particulares, sino un puro transcurrir, variación de nada, variación en el sentido mas general y abstracto. Este ser, una acción sin objeto accionado, solo puede habitar en el lenguaje, aportando una materia verbal, el transcurso puro, que alude a nuestras experiencias pero sin traducir ninguna en particular. Si al fluir el tiempo no hay nada que varíe, no será posible encontrar sustancia alguna distinta a la que le aporta el lenguaje que se le corresponda: es un concepto. Por fuera de aquel solo hay variaciones en materias particulares y concretas, cada una con su ritmo y su sentido de desarrollo:

"Don Genaro se levanta, se desayuna y arregla para ir al trabajo; tres buses han salido de la estación, en medio de las luces trasnochadas o frescas de la madrugada, y el noctámbulo, legañoso y con los ojos irritados, los ve salir, con sus latas relucientes, verdes rojas y amarillas; el sol se ha estado levantando, aire frío y calorcillo, neblinas en ascenso, máquinas que ruedan y resuenan. Bocas que se abren y trituran panes y arepas, cuerpos frescos y bañados, cabezas mojadas, bocas que se abren y bostezan, puertas que se abren y ofrecen frescas camas que acogerán los cuerpos cansados en la luz lechosa del amanecer".

-0-0-0-0-0-0-

BIBLIOGRAFIA

1. "Ulises" - James Joyce . Editorial Santiago Rueda. Buenos Aires .

2. "Discourses et figures" - J. Francois Lyotard .

3. "Pintura y Sociedad" - Pierre Francastel. Emelé Editores. Buenos Aires.

4. "The Mathematical Theory of Relativity - A.S. Eddington. Chelsea Publishing Company, Nueva York.

5. "La teoría de la relatividad" - Compilación de L. Pearce Williams. Alianza Universidad. Madrid.