

LA TEORIA DE LA RELATIVIDAD *

DE JULIO PALACIOS

Manuel A. SELLÉS

Miembro del equipo de investigación
en Historia de las Ciencias del
Instituto "Arnau de Vilanova", C.S.I.C.

1. INTRODUCCION

La figura de Julio Palacios (1891-1970) es bien familiar para todos aquellos que, en un momento u otro, han tenido que ver con la historia de la física española de nuestro siglo. No es mi propósito —ni creo ser la persona adecuada, cuando otros que lo conocieron en vida lo han hecho ya¹— el hacer aquí una semblanza de su vida y obra. Baste con decir que a lo largo de su dilatada y fecunda vida científica protagonizó en buena medida la física española, ocupando numerosos cargos de importancia —entre otros, fue miembro de tres Academias: Ciencias, Lengua y Medicina— y extendiendo sus investigaciones a los más variados campos de la física.

De entre su copiosa obra me voy a ocupar aquí de su crítica a la teoría de la relatividad de Einstein. Es este un tema ciertamente delicado, pues constituye, a la vez, la última obra de su labor científica y el único campo en que la fecundidad de su intelecto no obtuvo el resultado merecido. No debemos, pues, juzgar el todo por la parte; es preciso poseer una buena dosis de valentía para arriesgar un bien ganado prestigio científico buscando pública y honradamente la reconciliación entre la propia visión del mundo y una teoría tan firmemente establecida —por lo menos hasta el momento— como es la relatividad.

* Trabajo realizado con ayuda del Instituto de Historia de las Ciencias de la Universidad Complutense de Madrid.

El trabajo que aquí presento no aspira a dar cumplida respuesta al por qué de la crítica de Palacios a la teoría de Einstein; ello implicaría una minuciosa investigación a través de sus papeles, correspondencia o testimonios de quienes le conocieron que, por cuanto sé, aún no ha sido emprendida. Voy a tratar, sencillamente, de esbozar las líneas maestras de su teoría, de su origen y de su evolución, tal y como se desprende de las numerosas publicaciones en las que Palacios expone y justifica públicamente sus ideas. Me restringiré asimismo al campo de la relatividad especial —al que Palacios dedica la mayor parte de su atención— y dentro de éste a los aspectos axiomáticos y cinemáticos.

2. ¿SE PUEDE ENTENDER LA TEORÍA DE LA RELATIVIDAD?

Con el título que abre este apartado encabezaba Palacios un artículo publicado en 1955² en el que manifestaba sus dudas respecto a la inteligibilidad de las ideas de Einstein. Estas dudas no atañen a la validez de los aspectos matemáticos de la teoría, ni a su apoyo empírico; las cuestiones se plantean en un ámbito distinto:

“Hemos de hacer constar expresamente, que las objeciones a la teoría de la relatividad no se refieren ni a su aspecto físico ni a su envoltura matemática. Las confirmaciones experimentales, cuando menos las que se refieren a la teoría restringida en que no se toma en cuenta la gravitación, son enteramente satisfactorias, y en el edificio matemático no se puede descubrir una grieta. Las dificultades aparecen cuando, con auxilio de la teoría, tratamos de formarnos una imagen intuitiva del universo físico...”³.

Una imagen intuitiva del universo físico, esto es, un marco de referencia básico y unitario sobre el que fundar el edificio teórico. Este marco de referencia será —Palacios se califica a sí mismo en repetidas ocasiones de realista ingenuo— una reproducción exacta de la realidad, de una realidad que existe independientemente de las teorías, observadores y procesos de medida. Una realidad —por así decirlo— encarnada en conceptos absolutos. No en vano su interés por clarificar los fundamentos de la física le había llevado a publicar su conocida obra sobre análisis dimensional: Las magnitudes físicas serán entes abstractos que intervienen en los distintos fenómenos con cantidades “que existen aunque nadie las mida”, y cuya razón será independiente del instrumento utilizado para medirla: “Desde nuestro realismo ingenuo la razón entre dos cantidades existe antes e independientemente de que se comparen”⁴. Las medidas, pues, iguales a la razón entre las

cantidades de las distintas magnitudes en juego y sus correspondientes unidades, “plantean problemas que implican conexiones causales en una realidad independiente del observador”, y por ello, en cierto sentido, podríamos decir que tienen carácter absoluto.

Palacios —como tantos otros físicos de su generación— rechaza el cambio metodológico que suponen las nuevas teorías de principios si éstas conducen a conflictos con la propia y cotidiana experiencia sensible. Y llegará a lamentar el fracaso de la física del siglo anterior en sus intentos reduccionistas:

“Si los físicos del siglo pasado hubiesen conseguido reducir los fenómenos a la llamada mecánica racional la Física hubiese sido una ciencia inteligible. Pero la fuerza de los hechos ha obligado a sentar las diversas teorías físicas sobre postulados que escapan a nuestra inteligencia y que, por ello, deben denominarse misterios. Einstein no pretendió explicarlos, sino formular las leyes fundamentales de modo que se cumpliera el postulado de covariancia”⁵.

La nueva física surgida tras la “segunda revolución” científica renunciaba formalmente al intento —que se veía demasiado erizado de dificultades como para ser útil en un plazo razonable— de encontrar, desde posiciones reduccionistas, una imagen del universo basada en la interacción entre sus últimos constituyentes. Buscará, en cambio, sólidos principios asentados en la experiencia —por contradictorios que a veces éstos puedan parecer— como fundamento de sus estructuras teóricas. Y esto, aunque admita su utilidad, no convence a Palacios:

“...vale más un misterio claro y rotundo que una confusa teoría con la que se pretende explicar lo que está fuera de nuestra capacidad de raciocinio. El gran acierto de Einstein consistió, justamente, en que cada vez que surgía un fenómeno inexplicable (...), se basaba en él para enunciar un nuevo postulado que, claro es, resultaba incomprensible, pero tenía la ventaja de que, una vez admitido, permitía explicar los hechos conocidos y predecir otros nuevos”⁶.

Para Palacios, la teoría de la relatividad habrá sobrepasado el límite de lo especulativamente útil para caer en el absurdo de modificar extrañamente todo el contexto en que se inscriben los fenómenos. Nuestro conocimiento —opina— es reproducción fiel de una realidad objetiva que se nos manifiesta cotidianamente; los conceptos primarios de espacio y tiempo son conceptos universales, indefinidos e indefinibles, pero concretos en los marcos mentales —digámoslo así— de la humanidad, generación tras generación. Y Palacios no puede permanecer impasible ante ese radical desquiciamiento de su marco conceptual, de su —en sus propias palabras— imagen intuitiva del universo físico:

“Una cosa es que admitamos lo maravilloso, aunque no lo entendamos, y otra muy distinta el que demos por bueno lo que es absurdo”⁷,

No es extraño, pues, que las dudas planteadas, al encontrar una ocasión apropiada, se resuelvan en un intento formal de reformular la teoría en términos más aceptables. Esta ocasión propicia la encontrará Palacios en la polémica que, en torno a la paradoja de los gemelos, iniciará H. Dingle en las páginas de *Nature*⁸. Esta controversia pone de manifiesto las dificultades de interpretación que aún tenía la teoría de la relatividad en una de sus más sorprendentes consecuencias. De entre las dos posiciones fundamentales, encarnadas por McCrea y Dingle, la primera corresponderá a la postura relativista ortodoxa, y la segunda, fundamentalmente, pondrá en tela de juicio que la aplicación del principio de relatividad pueda conducir a una asimetría en el transcurso del tiempo tal como predice la teoría. Como es de suponer, Palacios tiende a alinearse con Dingle; pero sus concepciones sobre espacio y tiempo y la errónea convicción de que la paradoja no puede tener solución desde las posiciones en pugna⁹, le llevarán a analizar la situación en los siguientes términos:

“Este resultado nos coloca ante un dilema: o se ha aplicado mal el principio de relatividad de Einstein, o este principio tiene que ser rechazado porque conduce a un absurdo. Todos cuantos se han ocupado en esta cuestión se atienen al primer término del dilema por considerar como un dogma el susodicho principio de relatividad, pero discrepan al tratar de señalar el error en que se ha incurrido”¹⁰.

Y optará por la vía alternativa: rechazar el principio de relatividad. En su opinión, la paradoja no debe darse, y por ello propone que los intervalos de tiempo en juego deben ser iguales. Con esto, el problema que suscitó la polémica se elimina de raíz, pero no precisamente desde la ortodoxia relativista. Es, pues, el momento de proponer una nueva teoría que, basada en conceptos clásicos de espacio y tiempo, englobe tanto esta tajante afirmación como toda aquella evidencia empírica que se considera apoyo de las ideas de Einstein. La ocasión es apropiada y, aunque consciente de lo arriesgado del intento, Palacios propone su alternativa ya en 1956:

“Ha pasado medio siglo desde que Einstein alumbró su famosa teoría, pero las discusiones acerca de si sus predicciones en el campo de la cronometría son ciertas o falsas prosiguen con creciente encono (...). Por otra parte, los éxitos rotundos de la teoría de Einstein justifican el que se considere como herética la menor alteración introducida en sus fundamentos. Sin embargo, creo que merece un poco de atención el presente trabajo con el que se intenta establecer la realidad de tal manera que, sin alterar las consecuencias mecánicas de la actual teoría, no resulten contradicciones”¹¹.

“Se intenta establecer la realidad”, dice Palacios en la cita precedente. Ciertamente, para él, la realidad no estaba reflejada por la teoría de Einstein, como ya he comentado. Pero esta misma “realidad” es la que Ives y Stilwell detectaron en sus experimentos de 1938 y 1941, cuando confirmaron la dilatación de tiempos¹², y que Palacios deberá explicar en su nueva formulación. Pasemos a verla.

3. UNA NUEVA TEORIA

Palacios, en las primeras presentaciones de su teoría¹³, parte de tres postulados:

1) Dado un sistema inercial, lo es también cualquier otro que se mueva respecto del anterior rectilínea y uniformemente.

2) Invariancia de la velocidad de la luz.

3) Igualdad de las duraciones en un punto fijo de cualquier sistema inercial: los intervalos temporales serán igualmente apreciados por observadores en reposo respecto a dicho sistema y por observadores en el sistema estacionario.

El tercer postulado sustituye al principio de relatividad, al que, como ya he comentado, Palacios considera responsable de la aparición de la paradoja de los gemelos; como se ve, equivale a afirmar que la misma no puede tener lugar.

Los dos primeros postulados le llevan a unas ecuaciones de transformación (entre un sistema estacionario S y otro sistema S' que se mueve rectilínea y uniformemente respecto del anterior con velocidad v según OX) de la forma:

$$\left. \begin{aligned} x &= \gamma \frac{x' + vt'}{\alpha} \\ y &= \gamma y' \\ z &= \gamma z' \\ t &= \gamma \frac{t' + \frac{v}{c^2} x'}{\alpha} \end{aligned} \right\} \textcircled{1}$$

En donde $\alpha = (1 - v^2/c^2)^{1/2}$, y γ es un parámetro desconocido. Si ahora se aplica el principio de relatividad, se obtiene que $\gamma = 1$, y la transformación (1) se reduce a la transformación de Lorentz usual. Aplicando, en cambio, el postulado de igualdad de las duraciones ($t_2 - t_1 = t'_2 - t'_1$ si $x'_1 = x'_2$) introducido por Palacios, se llega a que $\gamma = \alpha$, y las ecuaciones (1) quedan:

$$\left. \begin{aligned} x &= x' + vt' \\ y &= \alpha y' \\ z &= \alpha z' \\ t &= t' + \frac{v}{c^2} x' \end{aligned} \right\} \textcircled{2}$$

Y sus inversas:

$$\left. \begin{aligned} x' &= \frac{1}{\alpha^2} (x - vt) \\ y' &= y/\alpha \\ z' &= z/\alpha \\ t' &= \frac{1}{\alpha^2} \left(t - \frac{v}{c^2} x \right) \end{aligned} \right\} \textcircled{3}$$

Detegámonos un poco en las implicaciones de esta transformación. Ante todo, hay que decir que Palacios contempla la existencia de un referencial absoluto, y que la teoría permitirá la posibilidad de su detección. En dicho sistema absoluto los relojes marcarán el tiempo de la mecánica clásica, y la luz se propagará isótopamente. Esto permitirá sincronizar los relojes estacionarios en dicho sistema mediante señales luminosas, al igual que en la teoría de Einstein. Hay que advertir desde ahora que Palacios usará siempre cronómetros provistos de dos mecanismos manipulables: el cambio horario por alteración de la posición de las manecillas, y el cambio de *marcha* por otro dispositivo apropiado.

Supongamos ahora un sistema de referencia S' móvil respecto del sistema absoluto S . ¿Cómo se transformarán longitudes e intervalos de tiempo al pasar de uno a otro sistema? La tabla que viene a continuación resume los resultados obtenidos aplicando las ecuaciones de transformación de Palacios y de Lorentz. Advértase la ausencia de reciprocidad en estas transformaciones dentro de la teoría de Palacios:

TEORIA DE PALACIOS

	Medidas desde S		Medidas desde S'	
	Palacios	Lorentz	Palacios	Lorentz
Longitudes paralelas al movimiento relativo	$\Delta x' = \frac{\Delta x}{\alpha}$	$\Delta x' = \frac{\Delta x}{\alpha}$	$\Delta x = \Delta x'$	$\Delta x = \frac{\Delta x'}{\alpha}$
Longitudes perpendiculares al movimiento relativo	$\Delta y' = \frac{\Delta y}{\alpha}$	$\Delta y' = \Delta y$	$\Delta y = \alpha \Delta y'$	$\Delta y = \Delta y'$
Intervalos de tiempo en un punto fijo	$\Delta t' = \Delta t$	$\Delta t = \frac{\Delta t'}{\alpha}$	$\Delta t = \alpha^2 \Delta t'$	$t' = \frac{\Delta t}{\alpha}$

Para explicar estos resultados, Palacios considera dos efectos superpuestos: uno real y otro aparente. El efecto real es aquél que se estima igual por los observadores en ambos sistemas, y lo atribuye a efectos producidos por el movimiento absoluto; el aparente es aquél que se estima distinto y que, debido al movimiento relativo entre ambos sistemas, procedería de la aplicación de distintos criterios de simultaneidad. Los efectos reales consistirían en una contracción proporcional al factor α de las dimensiones tanto longitudinales como transversales a la dirección del movimiento absoluto, así como una disminución de la misma magnitud en los intervalos de tiempo. A estos efectos se superponen otros aparentes: cada observador encuentra una contracción de las dimensiones paralelas a la dirección del movimiento, así como un aumento de las duraciones, ambas en el mismo factor α .

Los efectos reales, según Palacios, tienen lugar a causa de las aceleraciones que experimenta un cuerpo cuando pasa del sistema en reposo absoluto a cualquier otro sistema inercial. Ello le lleva a concluir que cualquier sistema que nunca haya sido acelerado, o que haya sufrido aceleraciones iguales y contrarias, estará en reposo absoluto. De entre el posible conjunto de sistemas de referencia que cumplan esta condición, escogerá aquél que es solidario del centro de masas del universo como referencial privilegiado.

Hay que hacer notar aquí expresamente que las ecuaciones (2) y (3) se refieren a las transformaciones de coordenadas y tiempo entre el sistema absoluto y un sistema inercial cualquiera. En concreto, la velocidad v que interviene en ellas es la velocidad absoluta del sistema móvil. Cuando se trate de establecer las transformaciones entre dos sistemas inerciales cualesquiera, se debe usar:

$$\begin{aligned}
 x' &= \frac{1}{\alpha'^2} \left(1 - \frac{v'v''}{c^2} \right) x'' + (v'' - v') t'' \\
 y' &= \frac{\alpha''}{\alpha'} y'' \\
 z' &= \frac{\alpha''}{\alpha'} z'' \\
 t' &= \frac{1}{\alpha'^2} \left(1 - \frac{v'v''}{c^2} \right) t'' + \frac{v'' - v'}{c^2} x''
 \end{aligned}
 \quad \left. \vphantom{\begin{aligned} x' \\ y' \\ z' \\ t' \end{aligned}} \right\} \textcircled{4}$$

Expresiones que muestran la no equivalencia entre los sistemas S' y S'' , salvo en el caso particular en que ambos tengan velocidades absolutas iguales y opuestas, caso en el que las fórmulas (4) se reducirán a la transformación de Lorentz.

4. CANTIDADES, MEDIDAS Y COVARIANCIA

En la teoría de Palacios se rechaza la invariancia de las leyes físicas que impone el principio de relatividad. Si en los sistemas estacionario y móvil usamos el mismo sistema de unidades, una ley física $A = f(B, C, \dots)$ en el sistema S se transformará de acuerdo con el principio de relatividad en la ley $A' = f(B', C', \dots)$ en el sistema S' , siendo $A = A'$, $B = B'$, $C = C'$, etc. En la nueva teoría, en la que los patrones de medida cambian al variar el sistema inercial, una misma cantidad tendrá distintas medidas en los distintos sistemas inerciales, esto es, $A = A' \cdot (u'_A / u_A)$, $B = B' \cdot (u'_B / u_B)$, etc., en donde las u_A , u_B , u'_A , u'_B , representan las correspondientes unidades en los sistemas S y S' . Los efectos reales debidos al movimiento absoluto se interpretan así como cambios en las unidades: un metro en el sistema móvil será igual a α metros en el fijo, y un segundo igual a α segundos.

Esto es generalizable a cualquier magnitud derivada, vía su fórmula dimensional; en concreto, si se aplica a las constantes universales, se llega a que el valor de éstas es distinto en los distintos sistemas inerciales (excepción hecha de la velocidad de la luz), dependiendo de su velocidad absoluta. En concreto, la variación de la constante de Planck le permitirá explicar la prolongación de la vida media de los mesones —tradicional apoyo empírico a la dilatación de tiempos einsteniana— y el resultado del experimento de Ives y Stilwell.

5. SINCRONIZACION Y VELOCIDAD DE LA LUZ

Supongamos un fenómeno que acontece en un punto determinado del sistema móvil. Dentro de la teoría de Palacios la duración del mismo será, por definición, igualmente apreciada por un observador en reposo absoluto y por otro estacionario respecto del fenómeno en cuestión. Esto, unido al hecho de que en esta teoría la marcha de un reloj no se altera bajo transporte permite establecer la igualdad de marcha de todos los relojes en los distintos sistemas inerciales con los relojes del sistema estacionario. De este modo podremos conseguir que todos los relojes de nuestro sistema S' marchen de acuerdo con los de S .

Un segundo paso a efectuar con nuestros relojes de S' consiste en ponerlos en hora, esto es, en mover sus manecillas sin modificar su marcha, de modo que concuerden sus lecturas. Una manera de conseguirlo es aprovecharnos de la constancia de la velocidad de la luz que postula la teoría. Si lo hacemos así, suponiendo un instante en que todos los relojes de S marquen $t = 0$, los de S' , de acuerdo con las ecuaciones de transformación, señalarán:

$$t' = -(v/c^2).x' \quad \textcircled{5}$$

esto es, sus lecturas dependerán de la posición, y tan sólo el reloj situado en el origen de S' señalará la misma hora que los de S .

Esta consecuencia, si bien parece ser aceptada por Palacios en un primer momento, pronto será cuestionada, pues impide llegar a un tiempo plenamente newtoniano. De momento, podemos hablar de una simultaneidad absoluta, la del sistema fijo, cuando $t_1 = t_2$. Pero tendremos que aceptar la existencia de una multiplicidad de simultaneidades relativas —una para cada sistema inercial— cuando $t'_1 = t'_2$, $t''_1 = t''_2$, etc. Para eliminarlas, Palacios deberá abandonar el procedimiento de sincronización por señales luminosas dentro de S' , reservándolo exclusivamente para el sistema en reposo absoluto. Los relojes móviles deberán sincronizarse ahora por señales luminosas con los patrones de S , sin tomar en cuenta su estado de movimiento. De este modo cada reloj de S' se encontrará sincronizado con el reloj de S frente al que esté pasando. Así, este procedimiento permite definir una simultaneidad absoluta:

For clocks directly synchronized with the standard at rest, any event may be defined by the coordinates (x, y, z, t) in S or by (x', y', z', t') in S' , and the simultaneity of two events can be defined by $t_1 = t_2$. Hence, the condition $t = \text{const}$ can be taken as the definition of the absolute simultaneity¹⁴.

La contrapartida de esto es que las medidas efectuadas por observadores en sistemas móviles muestren una anisotropía en la velocidad de la luz, por lo que ésta ya no va a figurar como postulado en las sucesivas reformulaciones que Palacios hará en su teoría.

A partir de estas consideraciones será constante su crítica del comportamiento de los relojes dentro de la teoría de Einstein y contemplará, en concreto, la dependencia de sus lecturas con la posición, tal como indica (5), como el resultado de una manipulación intencionada de las lecturas en orden a dejar invariante la velocidad de propagación de la luz dentro del sistema móvil.

6. LOS NUEVOS POSTULADOS

En 1960, el mismo año en que aparece su libro, Palacios deduce sus ecuaciones de transformación de dos nuevos postulados a los que considera sólidamente apoyados en la experiencia¹⁵:

1) Inercia de la energía: La energía de cualquier tipo posee una masa inercial dada por: $m_E = E/c^2$, en donde c es una constante universal.

2) Contracción de cuerpos móviles: la longitud de un cuerpo móvil depende de su orientación con relación a su velocidad de tal modo que si Δx representa su longitud en la dirección paralela a su velocidad, esa misma longitud, en posición transversal (Δy), cumple: $\Delta x = \alpha \cdot \Delta y$, siendo $\alpha = (1-v^2/c^2)^{1/2}$.

Nótese que aquí desaparece ya el postulado de constancia de la velocidad de la luz.

Palacios utiliza el primero de los postulados, junto con la segunda ley de Newton y el principio de conservación de la energía, para llegar a la expresión de la variación de la masa con la velocidad (análoga a la relativista ortodoxa)¹⁶, de la que concluye la existencia de una velocidad límite de valor c que, vía el segundo postulado —probado por el experimento de Michelson y Morley—, iguala a la velocidad de la luz en el vacío (para él, en el éter en reposo absoluto).

En su deducción de las ecuaciones de transformación hará uso asimismo del postulado de la igualdad de las duraciones, deducido de un criterio que afirma la igualdad de dos unidades cuando ambas dan la misma medida de la misma cantidad. Esto, aplicado a las unidades de tiempo, lleva a la igualdad de marcha de los relojes en S y S' cuando éstos leen $\Delta t' = \Delta t$ para la duración de un mismo proceso.

Un año después, en 1961¹⁷ los postulados van a cambiar, siendo ahora:

1) Imposibilidad de detectar por métodos interferométricos el movimiento relativo uniforme.

2) Existencia del referencial absoluto, isótropo respecto de la propagación de la luz.

El segundo de estos postulados, como hemos visto, ya aparecía implícito en sus trabajos anteriores. En cuanto al primero, según indica, se apoya en los experimentos de Michelson-Morley y de Kennedy-Thorndike, y debe mantenerse aún rechazando el principio de relatividad.

No voy a extenderme en el análisis de estos trabajos posteriores en los que Palacios, más que desarrollar la teoría o variar formalmente su axiomática, lleva a cabo la crítica de los postulados einstenianos desde sus propias posiciones o desarrolla algunos aspectos particulares; resulta de mayor interés para nuestros propósitos detenernos aquí, en el abandono del postulado de constancia de la velocidad de la luz, única modificación significativa que Palacios introducirá en su teoría, y tratar de inscribir —siquiera sea por analogía— sus proposiciones dentro de un contexto más general de objeciones a los postulados de la relatividad especial.

7. LA TEORÍA DE PALACIOS

Y EL PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN NEOLORENTZIANO

Una clasificación apriorística y elemental de los cambios que se pueden dar en los postulados de Einstein sería la siguiente:

- a) Se elimina, modifica o sustituye el principio de relatividad.
- b) Se elimina, modifica o sustituye el principio de constancia de la velocidad de la luz.
- c) Los cambios o modificaciones atañen a los dos postulados.

La primera formulación de Palacios se encuentra claramente dentro del caso (a). Vamos a fijarnos en él. Si partimos de la isotropía del espacio y de la uniformidad de espacio y tiempo (independencia de sus propiedades de las condiciones iniciales de medida), llegamos a unas ecuaciones de transformación de la forma¹⁸:

$$\left. \begin{aligned} x' &= K(v)(x-vt) \\ y' &= \lambda(v)y \\ z' &= \lambda(v)z \\ t' &= \mu(v)\left(t - \frac{v}{\eta(v)}x\right) \end{aligned} \right\} \textcircled{6}$$

En donde $k(v)$, $\lambda(v)$ y $\mu(v)$ son parámetros desconocidos dependientes de la velocidad.

Si introducimos ahora el postulado de constancia de la velocidad de la luz, llegamos a:

$$\left. \begin{aligned} x' &= \lambda(v) \frac{x-vt}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \\ y' &= \lambda(v)y \\ z' &= \lambda(v)z \\ t' &= \lambda(v) \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \end{aligned} \right\} \textcircled{7}$$

Que es una transformación igual a la (1) introducida en el apdo. 3. En este punto, tenemos dos opciones para el valor de $\lambda(v)$: si $\lambda(v) = 1$, entonces denegaríamos la posibilidad de un referencial privilegiado —de hecho estaríamos aplicando el principio de relatividad de una manera más o menos encubierta—, y si $\lambda(v) \neq 1$, necesariamente debe existir un tal sistema. Ya hemos visto que el postulado de las duraciones de Palacios lleva a que $\lambda(v) = (1-v^2/c^2)^{1/2}$. El rechazo del principio de relatividad, pues, conduce a la existencia del referencial absoluto.

Este referencial absoluto se da también en la llamada aproximación neolorentziana, la cual recoge el programa de investigación de Lorentz y Poincaré en una nueva forma, incorporando la dilatación de tiempos y formulando una alternativa a la relatividad de Einstein¹⁹. Sin descender a cuestiones de detalle acerca de su evolución, podemos englobar sus fundamentos en los dos postulados siguientes:

1) Existencia de un referencial privilegiado en donde la propagación de la energía es isótropa y se cumplen las leyes de Newton.

2) Contracción de las longitudes de los cuerpos en movimiento respecto al sistema absoluto en la dirección de dicho movimiento.

El sistema de referencia absoluto que se contempla en esta teoría coincide plenamente con el postulado por Palacios; ambos se heredan de ese éter de Lorentz casi totalmente desprovisto de propiedades físicas. En él, y sólo en él, la propagación de la luz será isótropa. Esta nueva aproximación a la relatividad especial quedaría englobada, así como las ideas de Palacios posteriores al rechazo de la constancia de la velocidad de la luz, dentro del apartado (c) de nuestra clasificación. En el caso del (b) hay que advertir que no se llegaría a la existencia de un referencial privilegiado, sino a unas transformaciones iguales a las de Lorentz en las que c jugaría el papel de una velocidad límite que sólo a posteriori y vía algún otro supuesto —como, por ejemplo, la expresión de la variación de la masa con la velocidad deducida empíricamente— se igualaría a la de la luz.

En resumen, la aproximación neolorentziana adopta el procedimiento de sincronización de Einstein mediante señales luminosas, tanto en el referencial absoluto —donde tendremos el tiempo verdadero— como en los distintos sistemas móviles. En estos últimos ya no se cumple que la velocidad de la luz en un trayecto de ida y vuelta sea igual a la ida y al retorno; no obstante, este efecto, asociado con la contracción de longitudes, llevará a obtener en todos los casos el valor c como medida de la velocidad media de la luz en tales condiciones. Asimismo, la dilatación de tiempos surge como consecuencia de la anisotropía producida por la contracción y por el hecho de que la velocidad de la luz ya no sea constante. Se mantiene, de este modo, la existencia de un tiempo absoluto y de un sistema absoluto desde el cual un observador puede analizar los fenómenos —teniendo en cuenta los efectos de anisotropía en los sistemas inerciales móviles— sin salirse del marco de las concepciones clásicas. No obstante, este sistema absoluto será indetectable: por un lado, la teoría llega a las transformaciones de Lorentz usuales; por otro, es impensable detectar el movimiento absoluto de nuestro sistema midiendo la velocidad de la luz en un trayecto sólo de ida. Para ello deberíamos poseer dos relojes, situados en los puntos de partida y retorno, previamente sincronizados entre sí; pero puesto que la teoría adopta el convenio de Einstein, llegaríamos siempre al valor c .

Las ideas de Palacios se apartan radicalmente de esta concepción en el tema de la sincronización. En su teoría, como hemos visto, ya no se mide constante la velocidad de la luz en los distintos sistemas inerciales; Palacios

ha partido de criterios distintos para ajustar sus relojes, criterios que garantizan la igualdad de marcha y que, por tanto, eliminan de raíz cualquier relatividad en el tiempo. Si la posición neolorentziana acaba sacrificando el tiempo newtoniano en los distintos sistemas inerciales, en aras a conseguir una equivalencia completa con la relatividad especial —el sistema absoluto queda así convertido en un marco conceptual útil pero ilocalizable— Palacios extenderá ese mismo tiempo a cada sistema inercial. La raíz del tema no está en el principio de constancia de la velocidad de la luz, sino en la definición de tiempo que le acompaña, y que lleva a dicha constancia en cualquier sistema inercial en el que se adopte. El tiempo definido por Palacios —o, mejor dicho, el procedimiento de sincronización postulado— lleva a una escala de tiempos que la física considera, hoy, desvinculada de los fenómenos físicos o biológicos. Siendo admisible como mera definición, la escala de tiempos de Palacios se habrá, sin embargo, alejado de esa realidad que pretendía restituir; cuanto menos, de esa “realidad” que, de un modo u otro, encuentra la física actual como sustrato de sus investigaciones.

CONCLUSION

Termina aquí nuestro somero recorrido por algunos de los aspectos de la teoría de Palacios. No queda cerrado el tema con esto, sino, al contrario, apenas iniciado. Si bien es claro que la teoría de Palacios se enmarca dentro del grupo de tentativas efectuadas desde posiciones prerrelativistas para restablecer los sustratos absolutos de espacio y tiempo, no resulta fácil insertarlo adecuadamente dentro de este contexto. Ello, por varias razones: Por un lado, el estudio, tanto histórico como analítico de tales tentativas está todavía por hacer; por otro, el alcance limitado de nuestro trabajo no permite reconstruir el cuadro de relaciones e influencias que tuviera Palacios a lo largo de sus trabajos en este tema. Habría que profundizar, además, en las relaciones entre el pensamiento de Palacios, sus trabajos sobre el análisis dimensional, y el cambio conceptual que supuso la física einsteiniana desde la perspectiva de los fundamentos de la física.

No obstante, algo podemos decir. En primer lugar, que la tentativa de Palacios de modificar la relatividad aproximándola a esquemas prerrelativistas no fue, ni con mucho, la única. En segundo lugar, que el momento histórico en que la planteó no está desprovisto de significado: la polémica sobre la paradoja de los gemelos, que saltó de las páginas de *Nature* a las de

otras publicaciones, fue un hito significativo en la historia de la relatividad que, además de poner de manifiesto las dudas existentes sobre la interpretación que debía darse al principio de relatividad, puso sobre el tapete la posibilidad de otras alternativas. El programa más potente dentro del conjunto de estas alternativas es el neolorentziano, y de la breve comparación apuntada con la teoría de Palacios podemos concluir la medida en que ambas divergen. Quedaría por determinar hasta qué punto mantuvo contacto Palacios con estas líneas heterodoxas de trabajo; a través de las publicaciones en la Revista de la Academia de Ciencias he podido rastrear la existencia de alguno de ellos, pero los datos así obtenidos resultan insuficientes. Lo que sí se puede ver a través de sus publicaciones es un incremento de su posición newtoniana. Si en un primer momento sus objeciones se plantea más bien dentro del marco de una polémica, transformándose rápidamente en un intento formal de reestructurar la relatividad sobre bases para él más aceptables, pronto se advierte una radicalización de su posición que le separa de hecho del contexto de los intentos más prometedores. Tres cuartos de siglo de física relativista abonaron la creencia en la ilocalización del referencial absoluto y apoyan la fiabilidad del grupo de transformaciones de Lorentz, al que Palacios, a diferencia de otras aproximaciones, no llega a través de sus postulados. Así, las discusiones sobre los problemas que la relatividad puede plantear a algunos sectores de la comunidad científica se encauzaron por otros caminos.

NOTAS

1 A este respecto, pueden verse, por ejemplo, los discursos de recepción en las Academias, así como las intervenciones de D. José Baltá, D. Obdulio Fernández y D. Pedro Laín en la sesión necrológica celebrada en la Academia de Ciencias de Madrid, publicadas en el volumen LXIV de su Revista. Asimismo el trabajo de D. José Aguilar, D. Julio Palacios y el lenguaje de la Física, Santander, Aula de Cultura Científica 1980. El primero de mayo del presente año, en Santillana del Mar, se abrió una exposición dedicada a Palacios.

2 *Physicalia*, n.º. 19 (abril/junio 1955), págs. 3-8.

3 *Ibid.*, pág. 4.

4 PALACIOS, J. *Análisis Dimensional*, Espasa-Calpe, Madrid, 1956, pág. 31. (Esta obra se reeditó y se tradujo al inglés).

5 *Ob. cit.* en nota (3), pág. 8.

6 PALACIOS, J. ¿Se debe revisar la teoría de la relatividad?, *Anales de la Real Sociedad de Física y Química*, 53A, (1957), págs. 31-32.

7 *Ibid.*, pág. 32.

8 Vid. una breve exposición en SELLES, M.A.; LLOSA, R. Sobre la confirmación experimental de la relatividad restringida, Homenaje al Doctor Peset Aleixandre, Universidad de Valencia, 1982, vol. 3, págs. 579-597.

9 En su análisis de la paradoja, Palacios iguala equivocadamente intervalos de tiempo con distinto significado físico: éstos están medidos desde distintos sistemas inerciales S y S' . Si para el primero se utilizan dos relojes en S y uno en S' , en el segundo sucede al revés, por lo que las medidas obtenidas no serán comparables. El error se explica fácilmente si tenemos en cuenta la posición de Palacios respecto al tiempo y su medida. Vid. un análisis algo más detallado en SELLES, M.A. Espacio y tiempo en la teoría de la relatividad de Julio Palacios (1891-1970), *Asclepio*, 34 (1982), págs. 219-238.

10 Ob. cit. en nota (6), pág. 34.

11 PALACIOS, J. Revisión de los fundamentos de la teoría de la relatividad, *Rev. Acad. Ciencias Madrid*, 50 (1956), pág. 441.

12 Si bien, curiosamente, no desde el marco einsteniano, sino desde la antigua teoría de Lorentz. Vid. sobre esto SELLES, M.A. Eter y confirmación experimental de la teoría de la relatividad restringida. Aproximación a su estudio histórico-crítico. Tesis de Licenciatura, Fac. de Ciencias Físicas, Madrid, 1980.

13 En concreto, usará este planteamiento axiomático en sus dos más conocidas y amplias presentaciones de la teoría: *Revisión de la teoría de la relatividad*, Madrid, 1957 (es la publicación en forma de libro de una serie de cuatro artículos aparecidos ese mismo año en la *Rev. Acad. Ciencias Madrid*) y *Relatividad. Una nueva teoría*, Espasa-Calpe, Madrid, 1960.

14 PALACIOS, J. The relativistic behaviour of clocks, *Rev. Acad. Ciencias Madrid*, 56 (1962), págs. 292-293.

15 PALACIOS, J. The postulates of the new theory of relativity, *Rev. Acad. Ciencias Madrid*, 54 (1960), pág. 313.

16 Pero no con el mismo sentido. Para él la masa es una magnitud constante característica del cuerpo, y no varía con la velocidad. Esta variación la atribuye a una modificación en la segunda ley de Newton.

17 PALACIOS, J. A reappraisal of the principle of relativity as applied to moving interferometers, *Rev. Acad. Ciencias Madrid*, 55 (1961), pág. 3.

18 El análisis desarrollado se puede ver en TERLETSKII, Y.P., *Paradoxes in the Theory of Relativity*, Plenum Press, New York (2ª ed), 1970, págs. 17-28.

19 Sobre este tema, véase PROKHOVNIK, S.J. *The Logic of Special Relativity*, Cambridge Univ. Press, 1967, especialmente págs. 56 ss.