LLULL, vol. 19, 1996, 425-453

ASPECTOS RETORICOS EN *ZUR ELEKTRODYNAMIK BEWEGTER KÖRPER*

UNAI ETXEBARRIA BILBAO
Universidad del País Vasco (UPV/EHU)

RESUMEN

A partir de los estudios sobre retórica de la ciencia que se han desarrollado durante esta última década, nos acercamos al artículo de Einstein, Zur Elektrodynamik bewegter Körper. *En primer lugar se muestra que la estructura general del artículo, es la inversa al modelo seguido por sus contemporáneos (p. ej. Lorentz), quienes anteponían la Dinámica a la Cinemática. En segundo lugar, se analiza el contenido del artículo, destacando las tácticas retóricas de las que hace uso. Entre estas, son de carácter general el uso de objetivadores, esto es, la creación de un espacio inicial de tensión y la utilización de mecanismos de externalización de tipo lingüístico. Como características más específicas se destacan la omisión de resultados desfavorables, así como la inexistencia de citas, esta última relacionada directamente con la importancia de la autoridad en la tradición científica.*

ABSTRACT

From the developed studies about rhetoric of science during this last decade onward, we approach on Einstein's Zur Elektrodynamik bewegter Körper. *Firstly, we point out the general structure of the article, which it's the opposite of his contemporaries models (for example, Lorentz), who gave the preference to Dynamics before Kinematics. In second place, it analyses the content of article, emphasizing the rhetoric tactics he uses. Among these, the use of objectifing resources like the creation of an initial tension and the use of linguistic externalising devices are common in larger number of scientific texts. Of specific character are the omision of desagree data, as soon as the inexistence of citation; this one in relation with the importance of authority in scientific tradition.*

Recibido el 10 de octubre de 1996

Finalmente se destaca la estructura dialogística oculta que encierran las secciones §1 y §2 del artículo de Einstein.

Finally, it shows the hidden dialogistical structure that contain §1 and §2 sections in Einstein's article.

Palabras clave:. Retórica de la ciencia, Relatividad especial, Artículo científico, Persuasión, Diálogo, Autoridad, Controversia.

Introducción

El surgimiento en los últimos quince años del campo de estudio que se ha dado en llamar Retórica de la Ciencia ha puesto de relieve el valor que el uso de diversas técnicas retóricas tiene dentro del discurso científico. A partir de la idea básica de que el discurso científico es un discurso dirigido, cuya finalidad es la de convencer a una comunidad, la científica, partimos del hecho de que Einstein, en su elaboración de la relatividad especial, hizo uso de ciertas técnicas retóricas, algunas de las cuales parecen ser compartidas por la totalidad de la comunidad científica, mientras que otras se presentan de un modo específico en el artículo de Einstein acerca de la relatividad especial.

En 1905, el joven Einstein publicaba su famoso artículo *Zur Elektrodynamik bewegter Körper,* con el que se daba comienzo a la revolución relativista. Si bien la revolución vino dada por su contenido, no es menos cierto que el modo en que era presentado el artículo preludiaba ya una originalidad particular; en las siguientes páginas se quiere mostrar en qué consistió tal novedad.

El número de perspectivas que pueden adoptarse en el estudio de cualquier obra literaria, pictórica, filosófica, científica... tiende a estar en relación directa con su trascendencia dentro de lo que globalmente se presenta como la historia intelectual de la humanidad. El *Don Quijote,* el *Guernica* de Picasso, o *La República* de Platón, son lo que son porque la riqueza interpretativa que han demostrado parece inagotable, y siempre es sorprendente. Similares circunstancias resultan al adoptar nuevos puntos de vista en el análisis de las obras científicas; *El Origen de las Especies* de Darwin o el *Diálogo* de Galileo resultan ser fuentes inagotables de ideas y la razón se encuentra en que han trascendido el concepto de obra unidisciplinar. Así, a lo largo del presente siglo se ha ido configurando la inequívoca sensación de que la obra de Einstein pertenece a dicha categoría; la infinidad de literatura que desde los más diversos puntos de vista se ha escrito sobre la personalidad y la obra de Einstein así parece indicarlo.

Einstein, aunque popularmente se le identifique únicamente con una de ellas, fue parte fundadora de las dos revoluciones que la Física de nuestro siglo ha observado: la Mecánica Cuántica y la Relatividad. En el caso de la Teoría Especial de la Relatividad, que a continuación nos concierne, puede decirse que su materialización histórica se encuentra en su artículo *Zur Elektrodynamik bewegter Körper* aparecido en el volumen 17 de los *Annalen der Physik* en el año de 1905, y sobre el cual girará el análisis que a continuación se desprende.

La impresión inmediata que debió de producir la lectura del artículo de Einstein en cualquier físico de la época tuvo que ser, no ya sólo por el contenido, sino por su forma y estructuración, de perplejidad. Lo cierto es que, tal y como señala Miller[1] el artículo se muestra atrevido no sólo en su contenido sino también en su estilo; la estructuración de los artículos dentro de la física teórica en aquellos años observaba un formato considerablemente rígido que se desarrollaba en tres partes: en primer lugar se establecía la serie de experimentos o fenómenos de caracter anómalo y que funcionaban como base empírica, en segundo lugar se proponían las modificaciones teóricas necesarias para explicar dicho conjunto de anomalías, y en tercer lugar se desarrollaban las posibilidades explicativas y predictivas de la nueva teoría.

Observemos a este respecto, y en contraposición al trabajo de Einstein el artículo de Lorentz[2] en su versión definitiva acerca de la teoría del electrón, con lo que tanto el momento histórico como el contenido resultan perfectamente cotejables. En la Tabla I se muestran de modo comparativo los índices de los dos artículos.

En el caso de Einstein la primera observación que se realiza, en cuanto a su estructura externa se refiere, es que se encuentra dividida en una introducción sin título, y dos partes, intituladas *Parte Cinemática* y *Parte Electrodinámica,* subdivididas a su vez en cinco secciones. En el caso de Lorentz, a continuación de la introducción se desarrollan las diversas secciones, sin especificación concreta de a qué parte de la Mecánica pertenecen (a lo que habría que añadir que las diferentes secciones carecen de encabezamiento o título, y únicamente se presentan mediante numeración). La cuestión podría parecer irrelevante si se considera, como es el caso, que ningún profesional de la física necesita especificación alguna respecto a qué se corresponde con la cinemática y qué a la dinámica; sin embargo, surge una cuestión cuyo planteamiento observa una doble vertiente: o bien, nos preguntamos acerca del porqué de la especificación que lleva a cabo Einstein, o por el contrario, lo hacemos sobre su inexistencia en el caso de Lorentz. Pues bien, la pregunta clave se esconde tras el artículo de Einstein, y ello por la razón de que el autor estructuró el contenido del artículo de modo opuesto a como lo llevaban a cabo los defensores de la visión electromagnética de la

naturaleza, para quienes era la dinámica del electrón la parte fundamental, y a partir de la cual trataban de deducir la cinemática correspondiente[3]. Desde una perspectiva actual las implicaciones que se derivaron posteriormente de la nueva visión y especialmente en lo que a la Cinemática confiere han sido fundamentales desde todo punto de vista adoptado, con especial incidencia en la Filosofía. Einstein, parece querer indicar desde la propia estructuración el cambio que ha iniciado dentro de la Física, y con ello especialmente, su ruptura conceptual. Ruptura que tan acertadamente recogió Minkowski tres

Tabla 1. *Indices comparativos*

LORENTZ	*EINSTEIN*
1. INTRODUCCION. Evidencia experimental.	INTRODUCCION
2. Critica de Poincaré acerca de la hipótesis de la contracción.	I. PARTE CINEMATICA
3. Ecuaciones de Maxwell para ejes en movimiento.	1. Definición de simultaneidad.
4. Redefinición vectorial.	2. Sobre la relatividad de longitudes y tiempos.
5. Potenciales retardados.	3. Teoría de las tranformaciones de coordenadas y tiempos de un sistema en reposo a otro sistema en movimiento de traslación relativo al anterior.
6. Campos electrostáticos.	4. Significado físico de las ecuaciones obtenidas con respecto a cuerpos rígidos y a relojes en movimiento.
7. Partículas polarizadas.	5. Teorema de la suma de velocidades.
8. Teorema de los estados correspondientes.	II. PARTE ELECTRODINAMICA
9. Cálculo del momento electromagnético de un electrón.	6. Tranformacion de las ecuaciones de Maxwell-Hertz para el espacio vacío. Sobre las fuerzas electromotrices que aparecen en un campo magnético durante el movimiento.
10. La influencia del movimiento de la tierra sobre los fenómenos ópticos.	7. Teoría del principio de Doppler y de la aberración.
11. Aplicabilidad.	8. Tranformación de la energía de los rayos de luz. Teoría de la presión ejercida por la radiación sobre reflectores perfectos.
12. Movimiento molecular.	9. Transformación de las ecuaciones de Maxwell-Hertz cuando se toman en cuenta corrientes de convección.
13. Abraham y Lorentz sobre los experimentos de Kaufmann (1902).	10. Dinámica del electrón (lentamente acelerado).

años después al declarar que a partir de ese momento no cabía hablar separadamente del espacio y del tiempo, *condenados a desvanecerse en meras sombras, y solamente una especie de unión de los dos conservará la independencia*[4].

En lo que respecta al contenido particular del artículo citado, y aunque de forma somera, se observa que Lorentz sigue con pequeñas variaciones las tres secciones que antes se indicaban. El autor parte con indicaciones explícitas en la sección introductoria de la diversidad experimental negativa que obliga a la realización del trabajo que plantea. Así, entre físicos teóricos y experimentales, se cita a Rayleigh, Brace, Trouton-Noble, Michelson, y Poincaré.

Las tres secciones sobre las que se estructura el artículo de Lorentz se pueden esquematizar del siguiente modo:

a) Puntos 1-2: Ambos apartados conforman la sección introductoria. En el primero, se cita el experimento de Michelson y la consecuente hipótesis de la contracción formulada por Fitzgerald y el propio Lorentz, asi como los resultados negativos, que tanto en los experimentos de Rayleigh y Brace, como en el de Trouton-Noble, se produjeron en el intento por detectar el movimiento de la Tierra a través del éter. En la segunda sección, se menciona la crítica de Poincaré acerca de la introducción de nuevas hipótesis a medida que la evidencia experimental es contradictoria, en clara referencia a la hipótesis de la contracción, y finalmente, aunque sin explicitar, establece la intención última del artículo que consiste en la generalización del teorema de estados correpondientes a cualquier orden de aproximación.

b) Puntos 3-10: En esta sección central del artículo se encuentra la aportación final de Lorentz a la electrodinámica de los cuerpos en movimiento. En primer lugar plantea las ecuaciones fundamentales de la teoría de los electrones, aplica la fórmula clásica de la adición de velocidades e introduce las transformaciones de coordenadas que ya había aplicado en otro trabajo de 1899 y que resultan equivalentes a las conocidas *transformaciones de Lorentz*, una vez que la función arbitraria es determinada. A continuación, en el punto 5 se postulan las transformaciones para el desplazamiento dieléctrico y la fuerza magnética, obteniendo las ecuaciones para un medio en movimiento. En los puntos 6 y 7, Lorentz considera dos casos particulares, el de un sistema puramente electrostático, es decir, únicamente con movimiento de traslación, y un segundo caso en el cual exista movimiento no nulo en el sistema. En el punto 8, introduce la hipótesis del electrón no rígido. Después de obtener las masas longitudinal y transversal del electrón en el punto 9, Lorentz pasa a examinar en el siguiente punto la influencia del movimiento de la Tierra en

los fenómenos ópticos, planteando nuevamente el teorema de los estados correspondientes.

c) Puntos 11-13: En el punto 11, Lorentz indica la capacidad explicativa de la teoría propuesta con respecto a los experimentos de Michelson, de Trouton-Noble, asi como los de Rayleigh y Brace, posteriormente realiza una pequeña incursión acerca del movimiento molecular en los cuerpos en contracción, y finalmente en el punto 13, Lorentz concluye que los resultados experimentales obtenidos por Kauffmann (1902), que originalmente sólo apoyaban la teoría del electrón rígido de Abraham, también concuerdan con la nueva teoría desarrollada.

No es tarea que aqui se vaya a realizar el establecer las diferencias que se descubren entre la teoría de Lorentz y la de Einstein, cuestión que ha producido numerosa literatura; pero ya indicábamos anteriormente la novedad que suponía el trabajo de Einstein en el orden estructural, de hecho y muy probablemente el propio Einstein era consciente de la novedad que suponía su trabajo (no con respecto al artículo de Lorentz, el cual le era desconocido) cuando años después, en 1919, diga,

"Las teoría físicas son de diversas clases. La mayor parte son constructivas. O sea que intentan construir a partir de una base formal una imagen de sucesos más complejos. (...)

(...) Luego existe un segundo grupo, que llamaré teorías de principios. Estas no utilizan métodos sintéticos sino analíticos. O sea que no se parte de una hipótesis y de elementos constructivos sino de los resultados de la experiencia.(...)

Las teorías constructivas tienen las ventajas de su claridad, integridad y capacidad de adaptación. Las de principios, las de integridad lógica y seguridad de fundamento.

La teoría de la relatividad es una teoría de principios"[5].

Así, frente a la *teoría de principios* de Einstein, la teoría de Lorentz entra en la categoría de las *teorías constructivas;* comienza con la leyes y ecuaciones básicas de Maxwell, y asciende en complejidad mediante la adición de hipótesis. Por el contrario la teoría de Einstein, en especial su parte cinemática, constituye, un perfecto ejemplo de una *teoría de principios,* en la que a partir de dos principios generales y una nueva concepción de la simultaneidad se edifica la nueva teoría. De aquí, que cuando Einstein nos dice que es la *integridad lógica y la seguridad de fundamento* lo que caracteriza este tipo de teorías, se observa que la confianza con la cual Einstein aborda una

problemática que llevaba años ocupando a los físicos más eminentes del momento, queda plasmada en la estructura y en la forma del artículo, y se permite contrariamente a Lorentz, no hacer referencia alguna a la literatura habitual del tema, no señalar experimento alguno de forma específica, romper desde el comienzo con la tradición por la que se guiaban los físicos del éter, plantear el problema desde cuestiones que más parecen pertenecer al mundo de la filosofía que a la física y caracterizar de un modo original una nueva teoría proveniente de una insatisfacción estética inicial a partir de un experimento conocido y explicado perfectamente por los físicos del momento.

En definitiva, parece claro que desde una visión rigurosamente estructural el artículo de Einstein viola lo que Holton denomina como *Retórica de la Afirmación* de sus contemporáneos colegas de profesión.[6] A este respecto, Holton señala explícitamente,

"From the perspective of rhetoric, this paper was almost calculated to be off-putting to the typical reader of 1905. Indeed, as Einstein had predicted in one of his letters, in terms of the immediate reception by the large scientific community, this work could be regarded as a failure. Approval was certain only from the few personal friends of this unknown and sociologically "marginal" man, fellow marginals such as M. Besso, J. Sauter, M. Grossmann, and C. Habicht"[7].

1. Análisis del contenido

Una vez expuesto de modo introductorio las características del artículo de Einstein en lo que a su contextualización disciplinar se refiere, comparando el artículo en un plano estructural con respecto a los trabajos de Lorentz, el siguiente paso, y el central en el presente trabajo, es adentrarse en el artículo de Einstein propiamente dicho y desmenuzar su contenido, atendiendo a los componentes retóricos. La propia naturaleza del artículo científico en un momento histórico, los albores del siglo XX, en donde la Física se muestra como ciencia plenamente desarrollada, no permite, al contrario que las grandes obras clásicas de la ciencia en sus respectivos inicios disciplinares al modo de las obras de Galileo, Newton, o Darwin, un gran juego retórico. Particularmente dentro de los textos técnicos es la introducción la que permite la mayor articulación retórica. En el caso del artículo de Einstein, la importancia y el valor que no sólo dentro del propio artículo, sino a lo largo de la historia de la ciencia, tiene la introducción con la que el joven Einstein iniciaba su artículo, la convierte, desde una perspectiva retórica, en la parte más interesante y destacada del artículo. Al final del trabajo se ha transcrito íntegramente dicha introducción, de modo que la numeración que aparece consignando las diferentes líneas de la introducción hace referencia al apéndice

citado. En lo que respecta al resto del artículo de Einstein, hay que señalar que junto con la introducción, son los dos primeros puntos en donde se concentran las mayores posibilidades retóricas, tal y como se apreciará en el apartado correspondiente a su estudio que lleva por título *El artículo científico como diálogo.*

1.1. Objetivadores

Si existe algún elemento que caracterice cualquier texto de índole científico, éste se corresponde con el afán por mostrar un discurso objetivo e imparcial, que desestime toda apreciación subjetiva, en aras de una única finalidad: ser representación neutral e inequívoca de la realidad. Las consideraciones que a continuación se desarrollan inciden sobre tal cuestión, de ahí que las hayamos denominado como objetivadores. Y, básicamente, han sido considerados dos mecanismos de objetivación del mensaje que transmite el científico en su escrito; por un lado la tensión inicial que se trasluce inicialmente en los artículos, por otro lado, lo que S. Woolgar denomina *mecanismos de externalización.* Ambos elementos[8] se encuentran habitualmente, en la práctica totalidad de textos científicos; de ahí que dado su carácter no específico, no propio del artículo de Einstein, sean motivo de estudio en primer lugar.

1.1.1. Tensión inicial

Desde el punto de vista de la retórica de la ciencia la importancia que tiene el estudio de las introducciones de cualquier texto científico es actualmente indiscutible. Diversos autores[9] han enfatizado y mostrado el carácter conductor que comportan los textos introductorios sugiriendo las *categorías relevantes*[10] que posibilitan al lector la interpretación del texto, de un modo similar a como lo hacen los encabezamientos. Estas claves vienen planteadas de diversas maneras, sin embargo, el procedimiento habitual consiste en mostrar cierta tensión entre puntos de vista de modo que el texto mismo nace como producto de la tensión indicada. Dicha tensión se presenta de diferentes modos, bien contraponiendo ciertas teorías con observaciones actualizadas, bien enfrentando el pasado con el presente, o bien recordando anomalías y problemas irresolutos por la tradición científica. A continuación mostraremos cómo el texto de Einstein cumple la condición expuesta.

Obsérvense a este respecto las líneas 1-4 (y en general el primer párrafo hasta la línea 18, en la que se desarrolla el ejemplo que da comienzo al artículo) en las cuales partiendo de una necesidad estética, valor que para Einstein será una constante determinante en su visión de la ciencia por el valor heurístico que encierra, subraya la asimetría que aparece al aplicar la teoría de

Maxwell a los cuerpos en movimiento, ejemplificándola mediante un fenómeno perfectamente conocido como es la acción recíproca entre un imán y un conductor, y que según la visión imperante en el momento otorgaba diferentes causas a la aparición de la corriente eléctrica bien que fuera el conductor o el imán quien se moviera respecto al otro. En este caso el autor nos sitúa ya con las tres primeras líneas del texto en el centro de la discusión, y ello apelando a unas asimetrías que no parecen ser *inherentes* a los fenómenos *(Asymmetrien... welche den Phänomenen nicht anzuhaften scheinen)*. Desde la perspectiva que se reproduce en el texto, el conflicto parece nacer de una contradicción cuya raíz no depende en absoluto del punto de vista científico que se adopte, cuanto de los objetos y las relaciones que entre sí se dan; de aquí mi interés por subrayar el término *inherentes*. La apreciación de Einstein por considerar consustancial a la naturaleza cierto orden de simetría, producto de una visión intuitiva acerca de la estructura de la naturaleza, se proyecta como un desplazamiento del concepto que el sujeto en particular tiene, a la relativa objetividad que representa el mundo físico.

El segundo ejemplo que ilustra la intencionalidad por generar un estado de tensión, se desarrolla en las líneas 19 a 26, problamente las más citadas por su aparente relación con el famoso experimento de Michelson-Morley. En este caso se nos acerca a un nuevo marco de tensión, concretamente aquel que hace referencia a la imposibilidad de descubrir movimiento alguno de la tierra con respecto al éter. Aquí, el ámbito de tensión atiende a dos niveles: por un lado el de contradicción entre teoría y experimento, y un segundo nivel, más interesante desde nuestro punto de vista, que remite al enfrentamiento entre una tradición sujeta al pasado y un futuro que se inicia con el trabajo que se presenta. El modo confiado según el cual Einstein nos habla de *intentos infructuosos de descubrir algún movimiento de la tierra con relación al 'medio lumínico'*, sin explicitar a qué tipo de experimentos alude es una violación inmediata de lo que se corresponde con una retórica habitual en cualquier escrito científico, en el cual la cita al experimento-experimentador del cual se hará uso, bien como apoyo, bien como base para una crítica, resulta indispensable si se pretende dotar al propio trabajo de la necesaria formalidad. A esto podría objetarse que el cometido de una introducción no ha de resultar tan preciso a este respecto, sin embargo, el que la inexistencia de citas se extienda a la totalidad del artículo hace de ello una característica y no una excepción o anomalía al resto del artículo. La inmediata relación que parece establecerse entre la ausencia de citas, junto con otros elementos, y su vinculación con el grado de confianza del autor en su trabajo será motivo de tratamiento en un punto posterior.

1.1.2. Mecanismos de externalización

El segundo elemento, cuya función es la de conferir a la teoría un carácter cuyo valor más inmediato sea la descripción objetiva de los fenómenos, es convertir al científico en un narrador ajeno al fenómeno mismo. El científico ha de mostrar con su trabajo que los fenómenos, las mediciones, la información, y en general, cualquier dato que se extrae del mundo fenoménico está ahí; en tales casos el experimentador se presenta como un agente pasivo que no participa del fenómeno. Siguiendo a Woolgar caben establecerse dos mecanismos lingüísticos básicos.

Por una parte, el tono narrativo del artículo muestra expresiones que evitan la utilización de términos que hagan alusión a acciones recíprocas entre sujeto y objeto, gramaticalmente esto se traduce en el uso de la forma impersonal *man* y de estructuras oracionales pasivas; así el científico como agente pasivo llega a conclusiones a las cuales cualquier científico en su situación llegaría. Centrándonos nuevamente en la parte introductoria del artículo encontramos ejemplos de este tipo a lo largo de todo el segundo párrafo (líneas 19 a 40). Otro tipo de expresión es aquella que tiene su origen en la exposición de situaciones ideales, similar a la formulación de problemas, que se plantea con formas lingüísticas *euclidianas,* del tipo, *Sea una partícula moviéndose en un campo electromagnético..., (In einem elektromagnetischen Felde bewege sich ein punktförmiges...).* El segundo mecanismo es aquel en el que se hace uso del *nosotros* mayestáticos. Este uso generalizado del *nosotros* en lugar del *yo,* ofrece una interesante interpretación como apelación a la comunidad. Tal uso se aprecia a lo largo de todo el artículo. Minimiza aún más si cabe la participación del autor en los resultados y procedimientos de análisis[11] haciendo al propio lector co-partícipe del mensaje, buscando una cierta integración del receptor en una comunidad difusa, en ningun momento explicitada, pero cuyo sentido más profundo parece hacer referencia a la comunidad de científicos (físicos) globalmente. El número de ejemplos en este caso es abundante, y adquieren una especial relevancia cuando se llega a consecuencias, deducciones, definiciones, etc... del tipo: *welche beiden Prinzipien wir folgendermaßen definieren* y a continuación los dos principios en los que se basa la teoría, o cuando en referencia a la cuestión de simultaneidad concluye que *wir sehen also, daß wir den Begriffe Gleichzeitichkeit keine absolute Bedeutung beimessen dürfen... (cursivas en el original).* En el caso particular de Einstein no carece de cierta ironía la cuestión, considerado el hecho de que Einstein en aquel momento era lo que se considera como un *outsider*. Como tal se mantenía trabajando en la Oficina de Patentes de Berna, y su participación en la comunidad científica se *reducía* a la periódica publicación de artículos y recensiones en las revistas especializadas del momento, y sólo a partir precisamente de sus diferentes artículos de 1905,

comienza su relación epistolar de un modo regular con otros científicos del momento y paulatinamente su integración en la comunidad científica.

En definitiva, la utilización de formas estilísticas concretas de un carácter más o menos convencional en los escritos científicos resulta en consecuencia un intento de objetivización del mensaje, concluyendo en palabras de Prelli,

"The fact that one or another style is preferred for scientific discourse is clear indication that scientific discourse is adapted discourse –adapted both to persuasive purposes and to the expectations of specific audiences. I do not wish to imply that scientists are slaves to stylistic convention. Rather, style in scientific discourse always has rhetorical purposes and functions, and these are often minimally conected with either the content of what is said or the actual circumstances under which an investigation proceeded"[12].

1.2. Autoconfianza

Nuevamente, y siguiendo a Prelli, nos encontramos con la siguiente afirmación acerca de Einstein,

"Albert Einstein provides an excellent example of a scientist thinking in non-rhetorical ways without concern about audiences"[13].

Y a continuación pasa a relatar la anécdota en la cual Einstein ante el éxito de la expedición llevada a cabo por Eddington en 1919 para confirmar la desviación de la luz en las cercanías de una gran masa, predicho por la Teoría de la Relatividad General, respondía frente a un hipotético resultado negativo del mismo *Lo habría sentido por el buen Dios. La teoría es correcta*[14].

La interpretación que Prelli lleva a cabo a partir de la anécdota, resulta desde nuestro punto de vista fragmentaria e inexacta y merece en primer lugar dos puntualizaciones inmediatas. En primer lugar, ha de considerarse sobre el significado que el autor está concediendo al término *audiencia,* si por ello se entiende de modo genérico la sociedad o ciertos grupos sociales no determinados estaríamos de acuerdo en que Einstein no tuvo nunca un interés especial en convencer a tal audiencia, aunque resulta necesario subrayar que él mismo fue uno de los mayores interesados en divulgar su propia obra. En segundo lugar, si por *audiencia* hace referencia a la conformada por la comunidad científica, como así es, nuevamente resulta imprescindible valorar varios factores determinantes. Por una parte ha de considerarse la época a la que se refiere la anécdota, a saber, el año 1919. Si, tal y como se indica, el valor más importante en el uso de técnicas retóricas es el de la persuasión, planteado en términos de Prelli como un *discurso dirigido* hacia la comunidad de científicos, habrá de distinguirse el que se trate de un joven científico que

precisamente busca integrarse en tal comunidad, o que se trate de un miembro destacado de dicha comunidad en el momento de utilizar ciertas tácticas retóricas. Parece indudable que la disposición de uno u otro sujeto hacia la audiencia no puede ser la misma; mientras el primero busca su integración en ella, para lo cual necesita la legitimación por parte de la propia comunidad científica, el otro por contra participa plenamente de tal situación de ahí que su planteamiento haya de ser considerado bajo diferente perspectiva. Como señala el mismo autor,

> "A scientist not already recognized as competent within his or her community needs to work rhetorically to establish credentials. An established scientist needs to expend little rhetorical effort in this direction"[15].

Retomando la anécdota de Einstein, decíamos que tal situación se daba en 1919, en aquel entonces Einstein ya había contribuído con sus trabajos más importantes a la física teórica, su nombre sonaba desde 1912 entre los posibles Premios Nobel, cosa que sucedería en 1921, y en definitiva, pertenecía como uno de lo miembros más destacados a la comunidad de físicos del momento. En cierta manera la expedición de Eddington culminaba de forma espectacular las diferentes pruebas a las que habían sido sometidas tanto la relatividad especial como la general, y supuso un punto de inflexión en la vida de Einstein, a partir del cual se transformó en una celebridad mundial. Pero, ¿cuál era su disposición mientras era un anónimo científico que trabajaba en la Oficina de Patentes de Berna? Los continuos intentos que muestra el joven Einstein por comunicarse con figuras destacadas mediante cartas, nos muestran a un joven afanado en abrirse camino y preocupado por la posible recepción de su artículo sobre la electrodinámica, en esta situación el apoyo de una figura como Planck fue decisiva. La hermana de Einstein, Maja Winteler-Einstein, escribió posteriormente que Einstein se encontraba ansioso acerca de la recepción que su trabajo sobre la relatividad tendría en los *Annalen der Physik*, mostrándose contrariado cuando su trabajo no se mencionaba en el número inmediato de la citada publicación.[16] Posteriormente, en Abril de 1906, escribirá a su amigo M. Solovine en un tono bien distinto que,

> "Meine Arbeiten finden viel Würdigung und geben Anlass zu weiteren Untersuchungen. Professor Planck (Berlin) schrieb mir neulich darüber"[17].

Pero si algo se reitera a lo largo de la vida de Einstein es la confianza y la capacidad de auto-convencimiento que desprenden sus trabajos. Una muestra de ello nos la encontramos en la sección ocho del artículo objeto de estudio, que lleva por título *Transformación de la energía de los rayos de luz. Teoría de la presión que la radiación ejerce sobre reflectores perfectos,* en un párrafo en el que su autor se manifiesta en unos términos que refuerzan el desarrollo

deductivo que ha llevado a cabo[18], una vez que da solución a los problemas que suponían la reflexión de la luz en un espejo perfectamente reflectante en movimiento y calcula la presión que la luz ejerce sobre el espejo en movimiento, Einstein finaliza con las siguientes palabras,

"Nach den hier benutzten Methode können alle Probleme der Optik bewegter Körper gelöst werden. Das Wesentliche ist, daß die elektrische und magnetische Kraft des Lichtes, welches durch einen bewegten Körper beeinflußt wird, auf ein relativ zu dem Körper ruhendes Koordinatensystem transformiert werden. Dadurch wird jedes Problem der Optik bewegter Körper auf eine Reihe von Problemen der Optik ruhender Körper zurückführt"[19].

La seguridad con que su autor se posiciona, afirmando la capacidad resolutiva que tiene su método en la solución de problemas de óptica para cuerpos en movimiento, no deja lugar a dudas. Pero, además de una explícita manifestación como la anterior nos encontramos con un elemento cuya apreciación únicamente es posible para el especialista. Básicamente esta cuestión hace referencia al hecho de que el artículo de Einstein sobre la relatividad especial mantiene una relación directa con sus otros dos artículos de 1905, y cuya importancia resaltará Miller[20], quien mantiene que tales interrelaciones no fueron apreciadas en su momento.

El resultado es que dentro del artículo objeto de estudio son varios los elementos a destacar, elementos que por otro lado rompían tácitamente lo que anteriormente se expresaba en términos de Holton como *Retórica de la Afirmación*, cuyo objetivo parece querer mostrar al lector el grado de confianza que el autor tiene en su propio trabajo. Entre los elementos a considerar en este caso han de estudiarse principalmente dos. En primer lugar, la singularidad que consiste en omitir resultados desfavorables, y en segundo lugar, la inexistencia de citas a lo largo de todo el trabajo. Ambas cuestiones serán objeto de estudio a continuación.

1.2.1. Omisión de resultados desfavorables

En esta sección el punto de máximo interés del artículo de Einstein será aquel que lleva por sobretítulo *Dinámica de los electrones (lentamente acelerados)*, el último del artículo, y de donde se extrae su famosa fórmula de $E=mc^2$, fórmula que por otro lado aún no aparece como tal, ya que su autor no hará su formulación explícita hasta poco después.

Entre 1901 y 1905[21], Walter Kaufmann, un físico experimental de la Universidad de Göttingen, llevó a cabo una serie de experimentos para comprobar empíricamente la variación de la masa de los electrones en función

de su velocidad. Sus resultados originalmente confirmaban el modelo clásico de Abraham, en el cual los electrones eran cuerpos esféricos rígidos, resultando una seria evidencia contra la teoría de la relatividad einsteniana. Posteriormente, en 1906-1907, una reinterpretación llevada a cabo por Planck de los experimentos de Kaufmann de 1905, vendrán a apoyar las tesis einstenianas. La cuestión que a continuación ha de plantearse es si Einstein tenía conocimiento de tales experimentos, y en caso de una respuesta afirmativa, por qué no los citó. Para contestar a estas preguntas seguiremos a Miller.

Según este autor[22], y a la luz de los datos referentes a las fuentes de las que Einstein se nutría, resulta muy probable que Einstein tuviera conocimiento de algunos de los trabajos de Kaufmann, en concreto de sendos artículos de 1902 y 1903[23], antes de escribir el artículo sobre la relatividad especial. Desde el punto de vista de Miller la omisión fue intencionada, omisión que incluso se extendió a posteriores artículos de 1906 y 1907, cuando Einstein ya tenía un conocimiento, plenamente documentado por la correspondencia que nos ha llegado, sobre los resultados de Kaufmann.

Los resultados teóricos a los que llegaba Einstein eran de un orden del 13% inferior a los datos obtenidos por Kaufmann empíricamente, y sin embargo, pese a este serio desacuerdo entre teoría y experimento, Einstein jamás tuvo dudas acerca de lo que su intuición parecía indicarle. Por otro lado, hay que subrayar que, tal y como se señalaba anteriormente, precisamente por la propia disposición de los artículos de la época, en los cuales era primero la Dinámica y segundo la Cinemática correspondiente, se otorgaba una especial importancia a la vertiente experimental de las teorías, de este modo, si hemos de entender por retórica aquel conjunto de técnicas y procedimientos mediante los cuales inducimos un cambio de creencia u opinión en una potencial audiencia, se puede afirmar que la omisión de datos que contraríen la nueva propuesta puede servir, al menos en un primer acercamiento, para mantener la validez de la argumentación. Así para un momento en que la primacía de lo experimental sobre lo teórico era notoria, puede resultar claramente interesado la negativa a introducir dentro del artículo datos que distorsionen el procedimiento argumentativo del mismo. Concretamente, Einstein sí da cuenta de ciertas propiedades (ecuaciones) *accesibles al experimento,* sin embargo, la interpretación que de tal pronunciamento hace un autor como Miller, resulta bien distante de lo que en principio pudiera parecer. De hecho, ello nos sirve como un nuevo indicio acerca del conocimento de Einstein sobre los trabajos de Kaufmann, de su negativa a citarlos, y de su particular forma de entender la relación entre teoría y experimento, cuando al final del artículo, Einstein enumera tres posibles experimentos acerca del movimiento de un electrón en un campo elcetromagnético, indicando las fórmulas que

describen su correspondiente comportamiento. Para Miller[24] las propuestas de Einstein no pasan de ser un chasco o una burla, ya que el tipo de experimentos que se proponen no eran factibles en aquel momento, dadas las dificultades técnicas que entrañaban, mientras que sí omite la posibilidad de los experimentos de Kaufmann, precisamente porque conocía las diferencias existentes entre los datos y la teoría; en definitiva, la no indicación de un hipotético cuarto experimento sobre la masa transversal del electrón (Kauffmann) pudo resultar en palabras de Sánchez Ron,

"porque no estaba de acuerdo con los datos experimentales que conocía, los de Kaufmann. La fe de Einstein en la sencillez y profundidad de su teoría era tal que podía muy bien soportar, e incluso ignorar, algunos resultados adversos"[25].

1.2.2. Inexistencia de citas

"Scientists are not persuaded by logos alone; science is no exception to the rule that the persuasive effect of authority, of ethos, weighs heavily (...).

Innovation is the raison d'être of the scientific paper; yet in no other place is the structure of scientifc authority more clearly revealed. By invoking the authority of past results, the initial sections of scientific papers argue for the importance and the relevance of the current investigation; by citing the authority of past procedure"[26].

Ante la pertinencia de lo expresado por Gross parece necesario, antes de introducirnos en una de las peculiaridades que más llaman la atención en el artículo de la relatividad de Einstein, perfilar brevemente cuál fue la postura de Einstein ante el hecho de la autoridad científica, con especial interés sobre los años 1900-1905, durante los cuales el pensamiento científico del autor se configura.

A lo largo de diferentes escritos de Einstein, llevados a cabo a lo largo de toda su vida, éste siempre se mostró deudor de sus antecesores, con especial énfasis sobre Maxwell y Newton, y del mismo modo mantuvo que su trabajo sobre la relatividad especial no se trataba de una revolución sino del desarrollo *natural* de la electrodinámica de Maxwell-Lorentz. Einstein se expresaba en los siguientes términos acerca de la obra de Newton,

"Newton perdóname; tú encontraste el único camino que en tu época era posible para un hombre de máxima capacidad intelectual y de creación. Los conceptos que tú creaste siguen rigiendo nuestro pensamiento físico, aunque ahora sabemos que hay que sustituirlos por otros más alejados de la esfera de la experiencia inmediata si aspiramos a una comprensión más profunda de la situación"[27].

Sin embargo pocas páginas antes en el mismo escrito nos encontramos con la siguiente afirmación,

"A través de la lectura de libros de divulgación científica me convencí en seguida de que mucho de lo que contaban los relatos de la Biblia no podía ser verdad. La consecuencia fue un librepensamiento realmente fanático, unido a la impresión de que el Estado miente deliberadamente a la juventud; una impresión demoledora. De esta experiencia nació la desconfianza hacia cualquier clase de autoridad..."[28].

Al margen de sesudos análisis psicológicos que pudieran realizarse, lo cierto es que Einstein siempre mantuvo una ambigua posición ante la *autoridad,* y especialmente cuando nos referimos a autoridades científicas. Su carácter, a traves de la correspondencia y de la multitud de literatura biográfica publicada, se muestra en su etapa de estudiante y posteriormente durante los años en que gestaba la teoría especial de la relatividad en Berna, mediante un amplio anecdotario de su relación con profesores y autoridades académicas que nos dibujan a un joven estudiante que mantuvo durante aquellos años tensas relaciones con físicos de la talla de Drude o Weber[29] que le llevaron a despreciar olímpicamente las instituciones y autoridades académicas, y que llegará a sentenciar en una de sus cartas a Jost Winteler que,

"Autoritätsdusel ist der größte Feind der Wahrheit"[30].

Así podemos pensar que un modo de materializar físicamente su desprecio por la autoridad era no citándola en sus trabajos; ahora bien, ¿se extiende esta peculiaridad a sus otros artículos anteriores? La respuesta es negativa; ante ello la cuestión se complica aún más, y hemos de encontrar, si es posible, el motivo por el cual su autor actuó de modo tan especial con su trabajo acerca de la relatividad. El paso previo que debe darse es conocer, aunque sea de forma somera la política seguida por las publicaciones científicas, especialmente en los *Annalen*. Lo cierto es que no será sino hasta la llegada de Wien y, especialmente, Planck en 1906 como nuevos editores de la revista, tras el inesperado suicidio del anterior editor Paul Drude, cuando se comience una nueva etapa en la que se incrementarán las exigencias de cara a la aceptación y publicación de artículos, pese a todo, el índice de artículos rechazados tan sólo ascenderá de un 5-10 % con Drude entre los años 1900-1905 a un 15-20 % en 1914[31], de modo que puede pensarse que la posibilidad para publicar un artículo en el año de 1905 estaba al alcance de la mayoría de autores, incluso de aquellos que no fueran especialmente estrictos con su propio trabajo. Así, y con respecto a las citas y referencias, es importante señalar, como nos recuerda Miller que,

"It was not unusual for *Annalen* authors to skimp on references".

Pero indicando a continuación que,

"Einstein pushed this style to the extreme in the relativity paper, while in the other *Annalen* papers he followed current practice"[32].

Einstein había calificado antes de su publicación el trabajo de la relatividad como un *tratado capital,* y en diversas ocasiones se había manifestado sobre la importancia y novedad que conllevaría. Así, pese a la gran importancia que sus otros dos trabajos de 1905 tenían, y que por supuesto reconocía, sabía que el artículo de la relatividad se diferenciaba sustancialmente de sus otros trabajos por su carácter totalmente innovador principalmente en su parte cinemática. Así, junto a ello, si alguna cuestión en el artículo de Einstein, ajena al contenido propiamente, llama la atención y rompe completamente con la forma habitual de desarrollo en toda obra que pretenda cierto rigor, más allá de la disciplina sobre la que se deba, es la total ausencia de citas a otros autores u obras. De hecho, Einstein había intentado enviar el trabajo a la Universidad de Zürich con el fin de obtener el título de Doctor, sin embargo, fue rechazado tal y como posteriormente contaría su hermana Maja, quien precisamente señala la omisión que se produce en el trabajo de cualquier autoridad sobre las cuestiones que se trataban.

"Allein die Sache schien den massgebenden Professoren nicht ganz geheuer, *nahm doch der gänzlich unbekannte Verfasser keine Rücksicht auf die Meinung anerkannter Autoritäten*, griff sie wohl gar noch an! So wurde die Arbeit schlechthin abgewiesen (Ironie des Schicksals!) u. der Kandidat sah sich gezwungen, eine andere harmlosere Abhandlung zu verfasen u. einzureichen, auf die hin er denn auch den Titel eines Doctor Philosophiae erhielt"[33].

La importante excepción que realiza Einstein con su trabajo acerca de la relatividad, sugiere que su autor era plenamente consciente del nuevo mundo que estaba abriendo, evitar o no indicar toda referencia bibliográfica confiere al artículo un carácter de propiedad única a su autor. El que autores como Lorentz y Poincaré, cuyos trabajos eran la antesala del trabajo llevado a cabo por Einstein, pero cuyas obras se enraizaban en la visión electromagnética del mundo en donde el éter jugaba un papel primordial del que no renunciaban, no sean citados nos sugiere que Einstein, pretendía desmarcarse de una tradición que consideraba pronta a extinguirse. El éter de Einstein desaparece en la introducción de su artículo por *superfluo;* ya no es necesario, ni posible, mantener un elemento que se ha convertido en un obstáculo que dificulta todo progreso hacia una nueva visión de la naturaleza. La imposibilidad de detectar el éter se había convertido en un pesado lastre para los físicos de finales del XIX y comienzos del XX; Einstein siguiendo a Mach parece estar diciendo *atengámonos a los hechos y olvidémonos que tal cosa pueda existir,* así este centrarse en los datos se convierte en el eje del trabajo de Einstein, y este

aspecto se ve reforzado si su autor evita citar autor u obra alguna. Cuando en la introducción Einstein señala, sin hacer referencia a experimento alguno concreto, a los *intentos infructuosos* por detectar el movimiento de la tierra a través del éter, está dando la impresión, de que su idea es algo que llevaba tiempo en el ambiente científico, algo que por otra parte nadie quería o se atrevía a considerar, teniendo en cuenta que las dos figuras máximas del momento, Lorentz y Poincaré, mantenían de modo indudable como era la existencia del éter. De este modo, Einstein está otorgando a su trabajo un valor netamente rupturista con respecto a la tradición de la física de su tiempo.

La dificultad que reporta a un autor y su trabajo, la omisión de citas y referencias bibliográficas resulta evidente. Las citas en un trabajo tienen el valor de obligar a un hipotético crítico, a invalidar no sólo al autor firmante, sino también y en gran medida a las autoridades en las cuales se apoya, por contra, asumir la totalidad de lo expresado como producto propio facilita las posibles críticas, cuando no el rechazo más inmediato. Einstein quien ya había experimentado tal sensación, tal y como lo refería su hermana Maja, continuó pese a ello confiando en su trabajo, y como tal, sin citas ni referencias, llegará a ser publicado.

Como hemos visto, la autoconfianza y seguridad en el propio trabajo es una constante en Einstein, particularidad que se extiende a lo largo de su densa obra, pero que en el artículo sobre la relatividad especial ha sido posible observar plasmada en diversas tácticas. Naturalmente que el efecto de tales tácticas sobre la audiencia, e incluso que su utilización sea consciente o no, conlleve el resultado deseado es *a priori* dificil de determinar, aunque sí parece dotar al artículo de una unidad y coherencia no exenta de cierto aire de caballerosidad, como señala Holton[34], que lo convierte en especialmente atractivo a los ojos del lector.

1.3. El artículo científico como diálogo

Cuando anteriormente se describía el valor que adquiere dentro de la sección introductoria la creación de un espacio de tensión con el fin de dotar al artículo de cierto grado de objetividad, indicábamos que el modo más elemental es mediante la contraposición de teoría-fenómenos, de pasado-presente/futuro, etc... Igualmente cuando hacíamos referencia a Galileo se subrayaba el carácter persuasivo que confiere el uso de una variada diversidad de posturas encontradas. Ambos casos, que en la obra de Galileo se presenta de forma explícita, representan un espacio narrativo idóneo para hacer uso de la forma dialogada. Naturalmente la forma habitual en que han de presentarse los artículos técnicos no permiten su uso; sin embargo, como ya se adelantaba anteriormente sí puede rastrearse una forma oculta de diálogo en su estructura.

Este es el caso de Holton, quien presenta el artículo de Einstein como un diálogo[35] entre dos actores principales, con la añadida participación de eventuales actores anónimos, que hablan a través de un Einstein que se presenta como crisol de una diversidad de ideas que representan dichos anónimos actores, y entre los que se identifican al propio Lorentz, A. Föppl, E. Mach, Helmholtz, Hertz, Boltzmann, Wien, Abraham, y David Hume. Lista que sin embargo no permanece cerrada y que es extensible a otros actores cuya *participación* se presenta más dificil de identificar a la luz de los documentos que existen acerca de las influencias concretas que tuvo Einstein durante la ejecución de su artículo, pero entre los que cabe hipotetizar a su propio amigo Michelle Besso.

La introducción de cierto tipo de diálogo, explicitado en mayor o menor medida, pero siempre con el precepto claro de contraponer la idea original frente a la que se pretende superar o rebatir, comporta un claro interés por la *objetivización* del mensaje expuesto, es decir, su función es similar a lo que anteriormente llamábamos *mecanismos de externalización*, sin embargo mientras éstos tienen una trascendencia básicamente gramatical, aquí estamos haciendo referencia a un género de composición, que como ya se indicaba puede ser más o menos manifiesto. Aqui confluyen la neutralidad y la objetividad como dos caras de una misma moneda, por un lado, la exposición de la situación previa en la que se encuentra la electrodinámica, aunque sólo sea con unas pocas líneas, hace participar al receptor/lector de la situación en la que se encuentra la electrodinámica; no aparece crítica alguna a teoría o modelos anteriores, sino simplemente un *esto es lo que hay*. Así, a partir de una aparente descripción neutral se procede a la exposición de la teoría y los principios a los cuales se llega obligadamente, de un modo aséptico, sencillamente aceptando las contradicciones que se proyectan entre la realidad y su interpretación anterior. De este modo la nueva propuesta emerge de un modo natural, objetivo, cuya pretensión inmediata no es tanto el ser una alternativa *frente* a la anterior, cuanto explicar los fenómenos. En buena medida esta función se ve plasmada por Einstein en la introducción a su artículo, cuyos elementos más importantes desde una perspectiva retórica ya han sido mostrados. Nuestro interés ahora se adentra un poco más en el artículo de Einstein, precisamente allí donde parece descubrirse de un modo agudo el intento de su autor por entablar un diálogo con el lector; y cuyas raices pueden rastrearse biográficamente en las experiencias del propio Einstein.

En ninguna otra parte del artículo como en los apartados §1 y §2 resulta tan patente el diálogo que Einstein parece querer establecer con el lector. Ambos puntos llevan por título *Definición de Simultaneidad* y *Sobre la relatividad de longitudes y tiempos* respectivamente. Nuestro interés aqui se

centra en ver cómo Einsten conduce mediante un razonamiento sencillo, pero que en el fondo tanto novedoso encierra, a que el lector se adhiera de forma inconsciente a las conclusiones evidentes a las que el autor está llegando. B. Hoffmann se expresó de este modo al respecto,

"Vamos a fijarnos más atentamente. Valdrá la pena. Antes, unas palabras de advertencia. Al seguir la línea argumental de Einstein, es fácil que comencemos asintiendo con la cabeza para luego, poco a poco, comenzar a dar cabezadas, medio dormidos: nos puede parecer que todo es evidente y sin importancia. Llegará un momento en que a duras penas lograremos dominar los bostezos. ¡Cuidado! Para entonces nos habremos comprometido muy seriamente y será demasiado tarde para evitar la conmoción, pues la belleza de la argumentación de Einstein reside precisamente en su aparente inocencia"[36].

Esta característica en el proceso argumental de Einstein, y con especial énfasis en la parte primera de la sección cinemática, ha sido remarcada habitualmente. Y de hecho no es gratuita la forma en la que Miller se expresa al respecto cuando dice,

"In §1 Einstein further took the reader by the hand and explained that the position of an object relative to the "resting system" was determined with a rigid measuring rod whose markings conformed with Euclidean geometry. What could be simpler than this physical procedure?"[37].

Y realmente, el modo en que las líneas del trabajo de Einstein se suceden, se siguen con tal sencillez, que la sensación de ser guiados físicamente resulta total. Las ideas y conceptos que se exponen resultan abrumadoramente sencillos, y casi podría decirse que su obviedad las hace parecer inocentes, cuando no superfluos. Un claro ejemplo lo tenemos cuando explica qué significa la asignación de un tiempo dado a un suceso determinado. En definitiva, Einstein está llamando al sentido comun del lector cuando introduce el concepto de *sucesos simultáneos* mediante un sencillo y cotidiano ejemplo. Escribe Einstein,

"Wenn ich z.B. sage: 'Jener Zug kommt hier um 7 Uhr an', so heißt dies etwa: 'Das Zeigen des kleinen Zeigers meiner Uhr auf 7 und das ankommen des Zugen sind gleichzeitige Ereignisse'"[38].

El paso que a continuación da Einstein es considerar la noción de tiempo; la forma en que realiza esta reflexión puede considerarse que mantiene una estructura típicamente dialogada. Veamos:

Aprimer método: Sustituir la posición de la manecilla pequeña del reloj por tiempo..

$A_{objeción}$: El método no es válido para conectar tiempos de sucesos distantes.

$B_{segundo\ método}$: Determinar el tiempo mediante el reloj de un observador situado en el origen de coordenadas y que envía señales luminosas al otro observador de acuerdo con los sucesos.

$B_{objeción}$: El método depende de la posición del observador que porta el reloj.

$C_{conclusión}$: Se plantea un nuevo método mediante un experimento mental *(Gedankenexperiment)*. Este tercer método, *libre de contradicciones, recíproco y transitivo* proporciona finalmente una definición de *simultáneo* y de *tiempo,* a partir de la sincronización de dos (o más) relojes.

Como puede observarse, e independientemente del contenido de las proposiciones, cuyo interés aqui es en detrimento de la estructura general del razonamiento, es patente la forma argumento-contraargumento que se plantea. Einstein considera diferentes opciones, para a continuación subrayar las desventajas que observa cada una. De este modo, se evita, en primer lugar, la posible introducción de premisas aparentemente claras que el lector pudiera establecer como intuitivamente indiscutibles, y en segundo lugar, proporcionar el modo adecuado, una vez excluidos otro procedimientos.

A continuación nos centraremos en la sección §2, que lleva por título *Sobre la relatividad de longitudes y tiempos.* Sobre él nos dice Miller,

"The relativity of time and simultaneity was a starting consequence of Einstein's having combined axiomatics with an epistemological analysis of the measurament of time and lenght. Consequently, Einstein may well have believed it necesary to prepare the reader of 1905 for the consequences of an axiomatic approach to electrodynamics via kinematics, by presenting in §2 an illustrative example of how an observer in one inertial reference system notes had observes in another inertial system check the synchronization of their clocks"[39].

En esta sección se definen en primer término los dos postulados, el principio de relatividad y el de la constancia de la velocidad de la luz, que previamente, aunque de un modo provisional, habían sido expresados en la introducción del artículo (véase líneas 19-31).

Todo el resto de la sección consiste en el análisis de tipo epistemológico de los conceptos de simultaneidad y longitud, expresado en términos operacionales. Y el modo en el cual Einstein lleva a cabo la presentación de

los problemas y sus soluciones es nuevamente mediante la utilización de experimentos mentales *(Gedankenexperimente)*, en los que barras rígidas, relojes y observadores, son los elementos constructivos. Este modo visual de presentar las ideas, se encuentra en plena concordancia con el modo en que Einstein pensaba ya que consideraba que su modo de pensamiento era esencialmente visual y sólo después transformaba tales imágenes en palabras. Así dado el origen epistemológico y la representación en forma visual de la relatividad de la simultaneidad, la presentación del problema se plantea en términos básicamente lingüísticos, haciendo un uso muy limitado del aparato matemático. Este modo de presentación invita al lector, a reproducir mentalmente la complejidad del problema en términos suficientemente simples que por un lado facilitan la reproducción del proceso mental seguido por el autor, y por otro, muestran y hacen participar al lector de la problemática planteada desde sus elementos más primitivos.

Al final de este punto, y como colofón a las reflexiones anteriormente suscitadas, Einstein parece hacer un guiño al lector, ya que pese al sobretítulo, en el punto se elude demostrar la relatividad de las longitudes. Como señala Miller,

"But what about the relativity of lengths which Einstein signaled in the title to this §2 ? Perhaps Einstein wished the reader to deduce a rough vesion if this result, thereby also allowing the reader to be convinced that it followed from the relativity of simultaneity"[40].

En buena medida la lectura de los dos primeros apartados del trabajo de Einstein acerca de la relatividad especial, sugiere ciertas similitudes con los *Diálogos* de Platón, por la forma *in crescendo* que se manifiesta en el proceso argumentativo, partiendo de elementos primitivos, aparentemente claros, pero cuya complejidad se descubre a medida que se realizan las preguntas adecuadas.

De hecho este modo de reflexión había sido habitual durante una época inmediatamente anterior a 1905, cuando Einstein junto con sus amigos Maurice Solovine y Conrad Habicht fundaran hacia 1902 en Berna la *Akademie Olympia*, en cuyas reuniones se leían y discutían obras de índole científico y filosófico, y de lo cual se ha subrayado a menudo la nada despreciable influencia intelectual que ejerció en Einstein[41]. De tales reuniones, que serán recordadas por Einstein a lo largo de toda su vida, nos dice Solovine que,

"Einstein favored the genetic method in the examination of basic ideas"[42].

Por consiguiente, observamos que no es casual el procedimiento seguido por Einstein, allí precisamente dónde está estableciendo las bases conceptuales sobre las que está erigiendo toda una nueva cinemática, y que puede equipararse a un diálogo en el que el propio autor juega a ser dos personajes que de forma autocrítica asciende, mediante un *método genético,* en la complejidad de las ideas que quiere expresar. Si a ello le añadimos la sugerente intervención del lector que el autor parece estar reclamando nos encontramos con un diálogo que aunque no manifiesto termina por reproducirse mentalmente a los ojos del lector.

Concluyendo, diremos que desde la perspectiva de una retórica de la ciencia, la configuración de un espacio de debate en los artículos científicos como un diálogo oculto, proporciona un campo idóneo en donde el juego retórico viene a relacionarse directamente con la potencialidad persuasiva que supone la contraposición de argumentos que se estructuran dialécticamente. Para los retóricos de la ciencia esta nueva lógica de la ciencia, se está planteando como la más idónea de cara a establecer modelos de comprensión de la dinámica científica. De hecho, un autor como Marcello Pera viene investigando y desarrollando en esta dirección[43], promoviendo la capacidad explicativa que los modelos dialécticos pueden generar con el fin de entender cómo procede la ciencia. En nuestro caso, por el contrario, la perspectiva adoptada en este artículo no parte desde inquietudes fundamentadas en la retórica de la ciencia sino desde una visión axiológica de la ciencia, de modo que la realización de este trabajo se encuentra supeditada a uno de mayor amplitud enmarcado en el modelo contextual acerca de las teorías científicas desarrollado por el Profesor Javier Echeverria[44] y en el cual se da cabida a los componentes de orden retórico, como elementos cambiantes de orden valorativo dentro del proceso evolutivo de las teorías científicas.

APENDICE

Daß die Elektrodynamik Maxwells —wie dieselbe gegenwärtig aufgefäßt zu werden pflegt— in ihrer Anwendung auf bewegte Körper zu Asymmetrien führt, welche den Phänomenen nicht anzuhaften scheinen, ist bekannt. Man denke z.B. an die elektrodynamische Wechselwirkung zwischen einem Magneten und einem Leiter. Das beobachtbare Phänomen hängt hier nur ab von der Relativbewegung von Leiter und Magnet, während nach der üblichen Auffasung die beiden Fälle, daß der eine oder der andere dieser Körper der bewegte sei, streng voneinander zu trennen sind. Bewegt sich nämlich der Magnet und ruht der Leiter, so entsteht in der Umgebung des Magneten ein elektrisches Feld von gewissen Energiewerte, welches an den Orten, wo sich Teile des Leiters befinden, einen Strom erzeugt. Ruht aber der Magnet und bewegt sich der Leiter, so entsteht in der Umgebung des Magneten kein elektrisches Feld, dagegen im Leiter eine elektromotorische Kraft, welcher an sich keine Energie entspricht, die aber —Gleichheit der Relativbewegung bei den beiden ins Auge gefaßten Fällen vorausgesetz— zu elektrischen Strömen von derselben Größe und demselben Verlaufe Veralassung gibt, wie im ersten Falle die elektrischen Kräfte.

Beispile ähnlicher Art, sowie die mißlungenen Versuche, eine Bewegung der Erde relativ zum "Lichtmedium" zu konstatieren, führen zu der Vermutung, daß dem Begriffe der absoluten Ruhe nicht nur in der Mechanik, sondern auch in der Elektrodynamik keine Eigenschaften der Erscheinungen etsprechen, sondern daß vielmehr für alle Koordinatensyteme, für welche die mechanischen Gleichungen gelten, auch die gleichen elektrodynamischen und optischen Gesetze gelten, wie dies für die Größen erster Ordnung bereits erwiesen ist. Wir wollen diese Vermutung (deren Inhalt im folgenden "Prinzip der Relativität" gennent werden wird) zur Voraussetzung erheben und außerdem die mit ihm nur scheinber unverträgliche Voraussetzung einführen, daß sich das Licht im leeren Raume stets mit einer bestimmten, vom Bewegungszustande des emittierenden Körpers unabhängigen Geschwidigkeit V fortpflanze. Diese beiden Voraussetzungen genügen, um zu einer einfachen und widerspruchsfreien Elektrodymanik bewegter Körper zu gelangen unter Zugrundelegung der Maxwellschen Theorie für ruhende Körper. Die Einführung eines "Lichtäthers" wird sich insofern als überflüssing erweisen, als nach der zu entwickelnden Auffassung weder ein mit besonderen Eigenschaften ausgestatteter "absolut ruhender Raum" eingeführt, noch einem Punkte des leeren Raumes, in welchem elektromagnetische Prozesse stattfinden, ein Geschwindigkeitsvektor zugeordnet wird.

41 Die zu entwickelnde Theorie stützt sich —wie jede andere
42 Elektrodynamik— auf die Kinematik des starren Körpers, da die
43 Aussagen einer jeden Theorie Beziehungen zwischen starren Körpern
44 (Koordinatensystemen), Uhren und elektromagnetischen Prozessen
45 betreffen. Die nicht genügende Berücksichtigung dieses Umstandes ist
46 die Wurzel der Schwierigkeiten, mit denen die Elektrodynamik bewegter
47 Körper gegenwärtig zu kämpfen hat.

NOTAS

1 MILLER [1981, p. 1].

2 LORENTZ [1904].

3 SANCHEZ RON [1983, p. 67].

4 MINKOWSKI, H. (1909) "Raum und Zeit". Conferencia pronunciada en la 80 Naturforscherversammlung en Colonia el 21 de Septiembre de 1908, y recogida en *Phys. Z., 20,* 104-111.

5 Se trata de un artículo aparecido en *The Times* el 28 de Noviembre de 1919, bajo el título *¿Qué es la Teoría de la Relatividad?,* recogido en EINSTEIN [1980].

6 En HOLTON [1993, p. 87] el autor distingue dentro de cualquier publicación científica entre una Retórica de la Afirmación (Rhetoric of Assertion) y una Retórica de la Aceptación/Rechazo (Rhetoric of Appropriation/Rejection), tal que la primera de ellas "expresses that about which a scientist has convinced himself or herself, and hopes to persuade others of, when writing the publishable version of the work", mientras que el segundo concepto determina "the responses to it by contemporaries and later readers –responses that, we should note, are shaped in turm by the responders' own commitments to their own Rhetoric of Assertion." Ibíd, p.77.

7 HOLTON [1993, p. 86].

8 Pueden encontrarse desarrollos al respecto en WOOLGAR [1981] y en KNORR & KROHN & WHITLEY [1981, pp. 239-268, esp. 252-256]. También puede consultarse del primer autor citado su obra traducida al castellano WOOLGAR [1991, cap. V, esp. pp. 111-117].

9 GUSFIELD [1976], WOOLGAR [1981] en KNORR [1981, pp 239-268] y WOOLGAR [1991, pp.112-114].

10 WOOLGAR [1991, p. 113].

11 GILBERT & MULKAY [1980], en KNORR [1981, pp. 272-273].

12 PRELLI [1989, p. 104].

13 Ibíd. p. 110.

14 La anécdota, contada por Ilse Rosenthal-Schneider, transcurrió como sigue: "Einstein was discussing some problems with me in his study, when he suddenly interrumped his explanation and handed me a cable from the windowsill with the words, "This may interest you". It was the news from Eddington confirming the desviation of light rays near the sun that had been observed during the eclipse. I exclaimed enthusiastically, "How wonderful, this is almost what you

calculated". He was quite unperturbed. "I knew that the theory was correct. Did you doubt it?". When I said, "Of course not, but what would you have said if there had not been such a confirmation ?". He retorted, "Then I would have to be sorry for the dear God. The theory is correct." ROSENTHAL-SCHNEIDER, I. (1980): 'Reminiscences of Einstein', pp. 521-523. En: WOLF [1980, p. 523].

15 PRELLI [1989, p. 101].

16 Citado en *Collected Papers of Albert Einstein,* Vol. II (CPAE II) p. 266.

17 CPAE V, Documento 36, p. 40.

18 Sobre esta cuestión puede consultarse SANCHEZ RON [1983, p. 71], y de forma más extensa MILLER [1981, pp. 309-316].

19 CPAE II, p. 300.

20 MILLER [1981, pp. 135-137]. Según Miller, "all three papers in vol. 17 of the Annalen der Physik (1905) containing overlapping themes: the paper on light quanta demonstrated the limits of Lorentz's theory and mechanics; the one on Brownian motion probed the limits of thermodynamics and mechanics; the one on relativity proposed a theory of principle, which specified what form the laws of physics should assume in order to be used again investigate the structure of matter. The nature of radiation was the principal problem from which this triad of papers resulted.", p. 137.

21 Un detallado estudio de este capítulo de la teoría especial de la relatividad puede encontrarse en CUSHING [1981].

22 MILLER [1981]. Especialmente y para los diferentes datos suministrados ver pp. 88-92, 333-334 y 341-345.

23 Señalados por Miller, se corresponden con Kaufmann, W. (1902): 'Die elektromagnetische Masse des Elektrons'. *Phys. Z.,* 4, 54-7; (1903): 'Über die 'Elektromagnetische Masse' der Elektronen'. *Göttinger Nachr.,* 90-103.

24 MILLER [1981, p. 333].

25 SANCHEZ RON [1983, p. 74].

26 GROSS [1990, pp. 12-13].

27 EINSTEIN [1984, p. 34-35].

28 Ibíd., p. 5.

29 Durante el año 1901, Einstein mientras buscaba trabajo como ayudante de profesor, mantuvo tirantes relaciones con profesores que rechazaban continuadamente sus peticiones. Una muestra de sus reacciones la tenemos a continuación: "Da der langweilige Kleiner immer noch nicht geantwortet hat, streige ich ihm Donnerstag auf die Bude. (...) Was diese alten Philister einem, der nicht von ihrer Sorte ist, alles in den Weg legen, ist wirklich schauderhaft. So einer betrachtet jeden jungen intelligenten Kopf instinktiv als eine Gefahr für seine morsche Würde, so scheint es mir nachgerade. Wenn er sich aber untersteht, die Doktorarbeit zu refüsieren, dann werde ichs schwarz auf weiß veröffentlichen sammt der Arbeit & er wird blamiert sein. Wenn ers aber acceptiert, dann wollen wir sehen, wie sich der saubere Herr Drude dazu stellt... eine prächtige Gesellschaft, alle zusammen. Wenn Diogenes heutzutage lebte, würde er mit seiner Laterne einen *anständigen* Menschen umsonst suchen" [CPAE I Doc. 128, Diciembre 1901, p. 326].

30 CPAE I, Doc. 115, Julio de 1901, p. 310.

31 Citado en PYENSON [1990, pp. 287-288].

32 MILLER [1981, p. 89].
33 Citado en CPAE II, p. 175. Las cursivas son mías.
34 HOLTON [1993, p. 88].
35 HOLTON [1993, pp. 74-108, esp. 88-93].
36 HOFFMANN [1988, p. 73-4].
37 MILLER [1981, p. 192].
38 EINSTEIN [1905, p. 893], [CPAE II, p. 278].
39 MILLER [1981, p. 201].
40 MILLER [1981, p. 204].
41 SEELING [1968, p. 75].
42 EINSTEIN [1986, p. 9].
43 PERA [1994, Caps. 4 y 5].
44 ECHEVERRIA [1995, cap. 2].

BIBLIOGRAFIA

ARISTOTELES (1971) *Retórica*. "Clásicos Políticos". Madrid, Centro de Estudios Constitucionales. Trad. Antonio Tovar.

BELLER, M. (1993) "Einstein and Bohr's Rhetoric of Complementarity". En: BELLER & COHEN & RENN, pp. 241-255.

BELLER, M.; COHEN, R.S.; RENN, J. (1993) *Einstein in Context*. "Science in Context", 6. Cambridge University Press.

CHERWITZ, R.A.; HIKINS, J.W. (1986) *Communication and Knowledge. An Investigation in Rhetorical Epistemology*. Columbia, University of South Carolina Press.

CUSHING, J.T. (1981) "Electromagnetic Mass, Relativity and the Kauffmann Experiments". *Am. J. Phys.*, 49, 1133-1149.

ECHEVERRIA, J. (1995) *Filosofía de la Ciencia*. Madrid, Akal.

EINSTEIN, A. *The Collected Papers of Albert Einstein*.

---------- (1987) Vol. 1: *The early Years, 1879-1902*. Editor John Stachel, Princeton University Press.

---------- (1989) Vol. 2: *The Swiss Years: Writings, 1900-1909*. Editor John Stachel, Princeton University Press.

---------- (1993) Vol. 5: *The Swiss Years: Correspondence, 1902-1914*. Eds. M.J. Klein, A.J. Kox, R. Schulmann, Princeton University Press.

(1905) "Zur Elektrodynamik bewegter Körper". *Ann. Physik, 17*, 891-921. [En *Collected Papers*, vol. 2, pp. 276-306].

---------- (1980) *Mi Visión del Mundo*. Barcelona, Tusquets.

---------- (1984) *Notas autobiográficas*. Madrid, Alianza Editorial.

---------- (1986) *Letters to Solovine*. New York, Philosophical Library.

FEYERABEND, P. (1974) *Contra el Método*. Barcelona, Ariel.

FINOCCHIARO, M.A. (1978) "Rhetoric and Scientific Rationality". *PSA, 1*, 235-246.

---------- (ed.) (1980) *Galileo and the Art of Reasoning: Rhetorical Foundations of Logic and Scientific Method*. "Boston Studies in the Philosophy of Science". Boston, Reidel Publishing Co.

GILBERT, N.; MULKAY, M. (1981) "Contexts of Scientific Discourse: Social Accounting in Experimental Papers". En: KNORR & KROHN & WHITLEY, pp. 269-294.

GROSS, A.G. (1989) "The Rhetorical Invention of Scientific Invention: The Emergence and Transformation of a Social Norm." En: SIMONS, pp. 89-107.

---------- (1990) *The Rhetoric of Science.* Cambridge, Massachusetts, Harvard University Press.

GUSFIELD, J. (1976) "The Literary Rhetoric of Science: Comedy and Pathos in Drinking Driver Research". *American Sociological Review, 41,* 16-34.

HOFFMANN, B. (1988) *Einstein.* Barcelona, Salvat Editores.

HOLTON, G. (1991) "Quanta, Relativity, and Rethoric." En: G. Holton (1993), *Science and Anti-Science.* Cambridge, Mass., Hardvard University Press.

KEITH, W.M.; CHERWITZ, R.A. (1989) "Objectivity, Disagreement, and the Rhetoric of Inquiry". En: SIMONS, pp. 195-210.

KNORR, K.D.; KROHN, R.; WHITLEY, R. (eds.) (1981) *The Social Process of Scientific Investigation.* Dordrecht, D. Reidel.

KUHN, T.S. (1970) *The Structure of Scientific Revolutions.* 2ª ed., Chicago, University of Chicago Press.

---------- (1977) *The Essential Tension.* The University of Chicago Press.

LORENTZ, H.A. (1904) "Electromagnetic Phenomena in a System Moving with any Velocity Less than that of Light". *Koninklije Akademie van Wetenschappen te Amsterdam. Section of Sciences. Proceedings, 6,* 801-831.

MILLER, A.I. (1981) *Albert Einstein's Special Theory of Relativity. Emergence (1905) and Early Interpretation (1905-1911).* Reading, Mass., Addison-Wesley.

MINKOWSKI, H. (1909) "Raum und Zeit". *Phys. Z., 20,* 104-111.

PERA, M. (1994) *The Discourses of Science.* University of Chicago Press.

PERA, M.; SHEA, W.R. (eds.) (1991) *Persuading Science. The Art of Scientific Rhetoric.* Canton, Mass., Science History Publications.

PERELMAN, C. (1979) *The New Rhetoric and the Humanities. Essays on Rhetoric and its Applications.* Dordrecht, D. Reidel.

PERELMAN, C.; OLBRECHTS-TYTECA, L. (1958) *Traité de l'argumentation.* París.

PITT, J.; PERA, M. (eds.) (1987) *Rational Changes in Science,* Boston Studies in the Philosophy of Science, Boston, Reidel Publishing Co.

POLANYI, M. (1958) *Personal Knowledge. Towards a Post-Critical Philosophy.* University of Chicago Press.

PRELLI, L.J. (1989) *A Rhetoric of Science: Inventing Scientific Discourse.* Columbia, University of South Carolina Press.

PYENSON, L. (1990) *El joven Einstein.* Madrid, Alianza Editorial.

SANCHEZ RON, J.M. (1983) *El Origen y Desarrollo de la Relatividad.* Madrid, Alianza Editorial.

SCHUSTER, J.A.; RICHARD, R.Y. (eds.) (1986) *The Politics and Rhetoric of Scientific Method: Historical Studies.* Dordrecht: D. Reidel.

SEELING, C. (1968) *Albert Einstein.* Madrid, Espasa-Calpe.

SIMONS, H.N. (ed.) (1989) *Rhetoric in the Human Sciences.* London, SAGE Publications.

TOULMIN, S. (1958) *The Uses of Argument*. Cambridge, Cambridge University Press.

---------- (1977) *La Comprensión Humana*. Madrid, Alianza Editorial.

WILLIAMSON, R.B. (1977) "Logical Economy in Einstein's "On the Electrodynamic of Moving Bodies"". *Studies in History and Philosophy of Science, 8*, 49-60.

WOLF, H. (ed.) (1980) *Some Strangeness in the Proportion. A Centennial Symposium to Celebrate the Achievements of Albert Einstein*. New Jersey, Princeton University Press.

WOOLGAR, S. (1981) "Discovery: Logic and Sequence in a Scientific Text". En: KNORR & KROHN & WHITLEY, pp. 239-268.

---------- (1991) *Ciencia. Abriendo la caja negra*. Barcelona, Anthropos.