

EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA

SELECCIÓN DE TRABAJOS DE LAS V JORNADAS

1995

Alberto Moreno

Editor



ÁREA LOGICO-EPISTEMOLÓGICA DE LA ESCUELA DE FILOSOFÍA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE FILOSOFÍA Y HUMANIDADES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons atribución NoComercial-SinDerivadas 2.5 Argentina



LA RELATIVIDAD Y LA ONTOLOGIA DE LAS TEORIAS CIENTIFICA

1. Introducción.

Es indudable que el desarrollo de la ciencia moderna ha tenido repercusiones decisivas en el ámbito de la filosofía. A partir del siglo XVIII, con la consolidación de la física newtoniana, se inicia una progresiva separación entre ciencia y filosofía. La relación entre física y metafísica se vuelve especialmente problemática, pues, la ciencia física parece desarrollarse de una manera autónoma y autocorrectiva, proporcionando un conocimiento fiable acerca del mundo. Este conocimiento alcanza a cuestiones de amplia generalidad, tales como la naturaleza del espacio, el tiempo, la materia, o el cambio; cuestiones que tradicionalmente se hallaban bajo el dominio de la ontología general. La ontología, en tanto teoría acerca de lo que hay, se consideraba como un conocimiento *a priori* cuyos resultados eran necesarios. Sin embargo, en muchos casos éstos se mostraron en conflicto con el conocimiento empírico proporcionado por las teorías físicas. La situación es más aguda en nuestros tiempos en que la física ha producido grandes revoluciones conceptuales, como la relativista y la cuántica. Esto no implica, en mi opinión, que la ontología filosófica carezca de sentido y que haya que renunciar a ella. Pero me parece ineludible plantear dos problemas esenciales que suscita la relación entre ciencia y ontología. En primer lugar, ¿debemos hacer compatibles nuestras teorías ontológicas con las teorías científicas?. En segundo lugar, ¿podemos resolver disputas filosóficas acerca de lo que hay apelando a los resultados de la ciencia?

No me ocuparé aquí del primer problema. Sólo quisiera decir que me inclino a responder afirmativamente. En consecuencia, creo que no deberíamos aceptar, en principio al menos, ontologías filosóficas que sean manifiestamente incompatibles con las mejores teorías científicas disponibles (con aquellas que se consideran bien establecidas y bien confirmadas). Por supuesto, tales teorías pueden ser falsas y ulteriormente desplazadas. Se sigue de allí que la compatibilidad entre filosofía y ciencia nunca está asegurada. La ontología queda así sujeta al devenir de las teorías científicas y se vuelve, por ello, provisoria y corregible. Por tanto, no puede concebirse ya como un conocimiento *a priori* y necesario. Una gran revolución científica en la física fundamental, por ejemplo, es capaz de obligarnos a revisar toda nuestra ontología sobre el mundo físico. Cuando se la concibe de esta manera, la ontología no es un conocimiento que difiera esencialmente de la ciencia. Esta concepción, sin dudas, plantea muchos problemas que requieren un análisis detallado, pero no es mi objetivo considerarlos ahora.

El segundo problema me parece más difícil y complejo, y, según trataré de mostrar, no admite una respuesta afirmativa simple y directa. Quisiera analizarlo a partir del ejemplo

que proporcionan las diferentes interpretaciones filosóficas de la teoría de la relatividad. Ante todo, es necesario señalar que la respuesta favorable a nuestra primera pregunta no implica que haya que responder de la misma manera a la segunda. Que ciencia y metafísica deban ser compatibles no significa que la ciencia se convierta en juez de la ontología filosófica. No obstante, hay evidentes implicaciones filosóficas de las teorías científicas, especialmente en el terreno de la ontología. En lo que sigue analizaré brevemente un problema metafísico tradicional a la luz de la física relativista. Es el problema de la naturaleza y existencia de las modalidades temporales: pasado, presente y futuro. Quisiera aclarar que no me propongo hacer un examen de la relatividad a partir de sus fuentes originales, lo cual estaría más allá de mis capacidades. En cambio, consideraré las diversas interpretaciones filosóficas de la física relativista, algunas de las cuales pertenecen tanto a físicos como a filósofos. Finalmente, procuraré extraer algunas conclusiones generales acerca de la relación entre física y metafísica, y sobre todo, acerca de las consecuencias ontológicas de las teorías científicas.

2. La relatividad y las modalidades temporales:

El problema de la existencia de las modalidades temporales, uno de los que conectan el ser y el tiempo, ha sido planteado ya desde la antigüedad (piénsese en la *Física* de Aristóteles, y especialmente en las *Confesiones* de Agustín). Una posición tradicional, también acorde con el sentido común, es la que sostiene que el pasado y el futuro no existen de la misma manera que el presente. El pasado ha dejado de ser, mientras que el futuro aún no ha llegado a ser, por lo cual no puede decirse que tengan existencia o ser en un sentido lato. Por esta razón podemos considerarlos como irreales. Además, el futuro, a diferencia del pasado, es irreal en tanto no está determinado, es abierto a diferentes posibilidades y puede modificarse. El presente, en cambio, es real en tanto existe en acto. De allí es fácil llegar a la conclusión de que sólo los eventos presentes existen en sentido absoluto. Podríamos incluir al pasado en tanto éste se halla cerrado a toda posibilidad de cambio; pero, desde esta perspectiva, es claro que el futuro no tiene existencia porque no posee un ser determinado.

Desde el punto de vista filosófico, es posible justificar la primacía y privilegio ontológico del presente en términos del acceso cognoscitivo que tenemos a los eventos. Dicho de manera simple y rápida: tenemos un conocimiento directo de los eventos presentes, pero no de los pasados o futuros. Lo que acontece en el presente nos es directamente accesible a la experiencia, mientras que los sucesos pasados o futuros sólo podemos conocerlos indirectamente por medio de inferencias. Si adoptamos, entonces, una posición verificacionista acerca del conocimiento, podemos legitimar la primacía del presente. Consideraremos que, en principio al menos, los enunciados acerca de eventos presentes son verificables de modo concluyente, a diferencia de los referidos a eventos pasados o futuros, los cuales pueden carecer de valor de verdad (y consiguientemente, violar el principio de bivalencia). Tal posición se sustenta en la idea de que el conocimiento directo es más seguro que el conocimiento inferencial y, por tanto, epistémicamente superior a éste. Hay muchas críticas que pueden hacerse al verificacionismo, sobre todo desde el punto de vista realista. Con todo, es una postura filosóficamente defendible que uno podría adoptar para dar razón

del carácter ontológicamente privilegiado de los eventos presentes. Por supuesto, también podrían invocarse otras razones, como el rechazo del determinismo, sobre todo para apoyar la tesis de que el futuro es irreal.

La teoría especial de la relatividad parece tener consecuencias filosóficas inmediatas sobre la ontología de las modalidades temporales, en particular sobre la tesis de que sólo los eventos presentes son reales. Como se sabe, en la relatividad especial no existe la simultaneidad absoluta entre eventos distantes en el espacio, sino que ésta sólo puede afirmarse sin cualificaciones para los eventos que ocurren en el mismo lugar (idealmente, en el mismo punto). La simultaneidad entre eventos distantes es relativa a cada observador, o, más precisamente, a cada referencia inercial. En el espacio-tiempo (en adelante, abreviado como E-T) newtoniano clásico la simultaneidad es absoluta, es decir, en cada instante existe una única superficie (hipersuperficie) espacial que constituye la clase de equivalencia de todos los eventos simultáneos. Esta superficie es absoluta porque es la misma en cualquier referencial inercial. En la relatividad especial, en cambio, la simultaneidad es relativa porque no hay una única clase de equivalencia de sucesos simultáneos, sino tantas como observadores posibles. Si dos observadores O1 y O2 se hallan en reposo relativo tendrán la misma superficie de simultaneidad, pero si se hallan en movimiento uniforme relativo las superficies de cada uno serán diferentes en un mismo instante. Ello implica que dos sucesos que son simultáneos para O1 no lo serán para O2, y recíprocamente, los sucesos simultáneos para O2 no lo serán para O1. Los dos observadores sólo coincidirán acerca de la simultaneidad de los sucesos que ocurran en el mismo punto (para esto O1 y O2 deberán encontrarse en el E-T). Ahora bien, según la concepción relativista del E-T la idea de que sólo los eventos presentes son reales no está bien definida, pues, no hay tal cosa como "los eventos presentes" en sentido absoluto. Podría decirse incluso que el concepto de presente ha cambiado de significado. ¿Es posible mantener la tesis de la realidad y primacía ontológica del presente en el contexto de la relatividad especial?

Algunos filósofos como Putnam (*cf.*: Putnam (1967)), sostuvieron que la relatividad refuta directamente esta posición filosófica y nos obliga a adoptar la idea de que el pasado, el presente y el futuro son igualmente reales. De una manera simplificada su argumento es el siguiente: Supongamos dos observadores O1 y O2 en movimiento uniforme relativo que coinciden en un punto del E-T, al que llamaremos el evento E (véase la fig.1 en el apéndice). O1 y O2 tendrán diferentes superficies de simultaneidad, por tanto, no estarán de acuerdo en los eventos que consideran presentes. Pero, además, tampoco coincidirán en el orden temporal de los sucesos que se hallan separados por un intervalo de tipo espacio del suceso E (es decir, sucesos que están demasiado cerca en el tiempo y demasiado lejos en el espacio como para que una señal luminosa que parta de E pueda alcanzarlos). Entonces, un suceso A, espacialmente separado de E, puede ser simultáneo respecto de E para O1 y anterior respecto de E para O2. Mientras que otro suceso B puede ser simultáneo de E para O2 y posterior a E para O1. Esto quiere decir que A y B no están temporalmente ordenados, de modo que su orden puede variar de un observador a otro. En el caso que nos importa más, B se encuentra en el futuro de O1 pero en el presente de O2. Generalizando este caso, para cualquier observador O y para cualquier par de eventos E1 y E2 separados por un intervalo

de tipo espacio, tales que E1 es presente y E2 es futuro para O, existe otro observador O' en movimiento relativo uniforme respecto de O (O no es igual a O'), para el cual E1 y E2 son presentes, cuando ambos observadores coinciden en E1.

Esta situación es problemática para el que sostiene que sólo el presente es real, puesto que el evento E2 sería entonces real para un observador pero no para el otro. Podríamos pensar en relativizar el predicado "ser real" a un determinado observador. Sin embargo, según Putnam, ello sería incompatible con la teoría de la relatividad, la cual sostiene el principio de que no hay observador privilegiado. En efecto, todos los referenciales inerciales son equivalentes desde la perspectiva de la relatividad especial, porque en ellos valen las mismas leyes físicas y proporcionan, por tanto, un marco legítimo para la descripción del mundo. La conclusión que Putnam extrae de este principio es que todo lo que sea real para un observador inercial debe considerarse real en sentido absoluto. Por consiguiente, E1 y E2 deben ser igualmente reales. Pero, puesto que E2 se encuentra en el futuro de O1 (supongamos que es mi propio futuro), los sucesos futuros tienen tanta realidad como los presentes. El mismo argumento podría aplicarse a los sucesos pasados. Por tanto, al no concebir un presente absoluto, la relatividad especial nos obliga, según Putnam, a aceptar la realidad de los eventos pasados, presentes y futuros; y a afirmar que todos se hallan igualmente determinados en su ser o existencia.

Este argumento ha sido sometido a muchas críticas, y se ha mostrado que no es concluyente (cfr. Stein (1968) y (1991)). Ante todo, es una interpretación que posee supuestos filosóficos que no pertenecen a la teoría de la relatividad misma. Una de las premisas más criticables es la que sostiene que "ser real" es un predicado absoluto (o "transitivo" como lo llama Putnam). Este supuesto necesita una justificación adicional que el argumento no proporciona. ¿Por qué razones no podría la adjudicación de realidad ser tan relativa como lo es la de simultaneidad entre eventos?. Parece no haber nada intrínsecamente absurdo en considerar que "ser real" es un predicado relativo y que, consiguientemente, no es transitivo en determinadas ocasiones.

Por otra parte, la conclusión del argumento no es la única posición filosófica que se puede adoptar ante la relatividad de la simultaneidad. La situación de que un mismo suceso pueda ser presente para un observador y futuro para otro sólo se da en el caso de que ese suceso se encuentre separado por un intervalo de tipo espacio de ambos observadores en el instante en que éstos coinciden. En cambio, cuando dos sucesos se encuentran separados por un intervalo de tipo tiempo, el orden temporal entre ellos es absoluto, de modo que si son sucesivos para un observador deben serlo para todos. Únicamente el intervalo temporal entre tales eventos varía de un observador a otro, pero no el orden. Por tanto, otra respuesta posible es considerar como irreales a los sucesos de tipo espacio. Esto quiere decir que cada observador tomará como reales a los sucesos que en un punto dado del E-T se hallan en su futuro o pasado absoluto, y considerará irreales a los eventos que en ese punto del E-T estén separados de él por un intervalo espacial. De esta manera, el concepto de realidad se vuelve doblemente relativo: no sólo a cada observador, sino también a la posición del observador en el E-T. Se produce así la situación algo extraña, pero no inconsistente, de que un mismo evento A sea irreal para el observador O en un instante t, y luego, en un instante posterior t1,

sea real para O. Tal cosa ocurrirá cuando A pase a formar parte del pasado absoluto de O, y ello sin necesidad de que O lo haya experimentado como presente (*cf.* fig. 2 en el Apéndice). Se trata de una consecuencia que puede parecer extraña, pero no es imposible. El resultado de negar realidad a los sucesos con separación espacial es que cualquier par de observadores que coincidan en un instante aceptarán como reales (e irreales) a los mismos eventos, es decir, a las mismas regiones del E-T, ya que compartirán el mismo cono de luz.

Sin embargo, la tesis de la primacía ontológica del presente nos obliga a negar realidad también a los eventos temporales separados que se hallan en el futuro o pasado absoluto de cada observador, es decir, nos lleva a una tesis más radical que la anterior. Pero aquí parece haber un nuevo conflicto con la relatividad especial. Si los observadores no coinciden en el E-T se puede dar el caso de que un evento que se halla en el futuro absoluto de O1 sea considerado presente por otro observador O2, el cual a su vez es presente para O1 (*cf.* figura 3 en el Apéndice). ¿Cómo es posible negar realidad al suceso C en el futuro absoluto de un observador si éste es presente para otro?.. Todos los observadores coincidirán en que dos eventos separados por un intervalo de tipo tiempo son sucesivos y tienen un orden absoluto, pero no coincidirán siempre en las modalidades temporales que adjudiquen a esos eventos. En nuestro ejemplo, C es futuro para O1, pero presente para O2.

Esta situación parecería forzarnos a aceptar la realidad de los sucesos que están en el futuro absoluto de cada observador, y a renunciar, por tanto, a la tesis de la primacía del presente. Pero no ocurre así. L. Sklar señala que podemos retener esta tesis aceptando ciertas consecuencias filosóficas radicales (*cf.* Sklar (1985), pp.289-304; y Sklar (1982), pp.71-73). La respuesta consiste en extremar el verificacionismo y llevarlo a sus límites. Restringimos, entonces, el concepto de presente no sólo a un instante del tiempo, sino también a un punto en el espacio. Presente es así únicamente lo que ocurre aquí y ahora para un observador. Y esto es lo que tiene realidad. Los eventos irreales son los que ocurren en otro tiempo tanto como los que ocurren en otro lugar. El espacio y el tiempo se tratan de manera simétrica. La consecuencia de ello es que el observador no puede considerar como reales a los sucesos que son simultáneos para él pero ocurren en otro lugar. En cada punto del E-T sólo es real el suceso que ocurre en el punto donde se encuentra el observador; el suceso que éste experimenta directamente. Todo el resto del E-T, y lo que en él acontezca, debe considerarse irreal. Esta posición bien podría señalarse como la versión relativista del solipsismo.

Según Sklar, por extraño que parezca, esta postura filosófica es compatible con la relatividad especial. Por tanto, la relatividad no nos obliga a renunciar a la primacía ontológica del presente, pero nos lleva a extender esta tesis al espacio. Lo real es así lo que ocurre aquí y ahora, o sea, un evento puntual en el E-T. Mientras que en la tesis metafísica tradicional la realidad o existencia es relativa al tiempo, en el contexto de la relatividad especial es relativa al espacio y el tiempo (o mejor al E-T). Aunque esta forma de solipsismo relativista no sea filosóficamente muy atractiva, proporciona, con todo, una alternativa para evitar la conclusión del argumento de Putnam.

Podríamos agregar, por otra parte, que la conclusión de que pasado, presente y futuro son igualmente reales no es forzosa porque es posible prescindir de las modalidades temporales. Si adoptamos esta solución, sostendremos que podemos dar cuenta del orden

temporal en la relatividad especial apelando únicamente a relaciones temporales entre eventos (anterioridad, posterioridad y simultaneidad). Desde este punto de vista, consideraremos que son reales todos los eventos que para cada observador sean simultáneos en cada instante determinado. Redefinimos así la tesis de la primacía del presente en términos de la primacía de la simultaneidad. A la vez, aceptamos que la realidad, de los eventos tiene el mismo carácter relativo que su simultaneidad. De este modo, no aparecen paradojas. Por ejemplo, en el caso ilustrado en la figura 3, diremos que los eventos A y B son reales para O1; que B y C son reales para O2; y que A y C no son conjuntamente reales para ninguno de los dos. Por supuesto, "ser real" aparece aquí como un predicado relativo y no transitivo, pero con ello no se privilegia a un observador determinado. Pues, ningún observador establece qué eventos son absolutamente reales.

Si no deseamos poseer un sentido absoluto de lo que es ser real o existir, esta estrategia relativista resulta satisfactoria. Si, en cambio, queremos conservar tal sentido absoluto, el argumento se precipita rápidamente hacia el solipsismo. En el E-T relativista la simultaneidad absoluta es válida para eventos que ocurren en el mismo lugar, es decir, infinitesimalmente próximos y, en el caso límite, en el mismo punto. Y puesto que hemos caracterizado como reales a los eventos simultáneos, la realidad en sentido absoluto sólo pertenecerá al punto del E-T en que se encuentre cada observador.

Así, pues, la relatividad nos obliga a tratar al E y al T de manera simétrica. Por tanto, si entendemos lo real como absoluto, en el sentido de lo que no depende de un observador, tenemos dos posibilidades: la totalidad del E-T o un punto determinado del E-T, pues, ambas entidades son absolutas en la relatividad especial. No podemos, en cambio, considerar real a la totalidad del espacio en un instante dado, ya que ésta es relativa a cada observador. Es obvio, entonces, que sólo una de las dos posibilidades es incompatible con las tesis de la primacía del presente y el carácter absoluto de lo real. Puesto que en relatividad el presente absoluto de un evento es únicamente ese mismo evento, si restringimos lo real al presente absoluto, concluiremos que lo real es un evento puntual en el E-T. En verdad, advertimos aquí que el verificacionismo inherente a la relatividad especial no nos permite afirmar que los eventos simultáneos de otro pero alejados en el espacio sean presentes, puesto que no son directamente accesibles. Sólo el punto del E-T en que se encuentra el observador le es accesible de manera directa y, por lo tanto, puede considerarse presente.

3. La ontología de las teorías científicas.

El debate acerca de las implicaciones de la relatividad para la metafísica de las modalidades temporales, y del futuro en general, permanece abierto. Éste tiene implicaciones sobre problemas muy interesantes como el determinismo y la predictibilidad de los eventos futuros (cfr. Maxwell (1985); Stein (1991) y Feinberg-Lavine-Albert (1992)). Los argumentos que hemos analizado, sin embargo, nos muestran que es sumamente difícil y problemático pretender resolver un problema filosófico específico y determinado apelando a los resultados de una teoría científica. Hay varias razones para ello.

La primera es que las consecuencias filosóficas de una teoría científica no siempre son evidentes. En particular, la ontología nunca se halla en la superficie de la teoría, de

modo que pudiéramos extraerla simplemente a partir de una primera inspección. Por el contrario, se requiere un análisis muy preciso y cuidadoso de los fundamentos de la teoría. Para esto no basta el análisis del lenguaje de la teoría. Si aplicamos el criterio de compromiso ontológico de Quine al lenguaje de una formulación dada de la teoría, podemos obtener resultados engañosos. A menudo los científicos se expresan de forma que cuantifican sus enunciados tomando ciertas entidades como valores de sus variables, por ejemplo, en el caso de la relatividad, cuantifican sobre puntos, instantes y eventos (*cf.* Bergmann (1992), como un buen ejemplo). Pero sería erróneo concluir a partir de ese solo hecho que la relatividad afirma la existencia de tales entidades y adopta, por tanto, una posición absolutista acerca del E-T. La cuantificación sólo expresa un compromiso ontológico auténtico cuando es irreductible, es decir, cuando no se la puede eliminar de una teoría sin pérdida de contenido informativo. Pero podría ocurrir que la teoría fuera susceptible de una reformulación empírica equivalente que no emplee los términos en cuestión en posición referencial.

Otra razón es que las teorías científicas no están libres de presupuestos filosóficos. Algunos de ellos pueden ser parte esencial de la teoría, pero otros pueden ser prescindibles o ajenos a ésta. Por consiguiente, es necesario asegurarse de que las consecuencias ontológicas que creemos extraer de una teoría científica no tengan como premisas auxiliares a algunas de tales hipótesis filosóficas inesenciales. En ese caso la consecuencia se halla contaminada por una tesis filosófica externa a la teoría científica y que sólo pertenece a una cierta interpretación o formulación de la teoría. No hace falta decir que no es una tarea sencilla la de determinar cuáles son los supuestos filosóficos de una teoría, y menos aún la de discriminar cuáles de entre ellos son esenciales y cuáles no.

La tercera razón es que se requiere una interpretación filosófica para extraer las implicaciones ontológicas de una teoría científica. Actualmente somos más bien escépticos acerca de la posibilidad de algo así como una filosofía sin supuestos. Por ello, es de esperar que toda interpretación de este tipo, tenga también sus propios supuestos filosóficos, los cuales, a su vez, pueden ser objeto de una metacrítica. Este hecho nos muestra que las consecuencias filosóficas que saquemos de la ciencia dependen también de los presupuestos de la interpretación. Todo ello hace que sea verdaderamente difícil determinar cuáles son las implicaciones ontológicas de una teoría científica; cuáles son las entidades que afirma que existen y cuáles las que no existen. Consiguientemente, tampoco resulta sencillo saber si una tesis filosófica es compatible o no con una determinada teoría.

La última razón que deseo señalar es que la comparación entre filosofía y ciencia sólo se da entre teorías globales. No enfrentamos una tesis filosófica particular con una teoría científica, sino todo un sistema de hipótesis. Si hallamos alguna contradicción definida, esto nos indica únicamente que los dos sistemas son globalmente incompatibles. Pero esto no implica necesariamente la refutación de una tesis determinada. Podemos mantener a la vez la teoría científica y la tesis filosófica siempre que hagamos los cambios necesarios en otras partes de la teoría filosófica con el fin de mantener la consistencia. La situación es, entonces, análoga a la del holismo de la contrastación empírica en la llamada tesis Duhem-Quine. La diferencia es que en este caso contrastamos una teoría mediante otra teoría.

En conclusión, la posibilidad de extraer consecuencias ontológicas de alcance filosófico de una teoría científica es mucho más compleja e indirecta de lo que parece a primera vista. No es en absoluto fácil asegurarse de que la pretendida consecuencia se sigue realmente de la teoría misma y no de algún supuesto filosófico auxiliar. Para hacerlo es necesario un análisis riguroso que consta de varias etapas. Primero, hay que probar que las consecuencias no tienen como premisa algún supuesto filosófico inesencial presente en la formulación de la teoría científica. Luego, hay que probar que lo mismo no ocurre respecto de los presupuestos de la interpretación filosófica de dicha teoría. Sólo en este momento podemos garantizar que la consecuencia filosófica de la teoría es legítima, y, por consiguiente, sólo después estaremos en condiciones de saber si una determinada posición filosófica es compatible o no con ella. No obstante, esto no es suficiente para refutar una hipótesis filosófica particular. Se requiere, además, mostrar que no hay manera de modificar consistentemente las hipótesis auxiliares de la teoría filosófica. Llegados a este punto podremos afirmar que una tesis filosófica ha sido refutada por una teoría científica. Seguramente, aunque no creo que sea imposible, es este un resultado difícil de alcanzar. Por lo menos, el argumento sobre la relatividad que hemos considerado aquí no lo consigue, ya que falla en los dos últimos estadios del análisis.

BIBLIOGRAFIA

- BERGMANN, P., (1992), *The Riddle of Gravitation*, New York, Dover, 3a.ed.
- BUTTERFIELD, J., (1984), "Seeing the Present", en *Mind*, 93, pp.161-176.
- FEINBERG, G.- LAVINE, S.- ALBERT, D., (1992), "Knowledge of the Past and Future", en *Journal of Philosophy*, 89, pp.607-642.
- MAXWELL, N., (1985), "Are Probabilism and Special Relativity Incompatible?", en *Philosophy of Science*, 52, pp.23-43.
- PUTNAM, H., (1967), "Time and Physical Geometry", en *Journal of Philosophy*, 64, pp.240-247.
- SKLAR, L., (1985), *Philosophy and Spacetime Physics*, Berkeley, University of California Press.
- SKLAR, L., (1992), *Philosophy of Physics*, Boulder, Westview Press.
- STEIN, H., (1968), "On Einstein-Minkowski Space-Time", en *Journal of Philosophy*, 65, pp.5-23.
- STEIN, H., (1991), "On Relativity Theory and Openness of the Future", en *Philosophy of Science*, 58, pp.147-167.