

Sobre la dirección del tiempo

Arsenio Guzmán Jorquera
Pontificia Universidad Católica del Perú

En este artículo se examina la peculiar asimetría que afecta la sucesión temporal. Se procede dentro de una concepción no sustancialista del tiempo, la misma que puesta en acción permite aclarar el panorama eliminando confusiones innecesarias. Se considera que el problema tiene que ser examinado en el nivel de los procesos físicos, pero remarcándose que para tales efectos es incorrecto tanto distinguir entre procesos mecánicos y procesos termodinámicos, como pretender determinar la dirección temporal sobre la base de estos últimos. Se afirma finalmente que en la noción misma de proceso, en la disposición de los eventos que lo constituyen, está implícita de una particular manera la base para hablar de esa dirección.

This paper examines the peculiar asymmetry that affects temporal succession. We work within a nonsubstantialist conception of time that, once in action permits to illuminate the view eliminating unnecessary confusions. We claim that the problem must be examined at the physical level, but underlining that it is wrong to distinguish between mechanical processes and thermodynamical ones, as well as trying to determine the temporal direction on the basis of the latter. Finally, we claim that in the very notion of a process and the disposition of the events that constitute it, is implicit in a peculiar manner the basis to talk about such temporal direction.

I

Aunque habitualmente las personas no se hacen preguntas filosóficas acerca del tiempo, no por eso dejan de estar conscientes de la peculiar asimetría que afecta la sucesión temporal. El tiempo parece *fluir* en una específica dirección, hacia el futuro; y el pasado no puede volver. Esto es parte de la imagen del sentido común. Pero ¿qué hay detrás de estas experiencias y nociones tan generalizadas?

En el presente trabajo intentamos responder esta pregunta. Nos anima el propósito de examinar la cuestión relativa a la dirección del tiempo en sus alcances y significado, tratando de determinar cuál es la naturaleza del problema, más allá de la constatación de lo que parece un hecho de todos conocido.

Como frecuentemente sucede en el estudio de otros problemas, éste también está comprometido con un conjunto de aspectos por lo común subestimados sobre los que es preciso hacer algunas aclaraciones previas.

Puede decirse, por una parte, que el hecho de preguntarnos por la dirección del tiempo depende de nuestra capacidad de conservar el recuerdo de experiencias que han precedido al momento presente¹ y de nuestra capacidad de imaginar otros posibles estados de cosas que han de seguir al actual. Pero, por otro lado, nuestras reiteradas experiencias generan en nosotros la certeza de que, independientemente de nuestra memoria o expectativa, las cosas, por sí mismas, *pasan o transcurren* en una dirección definida, del pasado hacia el futuro *a través* del presente; y esto aparece como algo enteramente natural. Por lo demás, conviene tener presente que los procesos de nuestra memoria están sujetos a las mismas restricciones que las leyes naturales establecen respecto de todos los procesos físicos, de modo que el estudio tiene que hacerse más bien en este nivel.

Hay aquí al menos dos factores entremezclados. Y aunque po-

¹ Análisis de esta clase se encuentran en diversos lugares. Cf. San Agustín, *Confesiones, Obras*, Madrid: B.A.C., 1962, XI, p. 28. Asimismo, cf. Ayer, Alfred, *El problema del conocimiento*, Buenos Aires: EUDEBA, 1962, p. 197ss.

dríamos pensar en concentrar nuestros esfuerzos en el análisis desde el punto de vista de nuestra memoria y expectativa, o dedicarnos al estudio de lo que puede haber de objetivo en relación con este problema, no siempre las cosas están adecuadamente separadas; de modo que por lo general la investigación suele resultar algo confusa.

En tanto la situación se contemple desde la perspectiva primeramente señalada, se encontrará que en muchos aspectos el estudio del problema está cargado de un fuerte acento subjetivo que de por sí oscurece el panorama. Así, no resulta sorprendente que se hagan manifiestas las actitudes que comúnmente se tienen ante el tiempo; por ejemplo, se imagina al tiempo como *entidad* que todo lo aniquila; que el pasado está irremediablemente perdido. No hay en principio ninguna razón para oponerse a expresiones de esta clase, hasta pueden tener en algunos casos un gran valor literario. Pero puede resultar riesgoso, por decirlo moderadamente, no distinguir las cosas de un modo apropiado.

Un serio inconveniente de ese proceder radica en el hecho de que por estar aparentemente hablándose de *propiedades* del tiempo, parecería que el tratamiento es en rigor *objetivo*, en el peculiar sentido de que nuestras actitudes, de algún modo, corresponden a los hechos. Lo malo es que realmente esta supuesta objetividad, si la hay, quedará anulada por el peso de la dimensión emocional; el resultado de los estudios en este nivel, metáforas, imágenes, construcciones metafísicas, etc., es por lo general inadmisibles para quien busca conocimiento efectivo y explicaciones apropiadas; además, frecuentemente lo dicho resulta incomprensible hasta el punto de no poder establecerse qué es lo que realmente quiere comunicarse, más allá de alguna obvia trivialidad o de alguna expresión de aspecto impresionante, pero de contenido muy dudoso o inexistente.

En consecuencia, es inadecuado suponer que un problema como el de la dirección del tiempo puede reducirse a un conjunto de consideraciones de tal especie. Consideramos más razonable asumir que es posible encontrar fundamentos objetivos para el planteamiento y análisis de esta cuestión y proceder, en consecuencia, al estudio sistemático de la misma, con resultados con seguridad más provechosos.

Puede suponerse, por otro lado, que los asuntos relativos a la dirección del tiempo constituyen un problema que, en condiciones ideales, debería poder ser examinado considerando sus aspectos tanto subjetivos como objetivos. Mas esto último nos parece impropio; y no

porque consideremos que las indagaciones concernientes carezcan de interés, sino fundamentalmente porque si bien un análisis de los aspectos subjetivos puede permitirnos dejar en claro algunos puntos relativos a la génesis de determinados modos de pensar acerca del problema, eso podría quizás tener importancia para un historiador de la filosofía o para una persona interesada en los matices psicológicos de la cuestión, pero no para quien esté preocupado por encontrar respuestas.

La solución, como ya en otro lugar señalábamos, sólo puede hallarse en el nivel del mundo físico², es allí donde lo que podemos entender como tiempo objetivo, y lo que le sea pertinente, puede ser examinado y explicado; todo lo demás es accesorio y derivado de él. En lo que sigue, nos circunscribiremos esencialmente al estudio de esta perspectiva.

Pero, antes de concentrarnos en ese tiempo objetivo, consideraremos brevemente algunos puntos relacionados con las nociones subjetivas y que son importantes respecto de la formulación del problema.

Allí, como dijimos, el modo de abordar el problema está ligado a actitudes ante el tiempo; pero no habrá pasado desapercibido el hecho de que esas actitudes están muy sutilmente introduciendo una concepción sustancialista del tiempo, la que evidentemente afectará los análisis que puedan desarrollarse; y aunque al comienzo esto parezca comprometer sólo la dimensión subjetiva, realmente afecta también al aspecto objetivo. Es el *tiempo*, dotado de sustancia y propiedades, concebido, por ejemplo, como un puro *fluir*³, lo que corrientemente da lugar a preguntarse, entre otras cosas, en la *dirección* de ese *fluir*. Es en este contexto donde por lo común hacemos descripciones, o comenzamos polémicas. Envejecer y morir es algo que no podemos evitar, se piensa entonces que es el tiempo en su marcha lo que nos pone ante esa dura realidad;

² Como lo planteamos en nuestros artículos "En torno al problema del tiempo", en: *LETRAS*, vol. 82/83 (1976), pp. 55-62; e "Intervención en los procesos y modificación del futuro", en: *LETRAS*, vol. 84/85 (1976), pp. 41-48.

³ Como plantea por ejemplo Newton: "El tiempo absoluto, verdadero y matemático, en sí mismo y por su propia naturaleza fluye de manera siempre igual y sin relación a nada externo y se conoce también con el nombre de duración"; cf. Newton, Isaac, *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Berkeley: University of California Press, 1962. Definición VIII, Escolio I. Asimismo, "Todos los movimientos pueden ser acelerados o retardados, pero el *fluir* del tiempo absoluto no está sujeto a ningún cambio". cf. Definición VIII, Escolio IV. Análogas ideas aparecen en autores contemporáneos. Cf. Hartmann, Nicolai, *Ontología*, México: Fondo de Cultura Económica, 1960, vol. IV, p. 190ss.

el que marcha hacia el desconocido futuro y nos arrastra con él; el que hace imposible volver al pasado.

Naturalmente, podría replicarse que, aun estando de acuerdo con lo expresado, es posible concebir las cosas de modo que, si prescindimos de todos esos aspectos emocionales, nos quede como sustrato el puro tiempo de la noción sustancialista aludida. De ser procedente este punto de vista, podría estimarse correcta la suposición de que es necesario un estudio del tiempo en sí mismo, dado que éste sería una entidad de alguna especie, susceptible, por tanto, de tener una propiedad como la dirección; y *objetivamente* arrastrarnos hacia un futuro incierto, alejarnos del presente y del pasado que no podrá volver.

Se pensaría entonces que nada de objetable hay en ese hablar. Se diría que aun cuando en nuestro discurso sobre el tiempo introducimos nuestras emociones, éstas no nos desorientan en absoluto pues están arraigadas en hechos objetivos; hasta podría alegarse que estos sentimientos son, en verdad, los únicos capaces de mostrarnos la más genuina y última realidad acerca del tiempo. No obstante, como más adelante podrá verse, esta perspectiva no es procedente.

En fin, llevando la propuesta hasta sus últimos extremos, cabe imaginar que incluso si elimináramos todo supuesto sustancialista, la perspectiva subjetiva, emocional, acertaría en su justa visión de los hechos, ya que *efectivamente* vamos al futuro y nos alejamos del pasado.

A esto último responderemos de inmediato que ese desplazarse en el tiempo no es concebible sin el referido sustrato; además, no es propiamente acertar o no lo que está en cuestión. Cualquiera estaría intuitivamente de acuerdo con la idea de que el pasado no regresa y lo demás, pero el mero reconocimiento de esa situación no constituye ni una explicación ni una respuesta; las actitudes y emociones no valen como conocimiento. Lo que está en juego es saber por qué ocurre así, como la experiencia lo muestra. Y si el tiempo no es una entidad, pero la actitud emotiva puede engañosamente persuadirnos de lo contrario, es riesgoso dejarnos llevar por ésta. Por lo demás, queremos destacar que nada hay intrínsecamente inconveniente en relación con la actitud emocional en tanto sea reconocida como tal y no desborde el campo en que resulta pertinente. Sólo la pretensión de ser en algún sentido conocimiento de la real naturaleza de las cosas es rechazable y eso es justamente lo que estamos aquí haciendo.

Volviendo ahora al punto de la sustancialización, tenemos que

señalar que una posición como la descrita es inadecuada, que es insostenible en el estado actual del conocimiento. En otro lugar⁴ hemos desarrollado estudios de problemas afines mostrando que buena parte de las dificultades que aparecen en una concepción sustancialista se desvanecen cuando ésta es eliminada. En el curso de nuestra investigación haremos un uso sistemático de una concepción no sustancialista del tiempo, entendiéndolo en función de los procesos (procesos físicos), como una nota constitutiva de éstos. Según esta concepción, el tiempo no es una entidad; en consecuencia, no es apropiado hablar sin más acerca de ella, ni será tampoco razonable hablar de sus propiedades como si fuese independiente de los procesos, salvo en un sentido figurado.

II

Para continuar nuestros análisis, tomaremos como punto de partida la suposición de que el tiempo tiene determinadas propiedades. Que el pasado puede ser plenamente distinguido del futuro, implica que hay *orden temporal*; que el tiempo fluye del pasado hacia el futuro, indica una *dirección* determinada, y por tal razón el pasado no puede volver⁵.

Queremos aclarar que la sola mención de estas propiedades trae consigo toda una problemática relacionada con supuestos más o menos ocultos que es conveniente sacar a luz para determinar sus alcances así como su legitimidad; pues ninguna discusión al respecto será productiva si se limita a tratar de estas propiedades sin preguntarse sobre el modo en que puedan en verdad serlo. Se entenderá, entonces, el carácter más bien polémico de nuestro trabajo.

Considerando la concepción no sustancialista antes mencionada, se infiere prontamente que la manera en que comúnmente se habla de propiedades del tiempo constituye, en el mejor de los casos, una confusión que es necesario eliminar.

En primer lugar, el tiempo no es algo que pueda ser considerado un puro fluir, conforme al ejemplo que usamos, ni nada que sea más que una nota constitutiva de los procesos. No puede, por tanto, tener propiedades, al menos no en el sentido corriente del término.

⁴ Véase la nota 2.

⁵ Cf. Reichenbach, Hans, *El sentido del tiempo*, México: UNAM, 1959, p. 36ss.

En segundo lugar, querer sostener que este flujo marcha del pasado al futuro (para todos los efectos, daría lo mismo imaginar que el futuro avanza hacia el presente, se nos viene encima, por así decirlo; para tal caso, el futuro seguirá siendo desconocido, el pasado inmodificable y el curso del tiempo unidireccional) es nada más que el resultado de una inadvertida superposición de la concepción sustancialista del tiempo a los procesos; lo que genera no solamente esta confusión, sino otras más que no es necesario examinar aquí⁶.

La afirmación de que el pasado jamás retorna y sólo el futuro es esperable puede considerarse correcta, pero no porque así lo *determina una propiedad del tiempo*. Sostener eso sería incurrir en un inconveniente error.

Es posible ser más sutil afirmando que ese imposible retorno del pasado y lo demás constituyen la propiedad en cuestión; no habiendo, por tanto, esa objetable sustancializante relación de determinación. Esto parece mucho más razonable, pero ¿hasta qué punto sería procedente dentro de una concepción que atribuye realidad independiente al tiempo y sus propiedades? Veámoslo. Por una parte, decir que determinados hechos *son la propiedad*, le quita sustancia a ésta, la convierte simplemente en un nombre de esos hechos. En consecuencia, decir que “tal y cual” constituyen una propiedad (pero no de algo) es no decir nada, es meramente reiterar que “tal y cual” es el caso, y no es muy productivo este redundante hablar. Por supuesto, puede decirse que esto facilita nuestro discurso, pero entonces debemos estar advertidos de la situación para no especular descuidadamente.

Quien considere que el tiempo es algo en sí mismo y que posee ciertas propiedades, se encontrará ante la disyuntiva incómoda de convertirse en un sustancialista pleno o abandonar esa posición haciendo innecesario su discurso.

Naturalmente, si se optara por la segunda posibilidad, cabría replicar que en realidad es factible eliminar la concepción sustancialista del tiempo y aún así el problema de la dirección subsistiría en el nivel de los procesos. Con todo, esta afirmación es sólo parcialmente correcta, según constataremos.

Nuestra tesis es, precisamente, la de que la cuestión relativa a la dirección del tiempo tiene que ser examinada en el nivel de los pro-

⁶ Véase la nota 2.

cesos. Se cambia así radicalmente la perspectiva de la discusión. Lo que se trataría aquí de determinar sería en qué *dirección* marchan los procesos y por qué la relación entre lo que es *antes de y después de* no puede invertirse. Es de esto que nos ocuparemos en lo que sigue.

Al tratar el problema en el nivel de los procesos, se suele distinguir entre procesos mecánicos, de los que se afirma que no dicen nada sobre la dirección del tiempo, puesto que son reversibles (aunque en realidad, tal reversibilidad es meramente ideal); y procesos termodinámicos⁷, que implican entropía constante o creciente, mas nunca decre-

⁷ Un proyectil que sube, tiene una cantidad de energía cinética que disminuye a medida que gana altura y pierde velocidad; cuando su velocidad sea nula, su energía cinética tendrá valor cero, pero el proyectil habrá ganado energía potencial de altura. Al caer, la energía potencial decrece y se incrementa la energía cinética. Concluido el proceso, se observa que, pese a las transformaciones, la suma de los valores de energía cinética y potencial resulta ser constante para todas las etapas del proceso. El análisis de ejemplos como el mostrado permite inferir que en un sistema cerrado (en el que no intervienen otras energías), la energía mecánica permanece constante.

El hecho de que en las transformaciones el valor cuantitativo de la energía se mantenga estable, ha llevado a la postulación del primer principio de la termodinámica, según el cual: "La energía no puede ser creada ni destruida, sino solamente convertida de una forma de energía a otra"; Obert, E. y Young, R., *Elementos de termodinámica y transmisión de calor*, México: Compañía Editora Continental, 1965, p. 73. El reconocimiento de este principio terminó definitivamente con la esperanza de encontrar un mecanismo que produjera energía sin recibirla del exterior (es decir, de un *Perpetuum Mobile*).

Pero existe un segundo principio en la termodinámica que impone una restricción importante a las transformaciones de la energía. La energía mecánica puede obtenerse, por ejemplo, de combustibles que la almacenan como energía interna (química). La combustión libera esta energía convirtiéndola en calor, y el calor podrá luego ser convertido en energía mecánica. Pero se requiere de un motor que efectúe la transformación y no existe uno que la realice con un eficiencia de 100%. El antiguo motor de vapor, en los estudios clásicos, no tenía una eficiencia de más de un 30%, en el mejor de los casos, perdiéndose el resto de calor. El comportamiento de diferentes motores permite confirmar lo expresado. El máximo rendimiento posible para un motor térmico queda determinado por el ciclo de Carnot.

La imposibilidad de transformar íntegramente el calor en energía mecánica, es una limitación que constituye una ley fundamental de la naturaleza, el segundo principio de la termodinámica, que puede ser enunciado del modo siguiente: "Es imposible construir un motor tal que, funcionando periódicamente, no produzca otro efecto que el de tomar calor de un foco calorífico y convertir íntegramente este calor en trabajo"; Sears, F. W. y Zemansky, M. W., *Física general*, Madrid: Aguilar, S. A., 1966, p. 361.

O de una manera quizás más conocida: "La entropía de un sistema aislado aumenta en todos los procesos reales (y es conservada en los procesos reversibles)"; Obert, E. y Young, R., *o.c.*, p. 153.

Que el trabajo puede disiparse por completo en forma de calor, mientras que el calor no puede convertirse enteramente en trabajo, muestra lo que parece ser una peculiar unilateralidad de la naturaleza: los procesos naturales se desarrollan en un solo sentido; el calor pasa del cuerpo más caliente al menos caliente; el gas a través de un orificio entre dos recipientes

ciente, de los que se dice que sí nos muestran esa dirección, dado que son irreversibles⁸.

Los procesos mecánicos habitualmente son considerados reversibles, y se señalan sencillos ejemplos de procesos reales que corresponderían a casos de inversión. Si semejantes casos efectivamente ocurrieran, sería correcto afirmar que dichos procesos nos indican que el tiempo puede marchar en dos direcciones. Recurrir a los procesos mecánicos permitiría, en el mejor de los casos, establecer únicamente un orden temporal, con un pasado y un futuro distinguibles. Por lo demás, se considera que en el caso de estas supuestas inversiones en el tiempo no se producirían sucesos verdaderamente desconcertantes, pues lo que experimentaríamos sería compatible con las leyes mecánicas⁹. Si de lo que se trata es de establecer una dirección real, deberemos buscar en otro lugar.

Los procesos termodinámicos, por principio, determinarían una sola dirección temporal. En todo proceso irreversible la entropía aumenta y este incremento señala la dirección única del tiempo, el proceso es irreversible porque la entropía aumenta. Por eso corrientemente puede afirmarse que el tiempo marcha en la dirección de esos procesos.

Cabe, por cierto, la posibilidad de imaginar que un proceso irreversible se invierta (con todo lo extraño y contradictorio que tal situación pudiera implicar), pero se entiende que no se encontrarían procesos reales que satisfagan tal suposición. Estos irían contra la experiencia, violando las leyes de la termodinámica¹⁰.

Sin embargo, si examinamos ambos aspectos del planteamiento, podremos advertir que lo expuesto no es del todo correcto.

En términos generales, por cierto, parece posible distinguir dos grupos de procesos. Sin embargo, las cosas no son tan simples. Iría en contra de las leyes de la física y de nuestra experiencia el hecho de que de un montón de cenizas, humo, etc., se reconstruyera un pedazo

pasa del lado de mayor presión al de presión menor; las rocas se desgastan; las personas envejecen. Todos estos procesos ponen de manifiesto la irreversibilidad de los procesos reales.

⁸ Cf. Reichenbach, Hans, *o.c.*, p. 53. Igualmente, cf. Grünbaum, Adolph, "Time, Irreversible Processes, and the Physical Status of Becoming", en: Smart, J. J. C. (Ed.), *Problems of Space and Time*, New York: The MacMillan Co., 1964.

⁹ Cf. Reichenbach, Hans, *o.c.*, p. 153.

¹⁰ *Loc. cit.*

de papel. Lo que no ocurriría, en cambio, si éste se convierte poco a poco en un montón de cenizas, humo etc. Este último es un proceso termodinámico, que implica un incremento en la entropía. Ahora bien, si dejamos caer una pelota y ésta luego de un bote vuelve a nuestras manos, en este proceso se produce también un incremento en la entropía, y no es correcto pensar que el proceso puede invertirse, salvo en la ficción de un proceso mecánico puramente abstracto. Para los dos casos la ley física enuncia que la entropía no disminuye¹¹. Pero en el proceso mecánico siempre algo de energía se convierte en calor (en el golpe contra el piso, la fricción con el aire, etc.), de modo que la entropía en realidad no permanece constante. En consecuencia, aunque idealmente un proceso mecánico puede concebirse como reversible, tomando en cuenta lo que ocurre en el terreno de los procesos reales, esa representación no tiene nada que le corresponda¹². Por tanto, si se trata de establecer una dirección en el tiempo, parece innecesario hacer distinciones entre los procesos. Y no es apropiado suponer, sin más, que los procesos mecánicos señalan dos direcciones posibles en el tiempo. Si para establecer la distinción entre éstos y los otros hemos de apelar a la compatibilidad con las leyes físicas, tendremos que reconocer que en realidad ningún proceso mecánico concebido como reversible estará de acuerdo con todas ellas.

Veamos ahora el otro aspecto de la propuesta, el determinar una dirección en el tiempo basándonos en el criterio de la entropía creciente.

En primer lugar, puesto que se sostiene que la entropía se incrementa o permanece constante en el transcurso del tiempo, si la dirección del tiempo es la de los procesos en los cuales la entropía se incrementa, es perfectamente posible imaginar un desenvolvimiento temporal en el que no existiera dirección, o de la cual no pudiéramos tener indicadores, a condición de que en él no se produjera un incremento de la entropía. Esto último es concebible aun sin ir en contra de las leyes de la física, pensando, por ejemplo, en un sistema no cerrado o, sin necesidad de llegar tan lejos, ni comprometerse en demasía, en un subsistema, obviamente no cerrado, respecto del sistema del cual forma parte. Y ésta

¹¹ Obert. E. y Young. R., *o.c.*, p. 153.

¹² Respecto de la correspondencia entre las fórmulas matemáticas que expresan una ley y los hechos, véase el interesante artículo de: Steiner, Mark, "The Application of Mathematics to Natural Science", en: *The Journal of Philosophy*, vol. LXXXVI, No. 9 (setiembre 1989), pp. 449-480.

es una objeción grave. Si nos referimos a la dificultad menor, la de la falta de indicadores, se hace patente la insuficiencia del criterio, pues no permite establecer una dirección que el desarrollo temporal de los procesos de todos modos habría de tener. Pero si nos referimos a la idea de que la dirección del tiempo *es* la de los procesos de entropía creciente, la situación es problemática aún, pues en este caso estaríamos ante un tiempo sin dirección; lo que no solamente choca con lo que nos muestra nuestro sentido común, sino con la noción misma de tiempo, dado que ésta implica, como mínimo, una sucesión de eventos, es decir, eventos que ocurren unos *después* de otros¹³, lo que presupone direccionalidad; la negación de ésta implica la negación del tiempo, por cuanto no habría sucesión. Y no puede descartarse el hecho de que aunque un sistema completo experimente un aumento en su entropía total, una parte de éste puede no experimentarla, en tanto reciba energía externa; para nuestro caso, del resto del sistema. Decir que el incremento de la entropía total del sistema indica el sentido general del tiempo, de modo que no ocurra lo señalado, no vale como réplica, pues esa declaración es solamente una apelación disimulada a la concepción sustancialista; en la cual el tiempo no es ya adscrito al desarrollo de procesos *singulares* reales, sino concebido como algo que los rebasa, y de cuya dirección tenemos conocimiento a través de la entropía creciente.

Por lo demás, si se tratara de proceder en el terreno puramente conceptual, adoptando la tesis de que el problema se genera en ese nivel, podríamos aun en tal extremo sostener que la propuesta basada en el comportamiento de la entropía no es la mejor; pues con un criterio semejante podríamos sostener que la relación causal, tratada en un plano puramente abstracto, determina igualmente un sentido o dirección único en el tiempo, en vista de que en su enunciado está implícito que la causa es anterior al efecto, y no tendría sentido pensar que no lo sea¹⁴. Esto sería mucho más correcto, satisfactorio y simple.

¹³ “Cuando uno de los elementos no contemporáneos tiene el fundamento del otro...el primero se considera como antecedente y el segundo como consecuente... El tiempo es el orden de las cosas no coetáneas”; cf. *The Discourse of Metaphysics and The Leibniz-Clarke Correspondence*, editado por G. H. Alexander, Manchester: Manchester University Press, 1956, 3ra. carta a Clarke. Esta concepción, que contrasta notoriamente con la de Newton, se encuentra también en los planteos de Reichenbach.

¹⁴ Véase la nota 2.

Es probable que en defensa de las concepciones mencionadas se considere que lo argumentado no constituye una respuesta suficiente; que nuestras afirmaciones parecerían eludir el asunto antes que aclararlo, pues se entiende que hay algo en el nivel de los procesos que determina su dirección temporal. Es necesario advertir que esto último, si bien no quita fuerza a las objeciones formuladas, puede generar la impresión de que pese a ellas la propuesta es procedente y que sólo haría falta afinar un poco los conceptos para hacerlos más sólidos y superar las dificultades. Haremos, por tanto, algunas consideraciones adicionales.

III

En contra del criterio en discusión se levanta además la objeción de reversibilidad; la que en lo esencial consiste en señalar que, de acuerdo con la interpretación estadística del segundo principio de la termodinámica, la inversión de procesos termodinámicos no es imposible, sino improbable¹⁵. Es claro que a pesar de las respuestas que aquí puedan ensayarse¹⁶, la reversibilidad de un proceso termodinámico podría, en principio, dejar el camino abierto a la posibilidad de dos direcciones en el tiempo (en los mismos términos, y hasta donde esta cuestión sea significativa, en que la supuesta reversibilidad de los procesos mecánicos lo hace). Téngase presente que lo que está en juego es el hecho de que si la condición de los procesos termodinámicos es la misma de los mecánicos, en la hipótesis de que se admitiera la reversibilidad de aquéllos, la dirección del tiempo quedaría igualmente indeterminada. Por otra parte, si no se admitiera, por principio, la reversibilidad de los procesos, éstos serían unidireccionales; pero entonces no resultaría ya pertinente hacer distinciones entre los procesos ni apelar a principios termodinámicos para dar cuenta de esa condición.

Por supuesto, puede decirse que se define el tiempo *positivo* como la dirección en que marchan la mayoría de los procesos termodinámicos¹⁷. Pero esto no es suficiente, pues si se admite inicialmente tal definición, ésta evidentemente presupone que algunos procesos no siguen el mismo curso, y nada impediría que podamos descubrir procesos de

¹⁵ Cf. Reichenbach, Hans, *o.c.*, p. 82ss.

¹⁶ *Ibidem*, p. 159ss.

¹⁷ *Loc. cit.*

dirección temporal invertida. El incluir en la definición el vago concepto de mayoría, no cambia la situación; los otros procesos seguirían teniendo una dirección *negativa* y no quedaría especificada una dirección única, salvo lo que como cosa de hecho ocurriese en cada ocasión; pero si tal es el caso no tiene objeto referirse al incremento de la entropía.

Por otro lado, si se acompaña el enfoque basado en el segundo principio con la afirmación de que la dirección es una propiedad de la red causal en su conjunto¹⁸ (proponiendo la tesis de que todo el sistema de eventos constituye un entretrejado de líneas -cadenas- causales), entonces no resulta muy claro en qué medida el recurrir al segundo principio de la termodinámica permitirá establecer tal dirección, por cuanto evidentemente en una red causal, por razones conceptuales, está implícita la idea de la dirección única. Es decir, que la red es abierta.

Para aclarar lo último, es conveniente señalar el obvio hecho de que la posibilidad de una cadena causal cerrada parece implicar una peculiar forma de *retorno* al pasado¹⁹; pero se trataría más bien de una repetición cíclica de los mismos hechos, y esto en sentido estricto no es un retorno. Lo que sucede es que se interpreta como tal esta imaginaria posibilidad porque se está deslizando por debajo la creencia en un tiempo absoluto, sustancial, con respecto al cual, a modo de marco de referencia estable, la repetición es un retorno. Si se abandona ese concepto del tiempo, la repetición es sólo eso, repetición; y la idea de retorno se vuelve inaplicable.

Pero, como antes señalábamos, una cadena causal, incluso en el extremo caso de ser cerrada, lleva consigo la idea de una dirección. Además, es evidente que una cadena causal no puede ser cerrada. Conceptualmente, no puede serlo porque la noción misma de causa supone anterioridad respecto del efecto. Pero la dificultad no es sólo conceptual, dado que una cadena causal cerrada implicaría que un evento cualquiera de la cadena sería simultáneamente causa y efecto de sí mismo, anterior y posterior a sí mismo, lo que es un manifiesto contrasentido y choca con la naturaleza misma de los hechos²⁰, según puede constatarse en el esquema 1 que representa una cadena causal cerrada:

¹⁸ *Loc. cit.*

¹⁹ *Ibidem*, cf. p. 54ss.

²⁰ Cf. Ayer, Alfred, *o.c.*, p. 204ss.

$$\begin{array}{ccccc}
 a & \rightarrow & b & \rightarrow & c \\
 \uparrow & & & & \downarrow \\
 f & \leftarrow & e & \leftarrow & d
 \end{array} \quad (1)$$

Se observa que en ella pierde sentido la especificación de sus eventos, por ejemplo a , como causa o como efecto. Si a fuera causa de $b - c - d - e - f$, también lo sería de a , esto es, de sí mismo; con lo que a será en rigor efecto de a . Si a es anterior a $b - c - d - e - f$, debe también ser anterior respecto de a , es decir, de sí mismo; pero también debe ser posterior a sí mismo. Cabe la posibilidad de imaginar que en la cadena en cuestión se trata de un evento a distinto en cada caso, como se muestra en el esquema 2:

$$a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow a, \quad (2)$$

pero se advierte inmediatamente que si tal fuera la situación y se tratara de dos o más diferentes casos de a , en rigor no estaríamos hablando de una cadena causal cerrada, los casos no serían los mismos y hablaríamos apropiadamente en términos de sucesión.

En suma, las cadenas causales, si han de ser entendidas como tales, tienen que ser necesariamente abiertas.

Por otra parte, es pertinente agregar que si bien una supuesta cadena causal cerrada no hace posible hablar de un retorno al pasado, la noción de este retorno no necesariamente implica la existencia de una cadena causal cerrada.

En la figura 3 se observa que no es preciso suponer que una cadena causal deba ser cerrada para que se produzca un hipotético retorno al pasado, bastaría con la inversión del sentido de las

$$\begin{array}{l}
 \text{A) } a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f \dots\dots \\
 \text{B) } a \leftarrow b \leftarrow c \leftarrow d \leftarrow e \leftarrow f \dots\dots
 \end{array} \quad (3)$$

flechas que señalan la dirección temporal (en realidad la relación anterior posterior) para que ese retorno fuese real, tal como se muestra en A y B; de manera que la argumentación respecto de la cadena causal cerrada no es suficiente para suponer imposible, en todos los sentidos del término, un retorno al pasado²¹. En realidad, podemos figurarnos que una cadena causal puede invertirse, de acuerdo a lo mostrado en el gráfico,

²¹ *Ibidem*, cf. p. 160.

y esto puede interpretarse como un retorno al pasado; esto sería factible tomando energía de una fuente exterior (se necesitaría una cantidad enormemente grande). Mucho más problemático sería imaginarse la inversión de las flechas en una red causal completa; si ella constituye todo el sistema cerrado, no existiría por principio una fuente exterior de energía; pero aun sin esta situación extrema, la idea parece poco factible²². Por lo demás, algo que podría satisfacer estas especulaciones, al menos aproximadamente, sería la posibilidad de una inversión de esta especie en un universo *pulsante*, en el que luego de frenado el impulso de expansión, tras el *Big Bang*, sobreviniese un *Big Crunch*; mas téngase presente que esto es altamente especulativo y hoy por hoy puede parecer también probable que la expansión continúe indefinidamente. De todos modos, si todas las flechas se invierten, ese retorno sería efectivo²³.

Tras lo expuesto sigue en pie la objeción de la reversibilidad en los procesos termodinámicos. La que, según dijimos, da lugar a una objeción fuerte en contra del intento de determinar una dirección temporal basada en la entropía creciente.

Si consideráramos que la figura 3 representa las trayectorias de moléculas en una mezcla de gases, entenderemos que si la secuencia A describe un curso de entropía creciente, la secuencia B describe uno de entropía decreciente. Estadísticamente hablando, los procesos de mezcla son tan frecuentes como los de separación²⁴, con lo que el valor de la entropía estará sujeto a fluctuaciones, aumentos y disminuciones; los tránsitos hacia estados de mayor o menor entropía serán igualmente frecuentes.

Los esfuerzos por eliminar este tipo de objeción han conducido, en lo fundamental, a afirmar que los pasos hacia estados de entropía mayor son más probables. Por lo demás, hasta se ha jugado con la

²² En realidad, la cosa no es tan simple. De acuerdo con el esquema 3, B representaría un caso de retorno al pasado. Sin embargo, la idea misma de ese retorno introduce nuevamente la idea de un tiempo sustancializado a modo de marco de referencia. En la concepción no sustancialista que sostenemos, el esquema podría tomar la forma siguiente:

$$a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow f \rightarrow e \rightarrow d \rightarrow c \rightarrow b \rightarrow a \dots\dots$$

que en principio no incluye la idea de retorno.

²³ Discusiones de estos y otros puntos de interés pueden encontrarse en: Morris, Richard, *Las flechas del tiempo*, Barcelona: Editorial Salvat, 1987. Véase además la nota 22.

²⁴ Cf. Reichenbach, Hans, *o.c.*, p. 162ss.

²⁵ *Ibidem*, cf. p. 187ss.

idea de que tal afirmación puede ser tomada como una suposición basada en la observación de la sección espacio-temporal en que vivimos²⁵.

IV

Existen además dificultades vinculadas al concepto de *sistema cerrado* implícito en la formulación del segundo principio de la termodinámica.

Por consideraciones de orden práctico, un pequeño ambiente, un laboratorio, por ejemplo, puede tomarse como sistema cerrado; pero se reconoce que en sentido estricto no lo es. Si ampliamos los alcances y hablamos de la Tierra entera, se advierte que sobre ella actúan multitud de fuerzas externas, de modo que tampoco es un sistema cerrado. El esquema se repite en todos los casos imaginables, sea que hablemos de nuestra galaxia o de grupos de galaxias próximas. Llevando la idea hasta el final, sólo es posible concebir como sistema cerrado al universo entero, entendido como la totalidad de lo existente.

No pasará desapercibido para nadie que en las circunstancias descritas se hacen evidentes nuestras limitaciones. Dadas las dimensiones gigantescas del universo, para nuestras capacidades humanas es materialmente imposible tener un conocimiento total siquiera de nuestro imaginado laboratorio; ni en un rincón de aquél podríamos, digamos por caso, seguir los movimientos de cada molécula del aire, menos aún determinar y medir todas las fuerzas actuantes sobre ellas, y predecir sus comportamientos²⁶. Está absolutamente clara nuestra incapacidad para llevar a cabo el control y rastreo completos de un sistema como la Tierra o el formado por el Sol y sus planetas. En general, es por esto que el estudio en estas circunstancias es solamente estadístico.

Existe también la cuestión, menos relevante en el estado actual del conocimiento y de la discusión, aunque todavía con cierta frecuencia traída a colación, relativa a la finitud o infinitud del universo; asunto vinculado a la idea de que el único sistema cerrado puede ser el universo

²⁶ Cf. Feinberg, G., Lavine, S., Albert, D., "Knowledge of the Past and Future", en: *The Journal of Philosophy*, Vol. LXXXIX, No. 12. (diciembre 1992), pp. 607-642.

²⁷ Cf. Grünbaum, Adolph, "Popper on Irreversibility", en: Bunge, Mario (Ed.), *The Critical Approach to Science and Philosophy*, New York: The MacMillan Co., 1964, p. 318ss.

mismo. Ocurre que la idea de un sistema cerrado supone la de un sistema finito. Para que el enfoque termodinámico de la dirección del tiempo sea efectivo, se requiere que el sistema en referencia sea finito²⁷. Si el número de partículas que constituyen un sistema es infinito, no puede quedar para él definido un incremento o una disminución del valor de la entropía²⁸. En un sistema abierto, es posible concebir que, como tendencia general, la entropía tienda a disminuir en lugar de aumentar, o que ésta mantenga un valor constante; de manera que resultara que el incremento de la entropía fuese sólo una peculiaridad del subsistema local en el que casualmente el observador, sin que esto suscitara reales dificultades, ni formales ni fácticas. Es patente también el hecho de que en un universo infinito carecería de fundamento cualquier consideración relativa a las *condiciones iniciales* del sistema²⁹. Hablar de condiciones iniciales puede ser pertinente dentro de un sistema cerrado, hacerlo en un sistema abierto puede resultar en última instancia autocontradictorio.

Es posible, ciertamente, involucrarse en inacabables controversias acerca de si el universo es un sistema abierto o cerrado. No está, sin embargo, dentro de nuestros propósitos el participar en semejante discusión, por cuanto, si nos atenemos al conocimiento científico actual, de acuerdo con la teoría vigente y muy probablemente correcta del *Big Bang*, el universo no sería infinito, aunque sí extremadamente grande.

V

Hemos ya afirmado que al tratar de cuestiones como las de la dirección del tiempo se están haciendo afirmaciones que sólo es posible enunciar cuando se presupone que el tiempo en algún sentido tiene un carácter sustancial. Este supuesto puede introducirse aun sin una específica toma de posición, pero una vez presente lleva insensiblemente a diversas consecuencias, de aspecto obvio, independientemente de que se trate del *tiempo en sí*, del tiempo real o aun del tiempo físico, las que no se generarían si se adoptara una concepción declaradamente

²⁸ *Loc. cit.*

²⁹ *Loc. cit.* Véase también Layzer, David. "The Arrow of Time", en: *Scientific American* (setiembre, 1975).

no sustancialista. Sólo cuando al tiempo se le han atribuido sustancialidad y cualidades es posible concebir nociones como *tiempo positivo*, *tiempo negativo*, *dirección*, como si el tiempo poseyera caracteres cuasi espaciales, o fuese un firme marco de referencia respecto del cual sea posible avanzar o retroceder, teniéndose una dirección en cada caso, buscándose además una razón para excluir una de las posibilidades. Todo ese esquema nos parece incorrecto.

En una concepción no sustancialista sistemática no es posible plantear problemas como el de la dirección del tiempo. Ciertamente, puede decirse que los procesos son irreversibles, pero cabe preguntarse con respecto a qué. Por otro lado, si los procesos son irreversibles y se sostiene que, consecuentemente, el tiempo lo es, semejante proceder implica una cierta circularidad, dado que los procesos considerados irreversibles *en el tiempo* se toman como referencia para definir, o indicar, la irreversibilidad del mismo.

Que un proceso es irreversible no es indicador de nada, salvo de su propia irreversibilidad. Pero esto no conduce a nada; cualquiera reparará en que, evidentemente, si un proceso es irreversible, lo es; pero entenderá que esta tautología no encierra ningún especial conocimiento. Pero, lo que es más grave, pese al aspecto tautológico del planteo, ni siquiera así resulta correcto proceder a hablar en términos de dirección, pues todo eso no significa que haya una propiedad de tal naturaleza en el tiempo. Por sorprendente que esto pueda parecer, el simple hablar de la dirección de los procesos es inadecuado, dado que éstos, como cosa de hecho, pueden tener (o más bien digamos consistir en) cualquier disposición de eventos, sin que esta disposición nos impidiera ver en cada caso una *dirección*. Sería como en el caso de lanzar alguien un montón de piedras al suelo, nada impediría en cualquier resultado posible describir el estado de cosas como poseedor de un orden; cualquier estado de cosas, en tal extremo, sería un orden. Está claro que la comparación se plantea en términos espaciales, terreno en el que es más fácil visualizar la situación; ése no es el caso tratándose de relaciones temporales, en donde sólo una concepción sustancialista cuasi espacial (*paraespacial*) nos permite usar por analogía términos como dirección, reversibilidad, etc. Se advertirá, entonces lo inapropiado de toda esta singular situación.

Por lo demás, las leyes físicas nos indican que no cualquier disposición puede ser efectiva; pero ésta es una limitación en el alcance

de las variaciones posibles, no una determinación de dirección. Véase que aun si tomásemos una ley como absoluta, ésta describiría la disposición efectiva de los eventos (recuérdese lo dicho en relación con las leyes mecánicas imaginadas como reversibles), pero no determinaría la absoluta necesidad del paso de unos eventos a otros en una y sólo una dirección.

Si entendemos que el universo es un conjunto de procesos cuyo desarrollo es temporal, debemos concluir que puesto que hay cambio de eventos (justamente, los procesos son concatenaciones de eventos o acaecimientos y la temporalidad es el paso de un evento a otro), el evento actual es el que ha sucedido a otro, que a su vez será sucedido por otro y así indefinidamente. En cada sección de un proceso que nos sea dable observar, tendremos siempre un evento. Aparentemente, en tal caso, alguien podría decir que la dirección del tiempo es en lo real la dirección en que marcha el proceso. Pero, como ya lo anticipamos, esa afirmación no es muy clara. Agregaremos, pues, algunos detalles.

Si el mundo, temporalmente hablando, está constituido por procesos dados de hecho, no puede de él decirse que tiene una dirección. Si los procesos se desarrollan (en verdad no puede ser de otro modo, pues en otro caso no serían tales)³⁰ y a ese desarrollo vamos a llamarlo dirección, veremos que, evidentemente, aunque se desarrollaran de la más insólita manera imaginable, tendrían siempre una dirección; incluso en ese imaginado tiempo invertido, del que antes hablábamos, seguirían teniéndola. Pero eso no ocurre porque el tiempo tenga esa especial propiedad, sino porque estamos entendiendo por dirección cualquier estado de cosas. Así, pues, no hay una *propiedad* que pueda ser investigada, descrita y explicada. Por tanto, todo empeño en hacerlo conduce solamente a extraviarse en un laberinto de palabras y suposiciones inadecuadas. Sólo la eliminación de esos supuestos nos permitirá una clara visión de la situación y una respuesta definitiva a los problemas que ante ella se han generado.

³⁰ Necesariamente un evento sucede a otro, eso es lo que caracteriza o define al proceso, y sea cual fuere la disposición de sus eventos éstos estarán siempre unos después de otros; pues de no ser así todos ellos serían simultáneos y en tal caso no hablaríamos ya más de procesos ni tampoco de tiempo, sino tal vez, y de ser posible, de eternidad.