

# Tiempo relacional: bases para una ontología científica minimalista

Franco Reyes Aguirre<sup>a</sup>

## Resumen

El presente artículo tiene como objetivo defender la concepción relacional del tiempo, argumentando que esta permite establecer una ontología científica más parsimoniosa en comparación con la teoría sustantivalista. Para sustentar esta tesis, se desarrolla una ontología mínima mediante un enfoque axiomático, que ofrece los fundamentos para formular una ontología científica en la que el tiempo no es considerado como una entidad. El análisis comienza con la caracterización de las entidades existentes, que constituyen el núcleo del relacionismo, e introduce las nociones de mutabilidad, propiedades y estado. Posteriormente, se examina el concepto de cambio, vinculándolo con la idea de devenir. Finalmente, se exploran los conceptos de causalidad y modalidad, y su papel en el marco de una ontología de tiempo relacional.

**Palabras Clave:** devenir, cambio, propiedades, estado.

## Abstract

Abstract: The aim of this article is to defend the relational conception of time, arguing that it enables the establishment of a more parsimonious scientific ontology compared to substantialist theory. To support this thesis, a minimal ontology is developed through an axiomatic approach, which provides the foundations for formulating a scientific ontology in which time is not considered an entity. The analysis begins with the characterization of existing entities, which form the core of

---

<sup>a</sup>Grupo de Estudios de Filosofía de las Ciencias de la Universidad de Chile, Santiago, Chile.

Contacto: franco.reyes.a@ug.uchile.cl

relationism, and introduces the notions of mutability, properties, and state. Subsequently, the concept of change is examined, linking it to the idea of becoming. Finally, the concepts of causality and modality are explored, along with their role within the framework of a relational ontology of time.

**Keywords:** becoming, change, properties, state.

## 1. Introducción

Es ampliamente reconocido que la metafísica de las ciencias se ocupa de las estructuras y principios fundamentales de la realidad sobre los cuales las disciplinas científicas construyen su comprensión del mundo. En este contexto, la naturaleza ontológica del tiempo continúa siendo un gran enigma. Tradicionalmente, la pregunta por la naturaleza del tiempo ha dado lugar a dos respuestas principales dentro de la metafísica de las ciencias: la teoría relacional y la teoría sustantivalista.

Ciertamente, la física relativista parece respaldar la tesis sustantivalista, ya que en su marco conceptual el espacio-tiempo es tratado como una entidad en sí misma, con propiedades e interacciones con otros entes. Sin embargo, asumir que la teoría de la relatividad zanja el debate es una conclusión apresurada. Como señala Hawley (2009), aunque la relatividad parece inclinarse hacia el sustantivalismo, no establece un consenso claro sobre cuál concepción del tiempo respalda. Por lo tanto, derivar directamente el sustantivalismo a partir de la teoría de la relatividad implica un error metodológico al invertir el orden de justificación.

Con todo, en las últimas décadas han aparecido férreos defensores de la tesis relacional, entre los que destacan autores como Barbour (1982, 1986, 1999), Barbour y Bertotti (1982), Bunge y Maynez (1976), y Rovelli (2018), quienes han articulado sus argumentos con distintos matices y objetivos particulares.

Tal como señaló Pooley (2012, p. 3) *la única consideración fuerte a favor del relacionismo es la navaja de Ockham*. Nuestro motivo para defender el relacionismo va en concordancia con ello. Por consiguiente, este trabajo tiene como objetivo desarrollar una teoría relacional del tiempo que sirva de base para una ontología científica minimalista. Sin embargo, no toda teoría relacional es intrínsecamente más parsimoniosa que cualquier versión del sustantivalismo; por ello, nuestra propuesta no solo se opondrá a la teoría sustantivalista, sino también a cualquier formulación que a nuestro juicio engrose la ontología de manera innecesaria.

En las secciones que siguen procederemos a formular una ontología mínima cuyo objetivo central será demostrar que el concepto de tiempo entendido como una entidad propiamente tal es innecesario. Este enfoque permitirá reducir las estructuras ontológicas a sus componentes esenciales.

## 2. Sobre lo existente: entes y propiedades

Antes de proceder con el desarrollo de esta sección, es pertinente realizar un breve acápite metodológico. En consonancia con los objetivos de este trabajo, he optado por una presentación axiomática, lo que permitirá minimizar la vaguedad y asegurar una conexión clara entre los argumentos. Para ello, emplearemos conceptos fundamentales de la lógica de primer orden, la teoría de conjuntos y la mereología. Aclarado esto, continuemos.

Si pudiésemos a un sustantivista construir su concepción del mundo, es probable que los cimientos de su estructura sean el tiempo y el espacio, o el espacio-tiempo, sobre los cuales pondría el resto de los ladrillos de su ontología. En contraste, los relacionistas, al sostener que el tiempo y el espacio son relaciones entre entidades, debemos situar como punto de partida a las propias cosas. Así, para desarrollar una teoría relacional es fundamental comenzar con una caracterización adecuada de los entes existentes.

Por consiguiente, proponemos el

**Postulado 1: Todo lo que existe es cambiante (o mutable).** Vale decir que todas las cosas (objetos o entes) tienen la propiedad intrínseca de cambiar.

$$\forall x C(x)$$

En esa línea, definiremos el conjunto de todas las cosas existentes tal que:

$$\Theta = \{x : C(x)\}$$

El rasgo distintivo de todas las entidades del mundo es, por tanto, su mutabilidad, concepto que definiremos con mayor precisión más adelante. Por el momento, tomamos como punto de partida la mutabilidad o cambiabilidad de las cosas en el mundo siguiendo la tradición heracliteana del célebre *panta rei* (es decir, todo está en constante cambio).

**Postulado 2: Todas las cosas pueden asociarse mereológicamente para conformar otras cosas.**

Designaremos este proceso de asociación (o suma) mereológica mediante el operador ' $\dagger$ ' con el fin de distinguirlo de la suma aritmética. Así, por ejemplo, la suma mereológica de los objetos  $x$  e  $y$  resulta en la cosa  $z$ , es decir:  $x \dagger y = z$ . Por lo tanto, afirmaremos que  $x$  es parte de  $z$  o, más precisamente:  $x \sqsubset z$ . Del mismo modo, si  $x \dagger y$ , diremos que  $x$  está asociado (o sumado mereológicamente) con  $y$  o bien  $x$  e  $y$  están asociados.

**Postulado 3: Cada cosa posee un conjunto no vacío de propiedades que la dotan de unicidad.**

Con este postulado establecemos que todo ente tiene un conjunto único de propiedades que lo distinguen de otros entes. En consecuencia, proponemos el siguiente principio de individuación:

$$\forall xy \in \Theta(x = y \Leftrightarrow P(x) = P(y))$$

Donde dado el conjunto  $P = \{p_1, \dots, p_n\}$  de todas las propiedades,  $P(x)$  es el subconjunto de  $P$  que posee la cosa  $x$  (o simplemente estado de  $x$ ) y  $P(y)$  el subconjunto de  $P$  que posee  $y$  (o estado de  $y$ ).

**Corolario:**  $\forall x \in \Theta(\exists!P(x))$ , por tanto no existe ninguna cosa idéntica a otra.

**Postulado 4: El universo es la asociación mereológica de todos los entes.**

$$U \equiv \sum_{x \in \Theta} x$$

En coherencia con el Postulado 4, es importante señalar que  $U \neq \Theta$ . La razón de esta distinción radica en que  $\Theta$  en tanto conjunto es un objeto formal que incluye todos los entes existentes sin atribuirles un orden o estructura específicos. En contraste,  $U$  designa a la totalidad del universo concebido como el resultado de la asociación mereológica de todos los entes existentes.  $U$  es un único objeto (compuesto naturalmente), no una colección.

**Corolario 1:** El universo está compuesto de partes.

**Corolario 2:** No existen cosas aisladas, i.e., cada cosa está asociada por lo menos con alguna otra cosa, valga decir:  $\forall xy \in \Theta(x \sqsubset U \rightarrow \exists y(y \dagger x))$ .

**Teorema 1: El universo es una cosa mutable e individualizada por un conjunto único de propiedades.**

**Demostración:** De acuerdo con el Postulado 4, se asume que  $U$  es el resultante de una asociación mereológica. El Postulado 2 establece

que la combinación de entes produce nuevas entidades, mientras que el Postulado 3 afirma que cada cosa posee un conjunto único de propiedades. Finalmente, el Postulado 1 asegura que todas las cosas son mutables. Luego, al combinar estos postulados, concluimos que el universo es una entidad que, en conformidad con la asociación mereológica, es mutable y está individuada por un conjunto único de propiedades.

**Aclaración:** Para evitar paradojas autorreferenciales,  $U$  es considerado un objeto más dentro de nuestro sistema teórico; no obstante, es importante señalar que  $U \notin \Theta$ . Con esto nos aseguramos de no tener problemas de autorreferencia, lo cual no implica que  $U \notin \Theta \rightarrow U$  no existe. Por ende,  $U$  es la excepción al Corolario 2 del Postulado 4.

Un ejemplo del Teorema 1 y sus implicancias según nuestra teoría puede verse en la Figura 1.

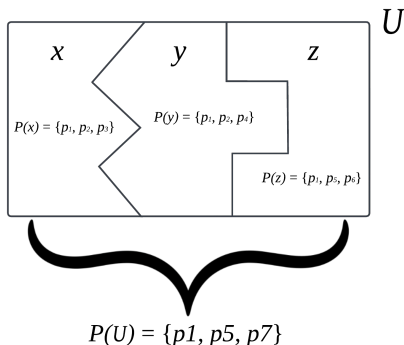


Figura 5: Ejemplificación del Teorema 1 y sus implicaciones. Donde  $U = x \dagger y \dagger z$ . Con  $P(x) = \{p_1, p_2, p_3\}$ ,  $P(y) = \{p_1, p_2, p_4\}$ ,  $P(z) = \{p_1, p_5, p_6\}$  cuyo resultante es  $P(U) = \{p_1, p_5, p_7\}$ . (Creación propia).

Como se ilustra en esta figura, cada objeto del universo —incluyendo al universo mismo— posee un conjunto único de propiedades. Aunque algunos objetos pueden compartir ciertas propiedades entre sí, esto no contradice la unicidad de sus conjuntos de propiedades, siempre que no compartan la totalidad de sus elementos. De hecho, como se establece en el Postulado 1, todos los entes comparten al menos una propiedad fundamental: la mutabilidad.

Nótese también que la suma mereológica de entidades no implica —al menos no necesariamente— que su entidad resultante adquiera todas las propiedades de sus partes constituyentes. Si ese fuera el caso, el universo tendría todos los elementos de  $P$ , cosa que es absurda a

razón de que existen propiedades contradictorias o no compatibles entre sí, como la liquidez y la solidez o tener un espín entero y un espín semientero.

### 3. Sobre el cambio: las entrañas del tiempo

A partir de lo expuesto hasta ahora, es necesario profundizar en el concepto de cambiabilidad o mutabilidad a razón de que una teoría relacional del tiempo exige el uso de este concepto para explicar adecuadamente la naturaleza de lo que denominamos tiempo.

De manera intuitiva, podemos estar de acuerdo en que la mutabilidad se refiere a la capacidad o propiedad de experimentar cambios. No obstante, aunque esta noción es ampliamente aceptada, carece de precisión conceptual. Los antiguos reconocieron la existencia de lo que denominamos cambio y dedicaron parte de su labor intelectual a esclarecer su naturaleza. Tanto Platón como Aristóteles, por ejemplo, defendieron el cambio como un fenómeno real inherente a las cosas del mundo, abordándolo en el marco de sus respectivas teorías sobre la naturaleza. Por su parte, los filósofos eleáticos, en especial Parménides y Zenón, sostuvieron que el cambio es meramente ilusorio, pues afirmaban que el mundo es inmutable y permanece en un estado estático (cf. Copleston 1969, pp. 51-72, 248-256, 321-331).

Para gran parte de la filosofía medieval, la naturaleza de lo mutable se analizaba en contraposición a la naturaleza divina, concebida como eterna e inmutable. En este contexto, lo mundano se entendía como esencialmente sujeto al cambio. Dado que el tiempo está intrínsecamente vinculado a lo mutable, se concluye que Dios, al ser inmutable, debe existir fuera del ámbito temporal (cf. por ejemplo Agustín de Hipona 2010, pp. 543-583; Boecio 141-147; Tomás de Aquino 1988, pp. 149-157).

En la modernidad, el punto de inflexión lo marcó Newton con sus *Principia*, donde ofrece dos definiciones de tiempo. La primera definición describe un tiempo de inherente atractivo científico, pues es *absoluto, verdadero y matemático, en sí mismo y por su propia naturaleza, sin referencia a nada externo* (Newton 2004, p. 64). La segunda, de uso vulgar según dice Newton, corresponde a una idea del tiempo dada a los sentidos en función del movimiento de las cosas, o sea, un tiempo relacional. Evidentemente, para Newton, tiempo y cambio estaban relacionados, pero en su concepción el tiempo es ontológicamente independiente del cambio de las cosas. Esta idea fue ampliamente criticada

por Leibniz, el primer defensor acérrimo del relacionismo respecto al tiempo y al espacio, quien mencionó en contra de Newton que: *todo lo que existe es simultáneo con otras existencias, o anterior o posterior. El tiempo es el orden de existencia de aquellas cosas que no son simultáneas* (1956, pp. 1083).

Posteriormente, la ciencia contemporánea fortaleció al menos en el plano discursivo la noción sustantivalista, lo que llevó a que el estudio del cambio, en cierto modo separado de la investigación sobre la naturaleza del tiempo, se enfocara principalmente en la causalidad y las leyes naturales, entre otros factores. En lo que a este trabajo respecta, la noción de cambio o mutabilidad se especificará con la siguiente definición:

**Definición 1:** Un objeto  $x$  es mutable si y solo si existe un instante  $t_n$  y un instante  $t_i$  posterior a  $t_n$  tal que  $P(x)$  en  $t_n$  es distinto de  $P(x)$  en  $t_i$ .

$$C(x) \Leftrightarrow \exists t_n \exists t_i > t_n (P(x)_{t_n} \neq P(x)_{t_i})$$

Donde  $P(x)_{t_n}$  corresponde al estado de  $x$  en el instante  $t_n$  y  $P(x)_{t_i}$  es el estado de  $x$  en el instante  $t_i$  posterior a  $t_n$ .

Provisionalmente, esta definición es compatible con la idea tradicional de suceso o evento como cambios de estados en una cierta cosa. Nótese que identificar el concepto de evento como “algo que acaece en un cierto período de tiempo” o expresiones afines sería inadecuado para nuestro objetivo, puesto que aún no contamos con una definición propia y precisa del concepto de tiempo.

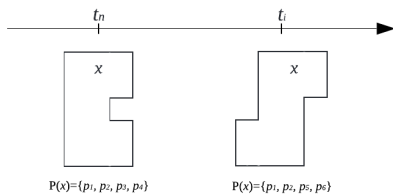


Figura 6: Ejemplo del cambio de una cierta cosa  $x$  cuyo estado inicial está en  $t_n$  y su estado final en  $t_i$ . (Creación propia).

Con esto, podemos afirmar que, por ejemplo, un cuerpo de agua ha pasado de un estado líquido a uno sólido, o que un edificio ha pasado de estar en pie a estar derrumbado. Sin embargo, este análisis puede

abordarse desde la perspectiva de las paradojas de Zenón. Según dicha óptica, entre el estado líquido inicial del agua y su estado sólido posterior, existiría un estado intermedio en el que las partículas del agua presentan una energía cinética menor que en su fase líquida pero mayor que en su estado sólido. Si seguimos el razonamiento de Zenón, podríamos postular una serie divisible *ad infinitum* y, en consecuencia, negar la existencia del cambio; no obstante, este no es el enfoque que adoptaremos.

Por ello, seguiremos caracterizando nuestra noción de cambio con la

**Definición 2:** Denominaremos devenir de un objeto  $x$  a la sucesión (o secuencia) de todos sus estados dentro de un intervalo delimitado por dos instantes. Dicho de otro modo, dado el intervalo  $[t_n - t_i]$  el devenir de  $x$  se representa como una  $n$ -tupla que contiene todos los estados de  $x$  en dicho intervalo:

$$\Delta(x)_{[t_n-t_i]} \equiv \langle P(x)_{t_n}, P(x)_{t_{n+1}}, \dots, P(x)_{t_i} \rangle$$

o de forma equivalente

$$\Delta(x)_{[t_n-t_i]} \equiv \langle P(x)_{t_k} \rangle_{k=n}^i$$

Donde  $\Delta(x)_{[t_n-t_i]}$  es el devenir de la cosa  $x$  en el intervalo de instantes  $t_n$  y  $t_i$ , y  $\langle P(x)_{t_k} \rangle_{k=n}^i$  es la sucesión de estados de  $x$  en instantes indexados por  $k$  con  $k \in \langle n, n + 1, \dots, i \rangle$ .

Añadiremos también el

**Postulado 5:** Para cualquier objeto existe un cambio mínimo, i.e., un intervalo de estados tal que no hay ningún otro estado intermedio entre ellos.

Este postulado explicita lo que en la Definición 2 está implícito: la mutabilidad ocurre de manera discreta. Esto es así porque una ontología basada en cambios continuos introduce mayores complejidades al intentar justificar el fenómeno del cambio y, en consecuencia, la noción de tiempo. La no discretización del fenómeno de cambio presenta complicaciones para, por ejemplo, responder qué ocurre con la energía en una secuencia infinita de cambios.

Podemos formalizar esta idea con la siguiente definición.

**Definición 3:** Llamaremos cambio mínimo o cambio atómico a un intervalo de estados de un objeto  $x$  tal que el devenir de  $x$  en dicho intervalo es una 2-tupla. Esto se puede expresar de la siguiente manera:



$\Delta(x)_{[t_n-t_i]}$  es un cambio mínimo  $\Leftrightarrow \Delta(x)_{[t_n-t_i]} = \langle P(x)_{t_n}, P(x)_{t_i} \rangle$

#### 4. Causalidad y modalidad desde una perspectiva relacional

Como nuestra teoría es tributaria de la teoría causal del tiempo, debemos encargarnos de exponer el rol que desempeña la causalidad en nuestra empresa y su conexión con la mutabilidad.

La noción de causalidad está intrínsecamente ligada a la temporalidad, ya que todo evento causal conlleva la idea de una sucesión temporal. Russell, tomando como referencia el diccionario de Baldwin, define la causalidad de la siguiente manera: *Dado cualquier acontecimiento  $a_1$  existe un acontecimiento  $a_2$  y un intervalo de tiempo  $t$  tal que siempre que se produzca  $a_1$  le seguirá  $a_2$  tras un intervalo  $t$*  (2001, p. 252). De hecho, a pesar de que una definición de causalidad no mencione explícitamente el término tiempo, las relaciones causales requieren necesariamente un contexto temporal, es decir, una distinción entre lo anterior y lo posterior. En función de esto, seguiremos con el siguiente postulado:

**Postulado 6: Todo cambio tiene naturaleza causal tal que, dado un cambio de  $P(x)_{t_n}$  a  $P(x)_{t_i}$ , el estado de  $x$  en  $t_n$  es causa del estado de  $x$  en  $t_i$ . Al mismo tiempo, podemos decir que el estado de  $x$  en  $t_i$  es consecuencia del estado de  $x$  en  $t_n$ .**

$$P(x)_{t_n} \neq P(x)_{t_i} \rightarrow P(x)_{t_n} \dashv P(x)_{t_i}$$

$$\therefore P(x)_{t_i} \leftarrow P(x)_{t_n}$$

Donde “ $\dashv$ ” se interpreta como “es causa de” y “ $\leftarrow$ ” como “es consecuencia de”. Es importante subrayar que la causalidad es una relación asimétrica, es decir, posee una dirección única. Por lo tanto, ni “ $\dashv$ ” ni “ $\leftarrow$ ” son operaciones conmutativas, lo que implica que no pueden invertirse sin alterar el sentido de la relación. Esta es la razón por la cual deben leerse y entenderse conforme a lo indicado, téngase presente que en nuestra teoría  $i$  siempre es posterior a  $n$  ( $i > n$ ).

En este contexto, es posible afirmar que un estado  $a$  causó el estado  $b$ ; sin embargo, en la literatura filosófica, los términos  $a$  y  $b$  suelen ser reemplazados por conceptos que se refieren a eventos, no a cosas. Esta concepción ha sido defendida diligentemente por autores como

Russell (2001), Davidson (1995), Bunge (1997) y Kim (1993), entre otros. No obstante, en aras de la parsimonia, resulta necesario prescindir de dicha interpretación de la causalidad, ya que esta noción, además de la relación causal, debe proporcionar una explicación satisfactoria de un cambio de estado (i.e., de un evento) sin recurrir a relaciones causales, lo que complicaría innecesariamente la ontología apelando a recursos como: cambios de estado atemporales o a una suerte de nivel de la realidad donde emerge la causalidad. En consecuencia, siguiendo nuestro modelo teórico, tenemos el

**Teorema 2: Para todo proceso de cambio existen causas mínimas o causas atómicas, i.e., la relación causal que vincula los cambios mínimos existentes en dicho proceso de cambio:**

$$\Delta(x)_{[t_n-t_i]} \text{ es un cambio mínimo} \rightarrow P(x)_{t_n} \Rightarrow P(x)_{t_i}$$

$$\therefore P(x)_{t_i} \Leftarrow P(x)_{t_n}$$

Donde “ $\Rightarrow$ ” se lee “es causa mínima” y “ $\Leftarrow$ ” “es consecuencia mínima”.

**Demostración:** Dado que según el Postulado 5 los cambios están discretizados en cambios mínimos y de acuerdo con el Postulado 6 todo cambio posee una naturaleza causal, se sigue que los cambios mínimos están conectados por una causa mínima. Por lo tanto, cada estado en un proceso de cambio está relacionado causalmente con el estado posterior inmediato.

**Corolario:** La causalidad se da entre los estados de una cosa, no entre eventos.

**Ejemplo:** Si  $\Delta(x)_{[t_n-t_i]} = \langle P(x)_{t_n}, P(x)_{t_k}, P(x)_{t_m}, P(x)_{t_i} \rangle$ , entonces:  $(P(x)_{t_n} \Rightarrow P(x)_{t_k})$ ,  $(P(x)_{t_k} \Rightarrow P(x)_{t_m})$ ,  $(P(x)_{t_m} \Rightarrow P(x)_{t_i})$ .

Hasta este punto, la causalidad no ha sido formalmente definida y la propuesta según la cual las relaciones causales se establecen entre estados sucesivos de un mismo objeto puede resultar poco intuitiva. Usualmente, se concibe la causalidad como una relación que involucra al menos dos objetos distintos. Un ejemplo clásico sería: el movimiento de la bola  $x$  al impactar a la bola  $y$  causa el movimiento de la bola  $y$ . No obstante, un proceso como este puede ser descrito rigurosamente dentro del marco teórico que hemos propuesto. Por ejemplo, dado un instante  $t_n$  en el que  $x$  inicia su movimiento a una distancia  $d$  de  $y$  y un ulterior instante  $t_i$  en el que  $y$  está en movimiento causado por el impacto de  $x$  (denotemos este sistema como “ $\sigma$ ”), entonces en el

intervalo  $[t_n - t_i]$  existe una cantidad finita de estados sucesivos en los que  $\sigma$  cambia hasta alcanzar  $P(\sigma)_{t_i}$  tal como muestra la Figura 5.

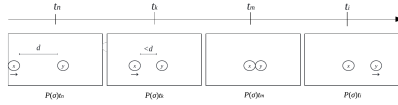


Figura 7: Reinterpretación del concepto tradicional de causalidad con base en nuestra teoría donde  $P(\sigma)_{t_n} \Rightarrow P(\sigma)_{t_k} \Rightarrow P(\sigma)_{t_m} \Rightarrow P(\sigma)_{t_i}$ .

Además, entre otras propiedades  $\Delta(\sigma)$  se puede caracterizar porque en cada uno de sus estados sucesivos  $x$  e  $y$  se encuentran a una distancia menor que en el estado anterior hasta alcanzar un estado  $P(\sigma)_{t_m}$  en el que la distancia entre  $x$  e  $y$  es 0, momento en el cual  $y$  inicia su movimiento. Asimismo, puesto que  $(x \wedge y) \sqsubset \sigma$ , podemos afirmar que en cada uno de los instantes del intervalo  $[t_n - t_i]$  existen simultáneamente (o coexisten)  $P(\sigma)$ ,  $P(x)$  y  $P(y)$ .

Sumamos también el siguiente teorema:

**Teorema 3: El devenir de cualquier ente en cualquier intervalo de instantes es único; tal que:**

$$\forall x (\Delta(x)_{[t_n - t_i]} \text{ es } \acute{u}\text{nico})$$

**Demostración:** Dado el Postulado 3, cada ente está individuado por un conjunto único de propiedades. Si los estados de un ente son conjuntos de propiedades, entonces el devenir de un ente es una sucesión única de estados. Como consecuencia, el devenir de cualquier ente no puede coincidir con el devenir de otro ente, ya que la identidad de estos depende de sus propiedades únicas.

**Corolario:**  $\Delta(U)_{[t_n - t_i]}$  es único.

Consecuentemente tenemos otro teorema:

**Teorema 4: El cambio en cualquier ente afecta y determina el cambio del universo y, en consecuencia, determina su devenir.**

$$\begin{aligned} \forall x \sqsubset U (P(x)_{t_n} \neq P(x)_{t_i} \rightarrow P(U)_{t_n} \neq P(U)_{t_i}) \\ \therefore P(x)_{t_n} \neq P(x)_{t_i} \text{ determina } \Delta(U)_{[t_n - t_i]} \end{aligned}$$

**Demostración:** Según el Corolario 2 del Postulado 4, no existen cosas aisladas y todo ente está asociado al menos con alguna otra cosa.

Esto implica que cualquier cambio en las propiedades de un ente afecta al ente con el que está asociado y, por transitividad, puede afectar a todo el conjunto de entes que forman el universo. Como el universo es la suma mereológica de todos los entes, cualquier cambio mínimo en un ente tiene alguna repercusión en el devenir global del universo.

**Corolario:** No hay cambios independientes en el universo; cada cambio, por pequeño que sea, tiene implicaciones en el sistema global.

Para profundizar en nuestra noción de causalidad, proponemos el

**Postulado 7: Todos los entes en virtud de sus propiedades tienen naturaleza modal.**

Para ser más precisos, conviene explicitar la siguiente definición:

**Definición 4: Un ente  $x$  es modal si y solo si dado el conjunto  $S = \{s_1, \dots, s_n\}$  de todos los estados posibles (i.e., de todas las combinaciones posibles de propiedades compatibles entre sí) existe un  $S' \subset S$  tal que  $S'$  constituye la totalidad del espacio de estados posibles para  $x$  con  $S' \neq \emptyset$ . O de manera equivalente:**

$x$  es modal  $\Leftrightarrow \exists S' \subset S, S' \neq \emptyset : S'$  es el espacio de estados posibles de  $x$

Por lo tanto, de acuerdo con la Definición 4, todos los entes deben necesariamente cambiar hacia un estado que les es objetivamente posible. Este conjunto de estados posibles está determinado por las propiedades que dichos entes poseen. Es importante señalar que si bien  $S'$  puede contener más de un elemento, no todos los estados son necesariamente equiprobables; es decir,  $x$  no tiene necesariamente la misma probabilidad de asumir cualquiera de los estados pertenecientes a  $S'$ .

**Ejemplo:** Si  $x$  posee el conjunto de propiedades  $\{p_1, p_2\}$ , entonces  $x$  tiene el espacio de estados posibles  $\{\{p_1, p_3\}, \{p_1, p_4\}, \{p_1, p_4, p_5\}\}$ .

Es evidente que nuestra propuesta guarda grandes similitudes con el disposicionalismo, de hecho, podríamos afirmar que nuestra ontología en algún sentido es disposicionalista en vista de que en esta teoría las propiedades y la modalidad ocupan un lugar preponderante. En palabras de Bird “las leyes refieren a las propiedades de las cosas” (2007, p. 1) y “las leyes surgen del interior de las propiedades mismas” (ibid. 2). Así, el disposicionalismo propone que las propiedades son modales per se en vez de buscar la modalidad en entidades abstractas e impropias de los entes. Esto marca una clara distancia con teorías nomológicas como la de Lewis (1986; 1994) o como la de Armstrong (1983). No obstante, como no tenemos aún una definición de ley, no

podemos decir que nuestra ontología es propiamente disposicionalista en el sentido que plantea Bird.

Ahora bien, podría argumentarse que en aras de preservar un minimalismo ontológico sería preferible adoptar una concepción humeana del mundo, es decir, amodal. Sin embargo, dicha concepción no se ajusta a la realidad observada, ya que en un mundo amodal el conjunto  $S$  representaría la totalidad del espacio de estados posibles de todos los entes, de modo que para cualquier objeto  $x$  cada elemento de  $S$  sería equiprobable. En última instancia, la amodalidad no proporciona una explicación adecuada para la regularidad de los acontecimientos en el mundo. Por consiguiente, planteamos la

**Definición 5: La causalidad es la relación modalmente establecida entre un estado anterior y uno posterior de un ente.**

Esta forma de concebir la causalidad es particularmente hábil para describir el cambio del universo en su conjunto, contrario a la concepción tradicional de causalidad entre eventos que para tales fines resulta menos parsimoniosa.

Para finalizar, ofreceremos dos definiciones más con las que podemos completar los fundamentos mínimos de una ontología científica basada en un tiempo relacional.

**Definición 6: Se denomina ley al hecho de que ciertos conjuntos de propiedades en una sucesión de estados se repitan con regularidad en otras sucesiones de estados bajo condiciones similares. Dicho de otro modo, una ley es un concepto que denota la repetición de determinadas propiedades generada por la naturaleza modal del mundo.**

Por consiguiente, decimos que hay ley cuando, por ejemplo, dado un devenir  $\Delta(x)_{[t_n-t_k]}$  en el que  $P(x)_{t_k} = \alpha = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8, p_9, p_{10}\}$  y un devenir posterior  $\Delta(y)_{[t_m-t_i]}$  bajo condiciones similares a las de  $\Delta(x)_{[t_n-t_k]}$  tal que  $P(y)_{t_i} = \alpha' = \{p_1, p_2, p_3, p_4, p_5, p_6, p_7, p_8, p_9, p_{11}\}$ , las propiedades de  $P(x)_{t_k}$  y  $P(y)_{t_i}$  difieren en una única propiedad, siendo evidente la repetición de las demás propiedades.

Con esta definición, el término ley no denota ninguna entidad particular del mundo ni la naturaleza modal del mismo. En este sentido, una ley no produce regularidades, pues las regularidades son producidas por las relaciones causales intrínsecamente modales. Este concepto de ley es similar en algunos aspectos al planteado por Bunge (1977) y Romero (2018); similar en tanto las propiedades repetidas son el elemento central, pero diferente en tanto nuestro concepto de ley no refiere a la acción modal de los entes, sino a un resultado de esta.

**Definición 7:** El tiempo es la herramienta epistémica con la que cuantificamos el devenir del universo en cualquier intervalo de instantes; por tanto:

“Tiempo”  $\equiv$  la cuantificación de  $\Delta(U)_{[t_n-t_i]} \equiv$  la cuantificación de  $\langle P(U)_{t_k} \rangle_{k=n}^i$

## 5. Conclusiones

En este trabajo, hemos desarrollado una propuesta ontológica basada en el relacionismo respecto al tiempo, con objeto de aportar un marco teórico mínimo con el que se pueda construir una ontología científica minimalista. Hemos desarrollado nuestra teoría siguiendo una forma axiomática, de tal modo que evitamos la vaguedad de sus conceptos fundamentales y procuramos la solidez de sus argumentos.

Con todo, esta no deja de ser una propuesta guía, en el sentido de que expone lo mínimo necesario para un posterior desarrollo acabado de la mejor ontología científica (en nuestro caso, mejor equivale a minimalista o parsimoniosa). Con ello, queda bastante reforzada la tesis relacionista, puesto que hemos mostrado que concebir el tiempo como sustancia es algo prescindible de cara al entendimiento científico del mundo.

Hay conceptos propios de la ontología y de la metafísica del tiempo que ameritan un examen propio; por ende, eventualmente algunos de nuestros postulados podrían cambiar en virtud de aquello. Por ejemplo, el concepto de presente no aparece en nuestra teoría; así quedan fuera de este trabajo, y por ende disponibles para ampliar la discusión, conceptos como *tensed theory of time*, presentismo o eternalismo. No obstante, hemos articulado un sistema teórico tal que sirve como la base para discutir mentados conceptos.

Tanto un defensor del eternalismo como del presentismo podrá estar de acuerdo con nuestra Definición 2. El primero, sin embargo, asegurará que  $\langle P(x)_{t_n}, P(x)_{t_{n+1}}, \dots, P(x)_{t_i} \rangle$  es una secuencia de estados coexistentes. El segundo, por su parte, defenderá que es una sucesión de estados de los cuales sólo existe uno a la vez. Asimismo, un defensor de la continuidad espaciotemporal podrá estar de acuerdo en la mayor parte de lo planteado, con la salvedad de que definiría el devenir como cambios de estados continuos y modificaría nuestra formalización utilizando, por ejemplo, la noción de límite matemático. Todo esto no hace sino mostrar la preeminencia de la tesis relacional, que consigue ser más parsimoniosa que su teoría rival.

## Referencias

- Armstrong, David Malet. (1983). *What is a Law of Nature?*. Cambridge Philosophy Classics.
- Barbour, Julian B. & Bertotti, Bruno. (1982). Mach's principle and the structure of dynamical theories. *Proceedings of the Royal Society London*, pp. 295-306.
- Barbour, Julian B. (1982). Relational concepts of space and time. *British Journal for the Philosophy of Science*, 33 (3), pp. 251-274.
- Barbour, Julian B. (1986). Leibnizian time, Machian dynamics and quantum gravity. En Roger Penrose & C. J. Isham (eds.) *Quantum concepts in space and time*, pp. 236-246. New York: Oxford University Press.
- Barbour, Julian B. (1999). *The End of Time: The Next Revolution in Physics*. Weidenfeld & Nicholson.
- Bird, Alexander. (2007). *Nature's metaphysics: laws and properties*. Clarendon.
- Boecio, Severino Anicio Manilo. (2018). *La consolación de la filosofía*. Madrid: Editorial Verbum.
- Bunge, M. & Máynez, A.G. (1976). A relational theory of physical space. *Int J Theor Phys* 15 , pp. 961–972. <https://doi.org/10.1007/BF01807716>
- Bunge, Mario. (1977). *Ontología I: El Moblaje del Mundo: Volumen III. Tratado de Filosofía*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Bunge, Mario. (1997). *La causalidad: el principio de causalidad en la ciencia moderna*. Buenos Aires: Editorial Sudamericana.
- Copleston, Frederick. (1969). *Historia de la Filosofía Vol.1 Grecia y Roma*. Barcelona: Editorial Ariel.
- Davidson, Donald. (1995). Causal Relations. *Essays on Actions and Events*, pp. 149-162.
- de Aquino, Tomás. (1988). *Suma de Teología*. Madrid: Biblioteca de Autores Cristianos.

- de Hipona, Agustín. (2010). *Confesiones*. Madrid: Editorial Gredos.
- Hawley, Katherine. (2009). Metaphysics and Relativity. En Robin Le Poidevin, Peter Simons, Andrew McGonigal, Ross P. Cameron (eds.) *The Routledge Companion to Metaphysics*, pp. 507-516. New York: Routledge.
- Kim, Jaegwon. (1993). *Supervenience and mind*. Cambridge University Press.
- Leibniz, Gottfried. (1956). *Philosophical Papers and Letters*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lewis, David. (1986). *Philosophical Papers vol. II*. Oxford University Press.
- Lewis, David. (1994). Humean Supervenience Debugged. *Mind* 103, pp. 473-490.
- Newton, Isaac. (2004). *The Principia*. En Andrew Janiak (ed.) *Philosophical Writings*, pp. 40-93. Cambridge University Press.
- Rovelli, Carlo. (2018). *El orden del tiempo*. Anagrama.
- Russell, Bertrand. (2001). Sobre la noción de causa. *Misticismo y Lógica*, pp. 247-284. Editorial Edhasa.