

EL PROBLEMA DEL CAMBIO EN UN ESPACIOTIEMPO DISCRETO

Antonio Leon Sanchez
I.E.S Francisco Salinas, Salamanca, Spain
Interciencia, Salamanca, Spain
<http://www.interciencia.es>
aleon@interciencia.es

ABSTRACT. El cambio no sólo es la característica más universal de la naturaleza, es también la cuestión más inaprensible jamás planteada por el hombre. Tan inaprensible que podría incluso ser inconsistente, como se ha venido reclamando desde los tiempos presocráticos. Evidentemente, si ese fuera el caso la tarea de explicar la naturaleza en términos consistentes sería imposible. En este heterodoxo artículo se plantea el problema de la consistencia del cambio desde la perspectiva de su duración y se demuestra que sólo en un espaciotiempo discreto podría el problema del cambio encontrar una solución consistente.

I. Definiciones

- 1.** Todo objeto físico O se caracteriza por un conjunto de propiedades p, q, r etc. Simbólicamente $O(p, q, r, \dots)$. Escribiremos $O(p_n)$ para indicar un objeto físico O exhibiendo un valor particular p_n de una propiedad p . Escribiremos también $O(p_n \text{ en } t)$ para indicar que O exhibe el valor p_n de la propiedad p en el instante t
- 2.** Una propiedad p es discreta si su magnitud varía a través de una sucesión discontinua de valores $p_1, p_2, p_3 \dots$. Es el caso, por ejemplo, del número de moléculas en un vaso de agua.
- 3.** Sea $O(p_m \text{ en } t_1)$ y $O(p_n \text{ en } t_2)$ un objeto físico O en dos instantes distintos t_1 y t_2 . Si $t_1 < t_2$ y p_n es diferente a p_m , entonces diremos que O ha cambiado de $O(p_m)$ a $O(p_n)$. Simbólicamente $O(p_m) \rightarrow O(p_n)$.

4. Un cambio discreto es un cambio en una propiedad discreta. Los cambios discretos son posibles gracias a la naturaleza discreta de la materia ordinaria (partículas atómicas) y de la energía ordinaria (cuantos).
5. Diremos que un cambio discreto $O(p_m) \rightarrow O(p_n)$ es *canónico* si es un cambio entre dos valores distintos p_m y p_n de una propiedad discreta p de modo que O pasa directamente de $O(p_m)$ a $O(p_n)$ sin pasar por otros valores intermedios de p .
6. Los cambios discretos solo pueden ocurrir mediante sucesiones finitas o numerablemente infinitas¹ de cambios canónicos. Es una consecuencia inmediata del hecho de que las propiedades discretas (2) solo pueden variar a través de una sucesión discontinua de valores. En consecuencia el cambio entre un valor y el siguiente solo puede ser canónico.
7. La mayoría, si no todos, los cambios son canónicos o compuestos por un número finito de sucesivos cambios canónicos. Es el caso, por ejemplo, de cualquier cambio en el número de electrones de cualquier objeto formado por materia ordinaria.

II. Continuidad y discontinuidad

8. El continuo espaciotiempo es modelizado por un conjunto densamente ordenado de puntos: la recta real \mathbb{R} , un conjunto infinito actual cuya cardinalidad es 2^{\aleph_0} . Así, entre cada dos instantes sucesivos cualesquiera existe una infinidad no contable de instantes diferentes. O en otros términos, en un espaciotiempo continuo ningún instante puede ser el sucesor inmediato de otro instante y en consecuencia entre dos instantes sucesivos cualesquiera siempre transcurre una cantidad de tiempo mayor de cero.
9. En un espaciotiempo discreto (discontinuo) existe una unidad elemental e indivisible de tiempo (chronon) τ , de modo que cualquier intervalo de tiempo t puede escribirse $n\tau$, siendo n un número natural. Cada n -ésimo chronon

¹No discutiré aquí el problema de la inconsistencia del ω -orden y del infinito actual. El lector interesado puede echar un vistazo a <http://www.interciencia.es>.

tiene, pues, un sucesor inmediato, el $(n + 1)$ -ésimo chronon, y de tal forma que el tiempo que transcurre entre el final de un chronon y el inicio del siguiente es cero.

III. El problema del cambio

10. Los cambios canónicos solo pueden ser instantáneos, i.e de una duración $\delta = 0$. En efecto, consideremos el cambio canónico $O(p_m) \rightarrow O(p_n)$ y supongamos que su duración es $\delta > 0$, siendo δ cualquier número real positivo. En cada instante t del intervalo real $(0, \delta)$ tendremos o bien $O(p_m$ en $t)$ o bien $O(p_n$ en $t)$. Si es $O(p_m$ en $t)$ entonces el cambio no habría empezado aún, lo que no es el caso. Si es $O(p_n$ en $t)$ entonces el cambio ya habría terminado, lo que tampoco es el caso. Pero como el cambio es canónico, O ha de estar en uno de esos dos estados. En consecuencia y teniendo en cuenta que δ es un número real cualquiera, es imposible² que $\delta > 0$, por tanto ha de ser $\delta = 0$.

11. De acuerdo con las proposiciones **8**, **9** y **10**, los cambios canónicos son (consistentemente) posibles solo en espaciotiempos discretos. Evidentemente, esta conclusión afecta incluso a la teoría del cambio de Leucipo y Demócrito, de acuerdo con la cual todo cambio es movimiento) [1], [2]).

IV. Un modelo discreto: autómatas celulares

12. En los autómatas celulares el espacio y el tiempo son discretos. La unidad elemental de espacio es la célula del autómata. La unidad elemental de tiempo (chronon) es la duración (constante) del cada estado del autómata.

13. De acuerdo con sus leyes de funcionamiento, el motor del autómata cambia el estado de cada célula en cada chronon y lo mantiene sin cambios justo

²Nótese que no se trata de un caso de indeterminación sino de imposibilidad formal.

durante un chronon. Así, para cada célula C_i tendremos:

$$C_i(p_n, q_n, \dots \text{ en el chronon } n) \quad (\text{i})$$

$$C_i(p_{n+1}, q_{n+1} \dots \text{ en el chronon } n+1) \quad (\text{ii})$$

$$C_i(p_{n+2}, q_{n+2} \dots \text{ en el chronon } n+2) \quad (\text{iii})$$

$$\dots \quad (\text{iv})$$

siendo $p_{n+i}, q_{n+i} \dots$ determinado en términos de $p_{n+i-1}, q_{n+i-1}, \dots$ aplicando las leyes de funcionamiento del autómata durante el chronon $n+i-1$.

13.1. De acuerdo con **13**, el cambio es posible y consistente en los autómatas celulares.

V. Conclusiones

14. Debido a la naturaleza discreta de la materia ordinaria y de la energía, los cambios canónicos ocurren en la naturaleza.

15. Los cambios canónicos sólo pueden ocurrir en un espaciotiempo discreto.

16. Si los cambios canónicos ocurren realmente en la naturaleza y la naturaleza es consistente, entonces el espaciotiempo ha de ser discreto en lugar de continuo.

17. Existen modelos teóricos discretos, del tipo de los autómatas celulares (Cell Automata Like Models, CALM), en los que los cambios canónicos son posibles y consistentes. CALM son también compatibles con la mayoría de las características cuánticas de la naturaleza, como la no-localidad

AMQF

REFERENCES

1. Lucrecio, *De rerum natura*, Cátedra, Madrid, 1994. [11](#)
2. Karl Popper, *The World of Parmenides. Essays on the Presocratic Enlightenment*, Rutledge, London and New York, 2001. [11](#)