

Herramientas para una topografía de estados de cosas. Segunda parte: el espacio¹

Hernán Miguel - UBA
herny@mail.retina.ar

1. Resumen

En un trabajo previo analicé la manera en que se pueden tipificar los cambios en los estados de cosas como si fueran, a su vez, estados de cosas. En aquel trabajo se trataban estos cambios como estados de *cosas dinámicos* y se mostraba la posibilidad de que el hablante decidiera la manera de referirse a ellos, aunque sin embargo la tasa de cambio fuera independiente de toda elección del hablante. En este trabajo intento equiparar la variación de estados de cosas en el espacio con las variaciones de estados de cosas en el tiempo, extendiendo al espacio la noción de cambio de estado de cosas.

2. Los estados de cosas y sus cambios en el tiempo²

Los estados de cosas se suelen asociar con características que perduran en el tiempo.³ Por ejemplo son estados de cosas que el agua de mar sea salada, que la Luna tenga cráteres, que Júpiter sea el más masivo de los planetas, etc.

En cambio, los eventos se asocian con situaciones que tienen lugar en un lapso relativamente corto. Son ejemplos de eventos el amanecer,⁴ el atardecer, el prenderse un fósforo, el agotarse la gasolina de un automóvil, una explosión de supernova, un eclipse, la caída de un meteorito, etc.

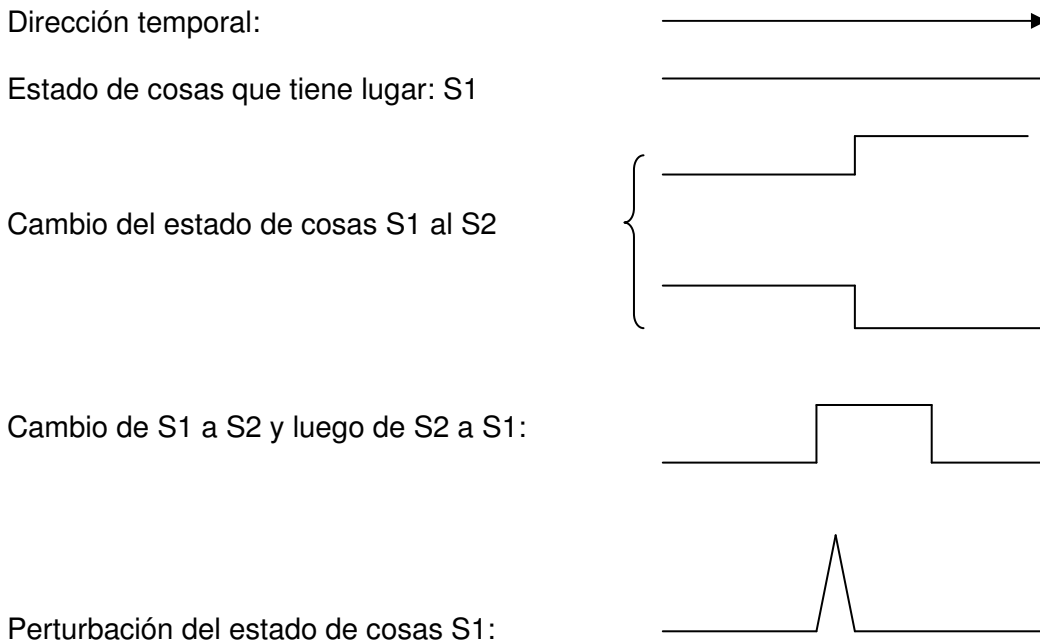
Sin embargo, pareciera que hemos jugado a descubrir los estados de cosas y los eventos solamente en referencia a la dimensión temporal. Esto es, que asociamos los estados de cosas con las situaciones que perduran en el tiempo, y los eventos como aquellas situaciones que están más limitadas en el tiempo.

Notemos que los eventos parecen estar asociados de algún modo con los cambios de los estados de cosas. Así “el prenderse un fósforo” es el cambio de estar apagado a estar prendido, dos estados de cosas diferentes en el tiempo.

Por otra parte un evento podría estar asociado a una situación que modifica el estado de cosas pero durante un lapso breve, por ejemplo el sonar el timbre. Es cierto que el evento “sonar el timbre” encierra dos cambios en los estados de cosas: hay un paso de “no sonar el timbre” a “sonar el timbre” y luego una vuelta a “no sonar del timbre”. Pero no creemos que hubo dos eventos sino uno: “el sonar del timbre”.

Podríamos entonces sugerir los siguientes gráficos para estados de cosas y eventos teniendo en cuenta que el tiempo transcurre como indica la flecha:

Estados de cosas y sus cambios en el tiempo



Estos gráficos podrían interpretarse imaginando que el tiempo ha sido desplegado todo a lo largo de la historia del universo y que podemos recorrerlo observando los estados de cosas para cada instante desde sus orígenes (o el remoto pasado infinito) hasta sus confines (o hasta el futuro sin final).

3. Los estados de cosas en el espacio y sus cambios

No satisfechos con esta proliferación de gráficos, ahora nos preguntamos si no podríamos explorar una clasificación de estados de cosas y sus cambios en función de las variables espaciales y no temporales. Es decir, por qué no preguntarnos si hay estados de cosas asociados a las posiciones y no solamente a los instantes.

Por ejemplo, el Sahara es una zona desértica, y que toda esa zona sea desértica es un estado de cosas que perdura durante un lapso, pero también que está localizado a lo largo de cierta extensión.

Que el color de la hoja sobre la que este texto está impreso sea blanca también es un estado de cosas con características de persistencia temporal y localización espacial. Podríamos entonces empezar a pensar los estados de cosas también como una persistencia en el espacio, al menos durante alguna extensión (así como estos estados perduran en el tiempo, al menos durante algún período). Por ejemplo, el Sahara está asociado a la persistencia de ciertas propiedades⁵ todo a lo largo de una extensión. Que el Sahara sea desértico puede entenderse como un estado de cosas no solo en cuanto a la coordenada temporal, sino también en cuanto a las coordenadas espaciales. Que la Pampa sea húmeda también es un estado de cosas a lo largo del espacio. El Océano Atlántico con sus propiedades y relaciones, y todas las extensiones que muestran ciertas características todo a lo largo (y a lo ancho) de su extensión son estados de cosas espaciales.

Claro que, ya que tenemos tres dimensiones espaciales, tendremos estados de cosas que pueden perdurar o cambiar a lo largo de las tres dimensiones.

Los cambios se producen en esos lugares hasta donde las propiedades asociadas al estado de cosas están instanciadas y que a partir de allí ya no lo están. Por ejemplo, la costa es el lugar en el que hay un cambio en el estado de cosas identificado como “el haber un mar”. La punta del ovillo es el lugar en donde hay un cambio en el estado de cosas “el haber un piolín”.

No debemos preocuparnos por la modalidad lingüística que nos hace deslizar a “el haber un mar” mientras que podríamos decir “eso es un mar”. El asunto es no cometer el desliz de utilizar una

manera de referirnos al estado de cosas presuponiendo su espacialidad para luego adjudicarle alguna propiedad. Por ejemplo “eso es un piolín” presupone que “eso” tiene espacialidad que pueda ostentarse.

En el caso de los estados de cosas a los que nos referimos anteriormente, la noción de estado de cosas tenía tanto un presupuesto espacial como uno temporal: “el tener cráteres la Luna” pero notoriamente no se aludía a la posición o extensión temporal ni al señalar el particular que era objeto de la instanciación (la Luna) ni a la instanciación misma (tener cráteres). Por lo tanto, no debemos dejarnos tentar y tratar de manera diferente a las dimensiones espaciales.

Así como comprendimos los diagramas de estados de cosas y sus cambios como recorriendo una línea temporal y revisando en qué instantes comenzaba a estar vigente cierto estado de cosas, o dejaba de estarlo o sufría una perturbación no duradera, ahora podemos recorrer las coordenadas espaciales y estar atentos al cambio de estados de cosas a lo largo de esa coordenada. Por ejemplo, al recorrer el mar en cierta dirección podremos detectar en qué punto de la coordenada espacial está el cambio de mar a tierra firme.

Pero, como anticipamos, hay algo más que debemos tomar en cuenta en el tratamiento en paralelo: hay más de una dimensión espacial mientras que no hay más que una temporal. La manera en que esto introduce novedades no es otra cosa que la topografía. Por ejemplo recorreremos una coordenada horizontal manteniendo fija la coordenada vertical y detectamos que todo a lo largo de varios metros, hay asfalto, pero resulta que a partir de un punto el asfalto desaparece si nos mantenemos estrictamente a la misma altura, y más adelante vuelve a aparecer. Al hacer pequeñas variaciones de la coordenada vertical en la zona en que el asfalto no está, encontramos que el asfalto está más abajo, es decir que hemos encontrado *un pozo*.⁶ La desaparición del asfalto a una altura estrictamente constante, puede matizarse con la información de que el asfalto (o sus desechos y piedritas) está más bajo en esa zona de la coordenada horizontal. Y lo mismo podría decirse si tenemos en cuenta las dos coordenadas horizontales.

Un problema similar encontraremos si somos tan estrictos en elegir la coordenada horizontal que nuestra carretera desaparece y aparece cada vez que el camino supera una loma. La manera de lidiar con esta dificultad es elegir una *coordenada generalizada* que se mantiene pegada al asfalto todo a lo largo de la carretera. Ahora el problema es que nos hemos quedado sin pozos.⁷ Pues bien, habrá que seguir adelante sin resolver este asunto por ahora y ver cómo podemos tratar esta vaguedad en la elección de las coordenadas.⁸

Por lo tanto, si recorremos las distintas coordenadas, podemos registrar a lo largo de cuánta extensión se han instanciado ciertas características. La instanciación de tales características a lo largo de tal extensión es un estado de cosas (esta vez tipificado espacialmente).

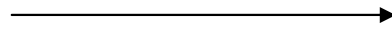
Incluso podemos elegir una coordenada asociada a alguna de las propiedades instanciadas⁹ y eso nos da la posibilidad de registrar otra de las coordenadas como una propiedad más (por ejemplo la altura del camino en el ejemplo en el que recorreremos la superficie del asfalto, o la altura de la marea o de las olas, en el caso de la superficie del mar).

Ahora estamos preparados para analogar el tratamiento que hicimos de los estados de cosas y sus cambios en cuanto a la variable temporal¹⁰ y obtener una serie de esquemas para los estados de cosas espaciales y sus cambios.

Los estados de cosas y sus cambios en el espacio

(Esta vez los cambios tienen lugar a lo largo de esa coordenada espacial)

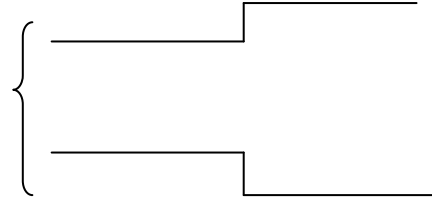
Dirección de la coordenada espacial:



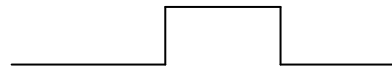
Estado de cosas que tiene lugar a lo largo de ese tramo de esa coordenada espacial: S1



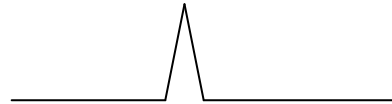
Cambio del estado de cosas S1 al S2



Cambio de S1 a S2 y luego de S2 a S1:



Perturbación del estado de cosas S1:



Se puede ver que los esquemas son exactamente iguales a los obtenidos en el caso de los cambios de estados de cosas en el tiempo, que los casos de estados de cosas y sus cambios siguen el mismo patrón gráfico y no parece que sea necesario que distingamos si se trata de una coordenada temporal o de una coordenada espacial. Por lo tanto podemos sugerir que los dos esquemas se condensen en uno solo en el que se traten las distintas coordenadas de igual manera. Obtenemos entonces el siguiente esquema.

Los estados de cosas y sus cambios

(Los cambios tienen lugar a lo largo de la coordenada elegida: espacial o temporal)

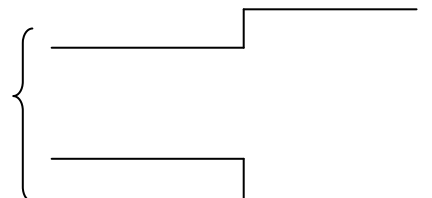
Dirección de la coordenada:



Estado de cosas S1 (en ese tramo de coordenada):



Cambio del estado de cosas S1 al S2



Cambio de S1 a S2 y luego de S2 a S1:



Perturbación del estado de cosas S1:



Ahora bien, los cambios en los estados de cosas, cuando esos cambios se detectan o registran al recorrer la coordenada temporal, se los suele identificar como *eventos*. Pero no parece ser adecuado utilizar el mismo término para los cambios que tienen lugar al recorrer las coordenadas espaciales. Para ellos utilizaremos el término “contraste”.

Con esta nomenclatura podemos decir que los *eventos* son cambios en los estados de cosas en el tiempo, y que los *contrastes* son cambios en el estado de las cosas en el espacio.

4. Persistencia, cambio gradual y cambio abrupto: tasa de cambio¹¹

Hemos asociado los estados de cosas, ya sea durante algún período de tiempo o a lo largo de alguna de las coordenadas espaciales, como una persistencia de ciertas propiedades instanciadas en ciertos particulares o agregados de particulares.

La persistencia implica que no hay cambios, y viceversa. Por lo tanto cambio y persistencias son contradictorios.

Pero hay una manera de conceptualizar los cambios y la persistencia bajo una misma noción, desde un nivel superior de descripción, que incluya la información para decidir si algo es un cambio o es una persistencia. Esa noción es la *tasa de cambio*.

Esta noción será útil en otro aspecto más. Además de informarnos si alguna propiedad persiste o cambia, nos podrá informar, en caso de que cambie, de la medida en que está cambiando.¹²

Es decir que la *tasa de cambio* tiene información acerca del grado de cambio incluso para cuando el grado de cambio es *nulo*, caso que implica persistencia. Así la persistencia es un caso particular de tasa de cambio, a saber, *tasa de cambio nula*.

5. La tasa de cambio en el espacio

Hemos anticipado que los estados de cosas también puede analizarse a tiempo fijo, registrando cómo es la instanciación de propiedades en particulares o agregados de particulares en el espacio. Definiremos entonces una tasa de cambio para los cambios espaciales del mismo modo que lo hicimos para los cambios en el tiempo.¹³

En este caso la tasa de cambio será el cociente entre la diferencia de la propiedad en cuestión y el tramo espacial a lo largo del cual se ‘produce’ ese cambio. Aquí la noción de que el cambio se produce a lo largo de cierto tramo debe entenderse de un modo descriptivo. Es decir que si registramos la propiedad a lo largo de ese tramo, veremos que al comienzo tiene un valor, y que al final del tramo tiene otro valor. Por ejemplo, podremos medir la tasa de cambio de la propiedad *ser desértico* del terreno y ver que hay un cambio entre una zona desértica y otra que no lo es y que tales zonas están ubicadas una a continuación de la otra, pero la propiedad *ser desértico* deja de aplicarse luego de una distancia d . Entonces lo que podremos decir es que la propiedad *ser desértico* dejó de aplicarse a lo largo de esa distancia d , ya que al principio de ese tramo el terreno era desértico, y al final de ese tramo, no. Así podremos definir la tasa de cambio para una coordenada x que recorra la distancia d , de la manera siguiente:

$$\text{Tasa de cambio de la propiedad } P: \frac{P_f - P_0}{x_f - x_0} = \frac{\Delta P}{\Delta x} = \frac{\Delta P}{d}$$

Podríamos nombrar esta tasa de cambio como “tasa de cambio espacial” y renombrar a la tasa de cambio original (de la sección anterior) como “tasa de cambio temporal.” Sin embargo quizás sea más apropiado esperar para decidir estabilizar la nomenclatura.

Análogamente a como lo hicimos con la variación temporal, si la propiedad P es continua en esa coordenada, entonces se podrá obtener la tasa de cambio para una posición determinada de esa coordenada como el límite al que tiende la tasa de cambio en un tramo cuando el tramo se hace infinitamente pequeño:

Tasa de cambio de la propiedad P para cierta posición : $\lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{\Delta P}{\Delta x} = \frac{dP}{dx}$

Al tener en cuenta que en el espacio contabilizamos tres coordenadas, la tasa de cambio podría ser nula o no nula en cada una de esas tres dimensiones espaciales. La tasa de cambio espacial entonces está constituida por tres componentes y se le debe dar un tratamiento vectorial:

Variación espacial de la propiedad P en ciertos tramos : $\frac{\Delta P}{\Delta x} \mathbf{e}_1 + \frac{\Delta P}{\Delta y} \mathbf{e}_2 + \frac{\Delta P}{\Delta z} \mathbf{e}_3$

Esta nomenclatura indica que el cambio de la propiedad P en la dirección en que elegimos la coordenada x debe contabilizarse en la dirección del vector unitario \mathbf{e}_1 y no sumarse o compensarse con los cambios elegidos en las demás direcciones de los vectores unitarios \mathbf{e}_2 y \mathbf{e}_3 . Si la propiedad P es una función continua de las coordenadas, entonces podremos generalizar a las tres dimensiones la expresión de la variación de P en un punto del espacio.

Pero esto no es otra cosa que *gradiente* de P . El gradiente es la tasa de cambio espacial que hemos explicitado. El gradiente es el vector que indica en cada una de sus componentes, el grado de cambio de cierta propiedad a lo largo de la coordenada correspondiente a esa componente. Así la propiedad P puede variar en el espacio y su gradiente será:

Gradiente de la propiedad P para cierta posición : $\nabla P = \frac{\partial P}{\partial x} \mathbf{e}_1 + \frac{\partial P}{\partial y} \mathbf{e}_2 + \frac{\partial P}{\partial z} \mathbf{e}_3$

Ahora queda formalizado¹⁴ en qué consiste un *contraste*. El contraste es una situación de instanciación de propiedades en particulares o agregado de particulares cuyo gradiente no es nulo. Dado que el gradiente puede no ser nulo por cualquiera de las tres componentes espaciales, entonces podrá haber un contraste en algún punto del espacio debido a que la propiedad instanciada pueda cambiar a lo largo de cualquiera de las tres coordenadas que se cruzan en ese punto.

6. Gradiente universo

Dado que hemos aplicado un tratamiento análogo a las propiedades en su aspecto temporal y en su aspecto espacial, podríamos generalizar la noción de gradiente para que contenga también la información de la tasa de cambio (temporal).¹⁵ De ese modo este nuevo gradiente cuadridimensional tendrá toda la información de las variaciones de la instanciación de determinada propiedad en los distintos puntos del espacio y en los distintos instantes. Dado que la descripción de un objeto en el espacio de Minkowski (cuadridimensional) se realiza mediante una *línea universo*, podríamos utilizar una nomenclatura¹⁶ similar y llamar a este nuevo gradiente, "gradiente universo" y concebirlo como:

$$\overline{\nabla} P = \frac{\partial P}{\partial x} \mathbf{e}_1 + \frac{\partial P}{\partial y} \mathbf{e}_2 + \frac{\partial P}{\partial z} \mathbf{e}_3 + \frac{\partial P}{\partial t} \mathbf{e}_4$$

Tasa de cambio, estados de cosas, eventos y contrastes

Dado el tratamiento equivalente a las coordenadas espaciales y temporales podremos generalizar la distinción estados de cosas y eventos a estados de cosas espaciales y *contrastes*. De ese modo los estados de cosas, ya sean temporalmente entendidos como espacialmente podrán ser clasificados respecto de su tasa de cambio y de la tasa de cambio de la tasa de cambio, o sea, de la segunda tasa de cambio.

A continuación presentamos un cuadro completo de tal clasificación.

Estados de cosas vs. eventos o contrastes

1. *estados de cosas*: gradiente universo nulo
2. *eventos/contrastes - estado de cosas dinámico*: gradiente universo no nulo
 - 2.1. *evento/contrastos - estado de cosas dinámico en régimen*: gradiente universo no nulo y tasa de cambio de todas las tasas de cambio del gradiente universo, nulas
 - 2.2. *evento/contrastos - estado de cosas dinámico no en régimen*: gradiente universo no nulo y alguna tasa de cambio de las tasas de cambio del gradiente universo, no nula
 - 2.2.1. *uniformemente variado* (derivada segunda no nula y constante)
 - 2.2.2. *variado* (derivada segunda no nula y variable)
 - 2.2.2.1. *legalmente variado* (variación legaliforme de la derivada segunda)
 - 2.2.2.2. *no legalmente variados* (variación no legaliforme de la derivada segunda)

División	Subdivisión	Gradiente universo	Derivada segunda ∂^2	Ley de la derivada segunda		
Estado de cosas		0	0	--		
Evento/contraste o Estado de cosas dinámico	En régimen	No nulo	0	--		
	Fuera de régimen	Uniformemente variado	No nulo	No nula	Constante	
		Variado	Legalmente variado	No nulo	No nula	Obedece a una ley
			No legalmente variado	No nulo	No nula	No obedece a una ley

7. Conclusiones

Hemos intentado mostrar cómo se puede dar a los estados de cosas descritos a lo largo de una coordenada espacial un tratamiento análogo a los estados de cosas registrados a lo largo de la coordenada temporal. Este tratamiento permite representarnos el mundo a través de una topografía espaciotemporal de estados de cosas que parece promisorio para análisis posteriores de la causación.

Referencias

- Armstrong, D. M. (1997) *A World of States of Affairs* Cambridge: Cambridge University Press.
 Bosch, J. 2004. *Teoría especial de la relatividad* Buenos Aires: Ediciones Universidad CAECE.
 Miguel, H. (2004) "Herramientas para una topografía de estados de cosas - Primera parte: el tiempo" presentado en el VII Coloquio Internacional Bariloche de Filosofía, Septiembre de 2004.

¹ Este trabajo se enmarca en el Proyecto FONCyT dirigido por Eduardo H. Flichman que integro junto con Horacio Abeledo, Jorge Paruelo, Ana Spielberg y Ana María Talak. Deseo agradecer al grupo, y en especial a Horacio Abeledo, los valiosos comentarios aportados al revisar versiones anteriores de este trabajo.

² Esta sección y la sección 4 presentan parte del trabajo anterior (Miguel, 2004).

³ Aunque la noción habitual en filosofía de *estado de cosas* se refiere a instanciación de universales en particulares, es necesario referirse a los *cambios* en los estados de cosas en el tiempo, y por este motivo directamente comenzamos asociando un estado de cosas con las características que perduran en el tiempo, instanciadas en esos universales.

⁴ Estrictamente hablando, el evento es el amanecer de un día en particular, y lo mismo para varios de los ejemplos en que el evento mencionado es estrictamente una clase de eventos.

⁵ Estas propiedades podrían ser monádicas o multiádicas (relaciones entre varios particulares). Por ejemplo el enunciado “el Sahara tiene la propiedad de ser desértico” incluye información que puede entenderse como propiedades de algunos particulares o agregados de particulares y relaciones entre particulares o agregados. Por ejemplo presupone la propiedad que tiene el terreno para absorber y reemitir energía (como por ejemplo el calor específico de los granos sólidos que componen el terreno), y también presupone algunas relaciones con la atmósfera que regulan la transferencia de calor entre un agregado (el terreno) y otro (el aire circundante).

⁶ A estas alturas no deberíamos extrañarnos de que ésta es una de las maneras típicas en que la filosofía de la ciencia detecta la existencia de un pozo en la carretera.

⁷ ¿No sería ésta la mejor manera de argumentar que la carretera no tiene pozos? La noción de pozo no puede ser tan simple como esto porque entonces casi todas las carreteras carecerían de pozos y nuestras quejas serían infundadas.

⁸ Cabe señalar lo mismo para la superficie del mar en dos aspectos. Por un lado en una escala de decenas de kilómetros o más, debemos tener en cuenta que la superficie del océano es una curva equipotencial del campo gravitatorio y por tanto tiene la curvatura que le corresponde por constituir la superficie terrestre en esa zona del planeta. Por otra parte en un sentido estricto a mediana escala (del orden de los metros) hay olas, y por lo tanto nuestro ‘mar’ aparece y desaparece ni bien la superficie del agua corta la altura que hemos elegido como corte de la coordenada vertical. Nuevamente la solución es la coordenada generalizada que ‘copia’ la superficie (o una de sus dimensiones en la superficie) del agua. Aun con esa coordenada generalizada el agua, tarde o temprano se encuentra con la tierra firme. Dejaremos para más adelante (quiero decir “para otra oportunidad”) otros problemas asociados con la coordenada generalizada como por ejemplo que debemos evitar que la coordenada generalizada ‘rodee’ el borde del mar y nos haga creer que la superficie del agua se continúa con la superficie que separa al agua del fondo. No se ve que la coordenada generalizada aporte más que lo que complica, ya que para aplicarla debemos saber la forma de antemano, y para ello necesitamos hacer el *relevamiento* de las características desde una coordenada no generalizada.

⁹ Una propiedad tal como la de separar agua de aire sería útil para identificar y hacer el recorrido de la superficie del mar.

¹⁰ *Op. cit.*

¹¹ Esta pequeña sección contiene un extracto de la correspondiente sección del trabajo anterior. *Op cit.*

¹² En Miguel (2004) la tipificación de la tasa de cambio abarca también el análisis de los casos en que las características varían de manera discreta, e incluso el caso extremo de una posible aparición o desaparición de características.

¹³ *Op cit.*

¹⁴ Nótese que las tasas de cambio en cada una de las coordenadas está dada por la derivada parcial respecto de esa coordenada. Esta derivada indica la variación que se obtiene al “recorrer” la coordenada respectiva manteniendo constante las restantes.

¹⁵ Al tratar la variable temporal como una coordenada más, se tomará también la derivada parcial, de modo de indicar la variación con el tiempo manteniendo las coordenadas espaciales sin variación.

¹⁶ Seguimos aquí la simbología utilizada en Bosch, J. (2004)