

acios de Minkowski para la representación del tiempo y la modalidad

los Inchaurrealde Besga

versidad de Zaragoza

ntroducción. Modalidad y el espacio-tiempo de Minkowski.

Presentamos a continuación una propuesta de representación integrada del tiempo y la modalidad en lenguas naturales. Creemos que puede tener cierta utilidad para aplicaciones prácticas en el campo del estudio de la lengua por su facilidad de codificación, puesto que la idea básica es, basándonos en los parámetros temporales usados por Reichenbach (1947) en su sistema temporal, utilizar otros tres metros adicionales para la modalidad, teniendo también en cuenta que se producen interacciones entre los sistemas.¹

Como punto de partida utilizaremos una extensión del concepto tetradimensional de espacio-tiempo, añadiéndole una quinta dimensión adicional que represente el continuo hipótesis-realidad, o, en términos de van Benthem (1993: 170), "irrealis"-*"realis"*. Las ubicaciones dentro de esta dimensión adicional pueden caracterizarse como puntos, áreas, o volúmenes en un determinado espacio, y su interacción con la dimensión temporal, si asumimos una velocidad perceptible (o experimentada por el sujeto) de cambio en los acontecimientos de la realidad que quede delimitada o restringida de alguna manera, puede mostrarse utilizando una representación equivalente a los conos de luz de Minkowski en la física relativista² (ver fig. 1).

¹ Las ideas que se exponen aquí fueron presentadas de una manera más detallada en el *19th International LAUD Symposium "Language and Space"*, celebrado en Duisburg (Alemania) en marzo de 1994.

² Los conos de luz de Minkowski han sido usados para representar lo que ocurre con la luz de los objetos distantes en el universo. Si observamos la fig.1, en la que el eje horizontal representa la distancia y el vertical la línea temporal, si nos situamos en el punto correspondiente al PRESENTE, la luz que viene de los objetos que están dentro del cono PASADO nos puede alcanzar en ese punto. La luz de los objetos que están fuera del cono no nos alcanzará en ese momento, sino más tarde en el tiempo, porque la velocidad de la luz está fija y hay demasiada distancia para recorrer en poco tiempo. Lo mismo ocurre con nuestra luz con respecto a los objetos dentro del cono FUTURO, los objetos dentro del cono la reciben, frente a los que están fuera, que no la reciben. Si sustituimos distancia física por distancia en términos de realidad-irrealidad, y la velocidad de la luz por la velocidad perceptible de cambio en las situaciones del mundo real, podremos usar esta representación para el complejo tiempo-modalidad en las lenguas naturales. Los conos de Minkowski no habían sido usados antes para representar la modalidad en las lenguas naturales. Sin embargo, es importante hacer notar que van Benthem (1988: 36) ya menciona una posible conexión de este modelo con los sistemas de lógica temporal, y hace referencia a un sistema de lógica temporal parcial desarrollado por Goldblatt (1980).

np
...
np
...
ng
...
nj
...
n
...
n

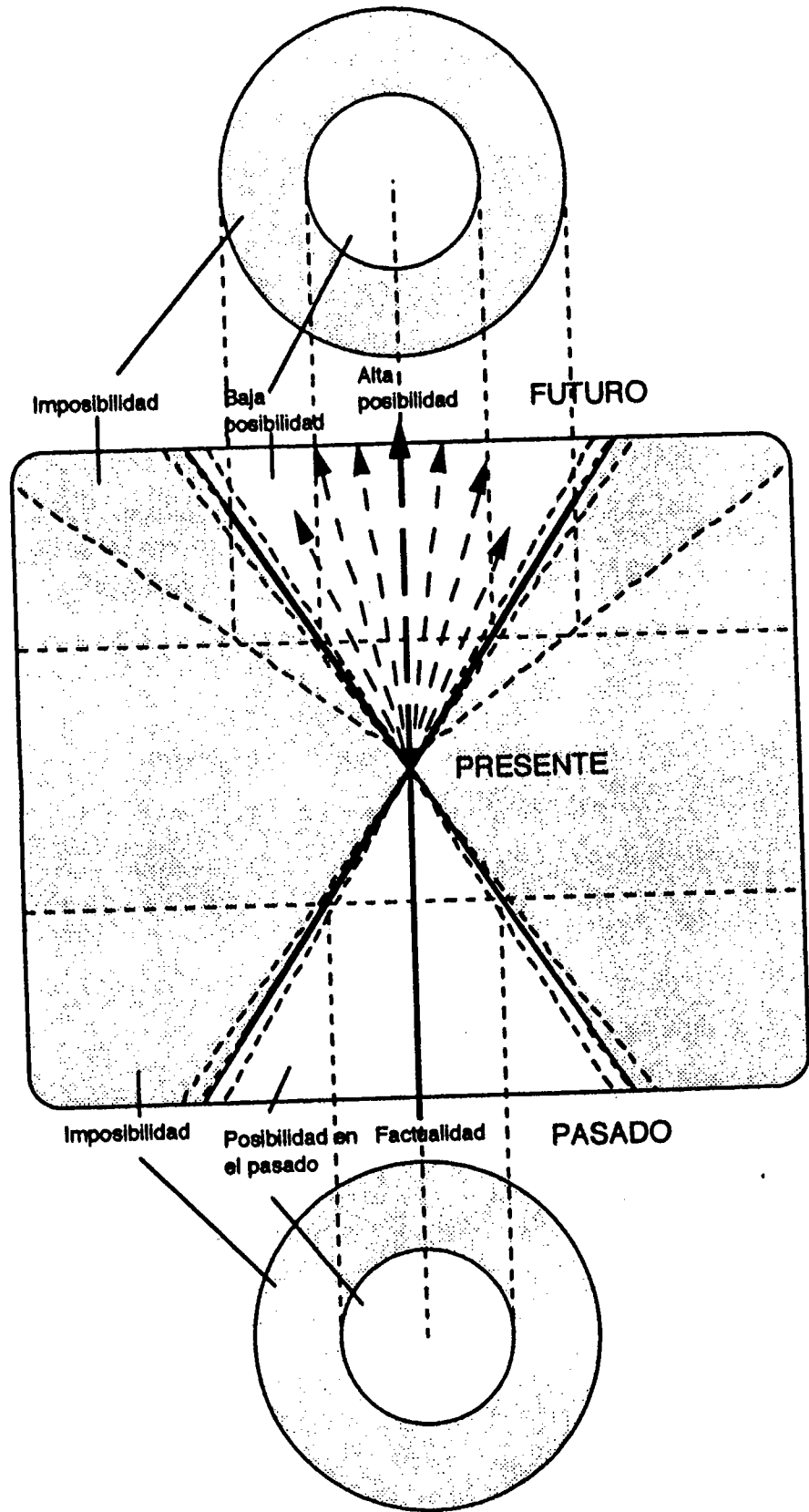


Fig. 1

2. Tiempos y mundos posibles

La interacción tiempo-modalidad ha sido analizada con formalismos tomados de la lógica. La lógica temporal estándar (Prior, 1967) estaba propuesta como un lenguaje proposicional con los operadores P, F, G y H.¹ Esta lógica utiliza una semántica formal básica con un modelo $M = \{T, <, V\}$, donde T es un conjunto de instantes temporales t, < una relación de orden, y V una evaluación de valores de verdad que da para la proposición p el conjunto V(p) de tiempos en los que p es verdad.

No obstante, este tratamiento temporal también puede aparecer combinado con elementos modales, como aparece mencionado por van Benthem (1988: 32). En este caso, el modelo presenta mundos posibles en tiempos posibles ($W \times T$), y la evaluación de valores de verdad se lleva a cabo en un índice con dos componentes:

$M \models \varphi[w, t]$ ("φ es verdadero en M en el tiempo t y el mundo W")

En este caso, las definiciones de F y P serían las siguientes:

¹ Los operadores F y P, quedan definidos de la siguiente manera:

Ff: "Será el caso que f (al menos una vez)"

Pf: "Fue el caso que f (al menos una vez)"

Usando estos operadores podemos representar diversos tiempos verbales:"

"Juan corre"	p
"Juan correrá"	Fp
"Juan corría/corrió"	Pp
"Juan había corrido"	PPp
"Juan habrá corrido"	FPp
"Juan correría"	PFp

Además de F y P también tenemos los operadores G ("siempre será el caso que") y H ("siempre fue el caso que"). Una semántica de este tipo queda definida recursivamente de la siguiente manera (van Benthem, 1988: 7):

$M \models \varphi[t]$ ("j es verdadero en M en el tiempo t").

$M \models \neg \varphi[t]$ ssi no $M \models \varphi[t]$

(y de la misma manera para \wedge /and, \vee /or, \rightarrow /if ... then, etc.)

$M \models F\varphi[t]$ ssi para algún $t' > t$, $M \models \varphi[t']$

$M \models P\varphi[t]$ ssi para algún $t' < t$, $M \models \varphi[t']$

(y de la misma manera para G, H)

$M \models F\varphi[w, t]$ si para algún $t' > t$: $M \models \varphi[w, t']$

$M \models P\varphi[w, t]$ si para algún $t' < t$: $M \models \varphi[w, t']$

El concepto de necesidad podrá tener ahora interpretaciones diferentes (van Benthem, 1988: 32):

$M \models \Box\varphi[w, t]$ si

(opción 1, Montague) $M \models \varphi[w', t']$ para todo w', t'

(opción 2, otros) $M \models \varphi[w', t']$ para todo $w'Rtw$

En el segundo caso tenemos una familia de relaciones de accesibilidad R_t para cada momento temporal, lo cual nos lleva a distintos desarrollos paralelos en el tiempo. Esto puede representarse por medio de un árbol con distintos cursos de acontecimientos ramificándose a partir de él.

3. Interacciones tiempo-modalidad

La visualización de un espacio en el cual el tiempo y la modalidad epistémica¹ interactúan encaja muy bien en nuestra proyección mediante los conos de Minkowski. Además, aparecen otros fenómenos que entran en la representación. Por ejemplo, para la lengua inglesa se han mencionado las siguientes interacciones (Givón, 1933):²

- | | | | |
|-----|----------|---------------|---|
| (a) | Past | \Rightarrow | Aserción (o presuposición) de realidad (REALIS) |
| (b) | Perfect | \Rightarrow | Aserción (o presuposición) de realidad (REALIS) |
| (c) | Present | \Rightarrow | Aserción de realidad (REALIS) |
| (d) | Future | \Rightarrow | Aserción de irrealidad (IRREALIS) |
| (e) | Habitual | \Rightarrow | Aserción de irrealidad (IRREALIS) |

¹ Se hace preciso distinguir entre modalidad epistémica y modalidad evaluativa. La primera tendría que ver con juicios epistémicos de verdad, probabilidad, certeza, creencia o evidencia. La segunda comprendería juicios de deseo, preferencia, intención, capacidad, obligación o manipulación (cf. Givón, 1993: 169).

² Obsérvese que estas correspondencias también son aplicables en el análisis del español. Su carácter es bastante universal, pues tienen que ver con concepciones básicas de la estructura del tiempo.

Esto es compatible con la perspectiva de caminos ramificados que acabamos de mencionar. El presente está cerrado y es producto de un único curso de acontecimientos que viene del pasado; pero el futuro está abierto y hay muchos recorridos alternativos paralelos. Su número sólo depende de la velocidad de cambio que permite estar dentro de los conos de Minkowski.

Ilustraremos el uso de este tipo de representación mediante el análisis de los verbos modales ingleses (*can, could, may, might, shall, should, will, would*). Estos verbos pueden expresar tanto modalidad de tipo epistémico como evaluativa¹, pero dado que parece existir una relación directa y dependencia entre ellas (tanto la intención, como la capacidad, como la preferencia, como el permiso presuponen una evaluación en términos de más o menos posible o probable), simplificaremos la cuestión tratando sólo la modalidad epistémica, que se puede medir en una escala de cierto-probable-posible-improbable-imposible.

4. Parámetros de Reichenbach. Extensión

Además, haremos uso de tres parámetros dentro de la dimensión de la modalidad. Si esta dimensión tiene un comportamiento topológico parecido al de la dimensión temporal, será posible utilizar parámetros similares a los utilizados por Reichenbach (1947) para la caracterización de los diferentes tiempos verbales. Este autor distinguía los siguientes puntos de referencia: tiempo del acontecimiento (*event: E*), tiempo de referencia (*R*) y tiempo de la enunciación (*speech: S*). Para el sistema verbal inglés tenemos estas combinaciones:²

Present (R = E = S)

Present Perfect (R = E) < S

Future (R = S) < E

Present Perfect E < (R = S)

nota 4

En su aplicación al sistema verbal en castellano podemos citar, entre otras, la presentación de Acero (1990). Como es lógico, el sistema es más simple en la lengua inglesa, y por eso es más útil para ilustrar la interacción tiempo-modalidad.

illustration, consider the following English text and its translation into Malay. In the Malay translation the anaphor *it* is translated by its referent *structure* (*struktur*).

For Malay texts, out of the 5 acceptable structures, we chose only one structure as the stable schema because *it* gave the highest percentage.

Bagi teks bahasa Malaysia, daripada 5 struktur yang diterima, kami hanya memilih satu struktur sahaja sebagai skema stabil kerana *struktur* tersebut memberikan peratusan tertinggi

Very often pronominal anaphors are simply omitted in the target language. For example, though the English personal pronouns have their correspondences in Spanish, they are frequently not translated because of the typical Spanish elliptical zero-subject constructions. As an illustration, consider the following parallel English and Spanish texts [Korea 94].

Songgyunkwan is located near the Taehangno Street, on the campus of Songgyunkwan university. *It* was originally the National Confucian Academy.

Songgyunkwan está en el campus de la Universidad Songgyunkwan, cerca de la called Taehangno. Originalmente fue la Academia Nacional Confuciana.

Regarding English-to-Korean translation, the English pronouns can be omitted elliptically, translated by a definite noun phrase, by their referent, or by one or two possible Korean pronouns, depending on the syntactic information, the type and semantic class of the noun the anaphor refers. In section 4 we propose practical rules for lexical transfer of pronominal anaphors.

3. ANAPHORA RESOLUTION AND MACHINE TRANSLATION

The correct lexical transfer of anaphors in Machine Translation for target languages which mark the pronoun gender, requires anaphora resolution. Pronominal anaphoric reference has to be resolved before we decide which of the possible pronouns to use, because they take the gender of their antecedents.

Replacing a pronominal anaphor with its referent also implies that the translator (program) must be first able to recognize the referent. Even in cases of omitting the pronoun to be translated, usually the referent must be identified because of possible grammatical agreement(s) in the target language. In other words, we face inevitably the problem of anaphora resolution.

Anaphora resolution is a complicated problem in natural language processing. Considerable research has been done by computational linguists ([Carbonel & Brown 88], [Dahl & Ball 90], [Frederking & Gehrke 87], [Hayes 81], [Hobbs 78], [Ingria & Stallard 89], [Rich & LuperFoy 88], [Robert 89]), but no complete theory has emerged which offers a resolution procedure with success guaranteed. Most approaches developed - even if we restrict our attention to pronominal anaphora, from purely syntactic ones to highly semantic and pragmatic ones, only provide a partial treatment of the problem.

Anaphora resolution within the domain of Machine Translation (MT) has its specific aspects. It also reflects two essential topics in Machine Translation: ambiguity in an MT context and translation of discourse instead of isolated sentences. Anaphora can be viewed as a sort of ambiguity, in that the antecedent of a given pronoun might be uncertain and referential relations are one of the means that constitute coherence of texts.

At least two English to Korean Machine Translation (MT) systems have been reported so far in operation ([Kim & Choi 93], [Lee & Kim 93]), but none of them has paid attention to the problems of lexical transfer of pronominal anaphors and/or resolving pronominal reference and default translation has been used for handling pronouns .

4. DO WE NEED ANAPHORA RESOLUTION IN ENGLISH-TO-KOREAN MACHINE TRANSLATION?

In Korean MT community, not much attention has been drawn to anaphora resolution problems. This is partly due to the complicated problem of anaphora resolution. But it is also due to the biased assumption that anaphoric expressions in the source language can be easily mapped to the corresponding anaphors in the target (Korean) language, or in many cases they can be simply ignored in the transfer phase.

Whereas in most European language pairs anaphora resolution is "compulsory" (or else we risk of rendering in certain cases quite unacceptable translations), there are certain cases in Korean where anaphora resolution may seem "optional".

Consider the sentences [Hutchins & Somers 92]:

- (1) The monkey ate the banana because it was hungry.
- (2) The monkey ate the banana because it was ripe.

Past Perfect $E < R < S$

Future Perfect $S < E < R$

(< expresa una relación de orden, y = expresa la simultaneidad temporal)

Si ahora observamos las secciones transversales de los conos de la fig. 1 nos daremos cuenta de que podemos considerar al menos tres grados distintos de "realidad" experimentada (certeza, posibilidad, e imposibilidad o certeza negativa). Podemos ubicar en estos "territorios" tres nuevos parámetros similares a los de Reichenbach en la dimensión temporal: la *realidad del acontecimiento* (E_r), la *realidad de referencia* (R_r), y la *realidad de la enunciación* (S_r). La realidad del acontecimiento sería el grado de realidad que tiene el acontecimiento principal, la realidad de referencia puede ser la realidad de cierta condición o presunción usada para asignar un estatus de "realis" o "irrealis" al acontecimiento, y la realidad de la enunciación haría referencia a la realidad de la misma preferencia de la oración.

5. Algunos ejemplos

Si aplicamos estos parámetros para indicar distintos tipos de modalidad epistémica en los modales ingleses, podemos descubrir por lo menos las siguientes alternativas (que pueden ser expresadas por varios modales diferentes, como se ve en los ejemplos):

1. CERTEZA [$R_r = E_r = S_r$]: *shall* (*I shall see you tomorrow*)(FUTURO + MAXIMA POSIBILIDAD), *will* (*Things will be all right*)(FUTURO + MAXIMA POSIBILIDAD), *won't* (*It won't rain this evening*)(FUTURO + MAXIMA POSIBILIDAD), *must* (*You must be tired*)(FUTURO CERCANO + MAXIMA POSIBILIDAD), *can't* (*That can't be John - he's in Dublin*)(PRESENTE + CERTEZA), *couldn't* (*I knew it couldn't be John*)(PASADO + CERTEZA), *would* (*This child would one day rule all England*)(FUTURO DEL PASADO + CERTEZA), *wouldn't* (*I told you you wouldn't be able to do it*)(FUTURO DEL PASADO + MAXIMA POSIBILIDAD: enunciado en el pasado).

3. PROBABILIDAD [$R_T = E_T < S_T$]: *should* (He should be here soon), *may* (We may be buying a new house)(FUTURO PROXIMO + PROBABILIDAD/ALTA POSIBILIDAD), *shouldn't* (It shouldn't be difficult to get there), *may not* (The water may not be warm enough to swim)(PROBABILIDAD ESTRUCTURAL).¹

4. PROBABILIDAD DÉBIL [$R_T < E_T < S_T$]: *might* (I might see you again - who knows), *might not* (Things might not be so bad as they seem), *could* (We could all be millionaires one day)(FUTURO + PROBABILIDAD BAJA).

5. POSIBILIDAD TEORICA O HABITUAL [$R_T = E_T < S_T$]: *can* (How many people can get into a telephone box?, Scotland can be very warm in September)(POSIBILIDAD ESTRUCTURAL).

6. Certeza o posibilidad condicional [$R_T < E_T = S_T$]: *would* (If we had enough time, things would be easy), *wouldn't* (I wouldn't do this if I didn't have to), *could* (If John came we could all go home), *might* (If you stopped criticizing I might get some work done), *mightn't* (It mightn't be a bad thing if we took a holiday next week)(CONDICION: Hay un punto de referencia con menor grado de certeza, cuya realización implica la realización del acontecimiento central. Puede haber variaciones en el grado de probabilidad de este acontecimiento).

(Todos los ejemplos están tomados de Swan, 1980: 389 ss.)

6. Conclusión

Hemos planteado un modelo de representación para el complejo tiempo-modalidad conceptualmente muy manejable y que además se presta a exploraciones interesantes desde el punto de vista computacional. En particular, el hecho de que el tiempo y la modalidad sean concebido como dos dimensiones de un mismo espacio daría pie a comprobar si son posibles rotaciones, transformaciones, etc. Tiempo y modalidad

¹ Por *probabilidad estructural* entendemos la probabilidad de determinados acontecimientos debido a cómo están estructurados el mundo y la realidad independientemente de nuestra influencia sobre ellos. Correspondería al concepto de conocimiento "estructural" de Goldsmith y Woitsetschlaeger (1982) que Langacker (1991: 276-277) integra en su modelo para la modalidad.

interactúan muchas veces de tal manera que la modificación de uno de los dos modifica al otro, lo cual podría ser explicado desde este punto de vista.

De una manera más concreta, se pueden hacer descripciones más precisas y simples. No hemos expuesto las configuraciones más corrientes para cada uno de los modales, principalmente por razones de espacio, pero no hay duda que determinados usos del tiempo y la modalidad son más representativos que otros para cada una de las formas incluidas en este grupo de verbos. Creemos que esto se puede representar de una manera muy clara y sencilla por medio de los conos de Minkowski.

7. Referencias

- [1] Acero, J. J. (1990) "Las ideas de Reichenbach acerca del tiempo verbal". En: Bosque, I. (ed.) *Tiempo y aspecto en español*. Madrid: Cátedra.
- [2] Givón, T. (1993) *English Grammar. A Function-Based Introduction I*. Amsterdam: John Benjamins.
- [3] Goldblatt, R. (1980) "Diodorean Modality in Minkowski Space-Time". En: *Studia Logica* 39, pp. 219-236.
- [4] Goldsmith, J. and E. Woisetschlaeger (1982) "The Logic of the English Progressive". En: *Linguistic Inquiry* 13: 79-89.
- [5] Inchaurrealde, C. (1994) "Space and movement in the English verb system". Presentado en el *19th International LAUD Symposium "Language and Space"*. Duisburg, Alemania (de próxima aparición en un volumen de actas)
- [6] Langacker, R. W. (1991) *Foundations of Cognitive Grammar, Vol. II. Descriptive Application*. Stanford: Stanford University Press.
- [7] Prior, A. N. (1967) *Past, Present and Future*. Oxford: Clarendon Press.

[8] Reichenbach, H. (1947) *Elements of Symbolic Logic*. Nueva York: Academic Press.

[9] Swan, M. (1980) *Practical English Usage*. Oxford University Press.

[10] Van Benthem, J. (1988) *A Manual of Intensional Logic*. Stanford: CSLI.



1 1 1 1 1