

# Hacia un tratamiento computacional del Aktionsart

## Towards a Computational Treatment of Aktionsart

Juan Aparicio  
Universitat de Barcelona  
juanapariciomera@yahoo.es

Irene Castellón  
Universitat de Barcelona  
icastellon@ub.edu

Marta Coll-Florit  
Universitat Oberta de Catalunya  
mcollfl@uoc.edu

### Resumen

En el área del Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN), a la hora de crear aplicaciones inteligentes, el tratamiento semántico es fundamental. Sin embargo, la investigación que actualmente se está llevando a cabo en PLN está todavía lejos de conseguir niveles profundos de comprensión del lenguaje. El objetivo principal de nuestra investigación es la representación del Aktionsart (la manera como se construye el evento expresado por un verbo en su desarrollo temporal). Una de las dificultades básicas que presenta el tratamiento semántico del lenguaje es el establecimiento de clases, debido principalmente a la naturaleza gradual del significado y la alta incidencia del contexto en la interpretación de las diferentes unidades. En este artículo nos centraremos en la presentación de las clases aspectuales léxicas de nuestra propuesta. El total de clases definidas se clasifica en dos grupos, las clases simples: estados, procesos y puntos, cuya combinación da lugar a las clases complejas: culminaciones, realizaciones y graduales. Esta presentación se llevará a cabo tanto desde el punto de vista teórico, como de su implementación computacional.

### Palabras clave

Lingüística computacional, Aktionsart, clases, implementación.

### Abstract

In the area of Natural Language Processing (NLP), when creating intelligent applications, semantic processing is essential. However, research currently being conducted in NLP is still far from achieving deep levels of understanding of language. The main goal of our research is the representation of Aktionsart (how the event expressed by a verb is construed as unfolding over time). One of the basic difficulties presented by the semantic processing of language is establishing classes, mainly due to the gradual nature of meaning, and the high incidence of context in the interpretation of the different units. In this work we focus on the presentation of the lexical aspectual classes of

our proposal. The total number of defined classes is classified into two groups, simple classes: states, processes and points, the combination of which gives rise to the complex classes: culminations, accomplishments and graduals. This presentation will take place both from the theoretical point of view, and its computational implementation.

### Keywords

Computational linguistic, Aktionsart, classes, implementation.

## 1 Introducción

El tratamiento semántico en el área del Procesamiento del Lenguaje Natural (PLN) es fundamental para la creación de cualquier aplicación inteligente, como por ejemplo los sistemas de pregunta-respuesta, la extracción de información o la implicación textual. No obstante, la investigación actual en PLN está lejos de llegar a una comprensión profunda del lenguaje, ya que se basa mayoritariamente en métodos estadísticos superficiales y se dispone de pocos recursos anotados a nivel semántico.

Una de las dificultades básicas que presenta el tratamiento semántico del lenguaje es el problema del establecimiento de clases, principalmente por la naturaleza gradual del significado y la alta incidencia del contexto en la interpretación de las unidades. Precisamente una de las tareas básicas de investigación en PLN que avanza con mayor dificultad es la resolución automática de la ambigüedad semántica del léxico (*Word Sense Disambiguation*, WSD) (Agirre y Edmonds, 2007), en la que los resultados descienden dramáticamente en la desambiguación de unidades verbales. Así, parece evidente la necesidad de una caracterización profunda de las unidades léxicas y de las relaciones que se establecen entre ellas para obtener una representación del significado y, posteriormente, aplicar procesos de razonamiento.

El objetivo general de nuestra investigación es el tratamiento formal del Aktionsart, una de las características semánticas menos tratadas en la representación computacional. El Aktionsart, también denominado aspecto léxico o modo de

acción, se refiere a la manera en que el evento expresado por un verbo se desarrolla y se distribuye en el tiempo: si es estático o dinámico, si es durativo o puntual, si es homogéneo o implica una culminación, entre otras distinciones. A partir de la combinación de estas oposiciones nocionales básicas se han propuesto tipologías de clasificación verbal que se consideran útiles para predecir el comportamiento sintáctico de los predicados. A modo de ejemplo, los verbos que expresan eventos durativos generalmente no admiten modificadores temporales puntuales (p.ej. *\*La policía persiguió al ladrón en un instante*), mientras que este contexto es perfectamente plausible con un verbo que exprese un evento puntual o de escasa duración (p.ej. *La policía atrapó al ladrón en un instante*).

Aunque existen numerosos trabajos lingüísticos sobre este tipo de información (Vendler, 1957; Verkuyl, 1989; Pustejovsky, 1991; Smith, 1991; Levin y Rappaport Hovav, 1995; De Miguel, 1999, 2004; Croft, 2008; Coll-Florit, 2011, 2012; entre otros), lejos de ser un ámbito de estudio con unos principios teóricos y metodológicos consensuados, la bibliografía sobre Aktionsart se caracteriza por la multiplicidad de propuestas que difieren en cuanto al número y organización de las clases aspectuales. Además, existe un amplio debate a la hora de explicar por qué un mismo verbo puede admitir más de una interpretación aspectual. Por ejemplo, comparemos las siguientes oraciones (1-2):

1. María se bebió un vaso de agua en cinco minutos /*\*durante cinco minutos*.
2. María bebió agua durante cinco minutos / *\*en cinco minutos*.

Observamos que en este caso obtenemos una interpretación télica o atélica dependiendo de las propiedades del objeto directo. Existen diferentes razones por las que un verbo puede moverse de una clase aspectual a otra: tiempo verbal, sujeto plural, perífrasis verbales, etc. (De Miguel, 1999; Rothstein, 2004). Así, una propuesta de clasificación aspectual debe considerar operaciones de cambio o coerciones. En nuestra propuesta, defenderemos que la clase aspectual del verbo determina de qué operaciones de cambio podría ser input y en qué contextos.

Desde el punto de vista metodológico, uno de los problemas que presentan estos estudios para el tratamiento computacional es que la mayoría suelen tratar pocas clases eventivas con escasos ejemplos. Son pocos los trabajos de amplia cobertura que, además de un sistema completo de representación, proporcionen una clasificación de

un conjunto de predicados extenso. La información representada en un sistema computacional que trate el lenguaje real no puede ser parcial y los predicados tratados no pueden ser pocos si lo que se pretende es comprobar su viabilidad tanto descriptiva como predictiva.

El objetivo final de nuestra investigación es establecer una propuesta representacional de amplia cobertura, que defina las posibles operaciones de cambio aspectual y que esté expresada formalmente para su aplicación computacional. En este artículo nos centraremos en la presentación de las clases aspectuales léxicas de nuestra propuesta, tanto desde el punto de vista teórico (§2), como de su implementación computacional (§3).

## 2 Descripción de las clases léxicas

Uno de los autores de referencia en el estudio de la estructura eventiva es Vendler (1957). Vendler propone cuatro clases aspectuales de los predicados verbales: estados, actividades, realizaciones y logros. En concreto, el autor establece una distinción genérica entre clases que implican progresión temporal, esto es, sucesión de diferentes fases temporales (actividades y realizaciones), y clases que están formadas por una sola fase temporal (estados y logros).

Nuestra propuesta de clasificación eventiva se sitúa en el marco de los modelos de descomposición semántica (Dowty, 1979; Tenny, 1994; Moens y Steedman, 1988; Grimshaw, 1990; Pustejovsky, 1991, 1995; Engelberg, 1999; Levin y Rappaport Hovav, 1995, 2005; Rappaport Hovav y Levin, 1998, 2000; De Miguel, 2004; entre otros). Según esta aproximación, los eventos denotados por los predicados verbales no constituyen entidades atómicas, sino que están dotados de una estructura subléxica o subeventiva, por eso, se tratan de manera separada los eventos simples y los eventos complejos, en función del número de subeventos implicados. Más concretamente, se considera que un evento simple consiste en un único subevento, mientras que un evento complejo está compuesto por más de un subevento que, independientemente, está bien formado.

Uno de los trabajos más relevantes que parte de la descomposición semántica es el de Dowty (1979)<sup>1</sup>. Según este autor, las diferentes propiedades aspectuales de un evento se pueden explicar a partir de una clase homogénea de predicados estativos,

<sup>1</sup> La propuesta de Dowty (1979) fue ampliada posteriormente por Levin y Rappaport Hovav (1995) y Rappaport Hovav y Levin (1998).

más tres conectores aspectuales: DO, BECOME y CAUSE. Las estructuras lógicas propuestas por Dowty para cada una de las clases eventivas de Vendler se configuran tal como se muestra en la Tabla 1.

<b>Estado</b>	<b>predicado' (x)</b>
<b>Logro</b>	<b>BECOME predicado' (x)</b>
<b>Actividad</b>	<b>DO (x, [predicado' (X)])</b>
<b>Realización</b>	<b>Ø CAUSE ψ (en que Ø es normalmente una actividad y ψ un logro)</b>

Tabla 1: Estructuras lógicas de Dowty (1979).

Otro de los modelos más representativos de esta aproximación es el de Pustejovsky (1991, 1995), quien asume que los eventos están dotados de una estructura interna que se puede descomponer en diferentes etapas o subeventos. En concreto, Pustejovsky propone tres clases eventivas: dos clases simples, Estados (E) y Procesos (P), y una clase compleja, las Transiciones (T). La estructura de las diferentes clases propuestas por Pustejovsky se puede representar de la siguiente manera (Fig. 1)

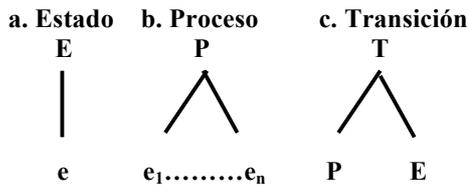


Fig. 1: Modelo de Pustejovsky.

Basándonos en los modelos de descomposición semántica, nuestra propuesta de clasificación eventiva también establece la distinción entre eventos simples y eventos complejos. En particular, proponemos tres clases de eventos simples. Así, además del Estado (E) y el Proceso (Pr) del modelo de Pustejovsky, incluimos una tercera clase simple, el Punto (Pu), que se refiere a un evento que ocurre de forma instantánea, sin implicar una consecuencia o estado resultante. No obstante, se considera dinámico porque ocurre (implica un cambio cualitativo). La descripción general de las tres clases simples de nuestra clasificación es la siguiente:

- *Estado (E)*: situación homogénea que no ocurre, sólo se limita a mantenerse durante el periodo temporal en el cual se da. Ejemplos: *equivaler, caber, pertenecer*.
- *Proceso (Pr)*: evento dinámico que implica sucesión de diferentes fases temporales (con progresión), pero no tiene una culminación

temporal inherente. Ejemplos: *caminar, buscar, perseguir*.

- *Punto (Pu)*: evento dinámico y puntual (ocurre en breves instantes), que no implica un cambio o consecuencia. Ejemplos: *toser, pestañear, saltar*<sup>2</sup>.

Estas tres clases simples focalizan los diferentes estadios básicos de un núcleo eventivo (Moens i Steedman, 1988): el proceso previo, el punto de culminación del evento y el estado resultante, tal como se representa gráficamente en la Figura 2.

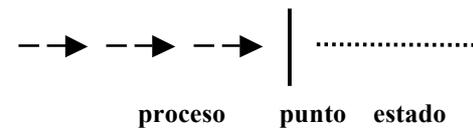


Fig. 2. Estadios básicos de un núcleo eventivo.

Asimismo, contemplamos tres clases de eventos complejos que resultan de la combinación de dos o más clases simples:

- *Culminación (C)*: evento complejo compuesto por un punto (Pu) y una consecuencia, generalmente un estado (E). Ejemplos: *superar, marearse, cerrar*<sup>3</sup>.
- *Realización (R)*: evento complejo formado por un proceso (Pr) y una culminación (C). Ejemplos: *construir, aprender, instalar*.
- *Gradual (G)*: evento complejo formado por una iteración de culminaciones (C), con un cambio gradual. Ejemplos: *enfriar, secar, engordar*.

La Tabla 3 presenta la formalización de la estructura interna de estas tres clases complejas.

A su vez, entendemos que estos grupos eventivos son clases genéricas que, en algunos casos, se estructuran internamente en diferentes subclases.

<sup>2</sup> Esta clase eventiva equivale a los llamados verbos semelfactivos (Smith, 1991). No obstante, en nuestro trabajo hemos optado por usar la terminología de Moens y Steedman (1988).

<sup>3</sup> Esta clase corresponde en gran medida a los logros tradicionales. Sin embargo, hemos optado por utilizar la terminología de Moens y Steedman (1988).

<b>Culminación</b>	$C = Pu + E$
<b>Realización</b>	$R = Pr + C [Pu + E]$
<b>Gradual</b>	$G = C[Pu + E]_1 \dots C[Pu + E]_n$

Tabla 3. Formalización de las clases complejas.

A continuación presentamos detalladamente la caracterización y el modelo de representación de cada una de estas clases. El sistema de representación que utilizaremos está basado en Croft (2008). Según este autor, se hace necesario un sistema de representación bidimensional que sea capaz de definir las propiedades aspectuales en términos de las propiedades geométricas de la representación. En este modelo, los eventos se representan en dos dimensiones: el tiempo (T) y el cambio cualitativo (C). Los eventos puntuales son puntos en T, mientras que los eventos durativos se extienden en T. Los eventos estáticos son puntos en C, mientras que los eventos dinámicos se extienden en C (representando cambios de un estado cualitativo a otro).

Con este conjunto de distinciones básicas, las cuales se pueden representar geoméricamente, junto con los conceptos de PERFIL y CONTORNO, podemos representar cognitivamente el conjunto de clases aspectuales que describimos a continuación. Un verbo en un contexto gramatical particular denota o PERFILA (Langacker, 1987) una (o más) de las distintas fases que componen el CONTORNO ASPECTUAL de un evento. Así, la representación está compuesta de dos partes: la primera se corresponde con la estructura del contorno como un todo, mientras que la segunda con la parte del contorno que se perfila. En este modelo de representación, tanto el PERFIL como el CONTORNO son parte del significado de la forma lingüística.

## 2.1 Estados

Los verbos estativos tradicionalmente se han descrito como verbos que expresan eventos homogéneos, estables y durativos, que no implican sucesión de fases temporales ni culminaciones intrínsecas. Se limitan a mantenerse durante el periodo temporal en el cual se dan (p.ej. *ser catalán* o *pertenecer a una asociación*).

En la Figura 3 podemos ver la representación bidimensional (C/T) de la estructura interna de un estado. En esta representación, el estado *la puerta está cerrada* se extiende en el tiempo (T). Las líneas discontinuas representan el estado previo *no*

*estar cerrada* y el cambio hacia el estado actual. En este modelo cognitivo de representación, sólo las líneas continuas representan aquello que se perfila, en este caso un estado. El conjunto total de líneas (continuas y discontinuas) representa el contorno eventivo como un todo que también forma parte del significado lingüístico.

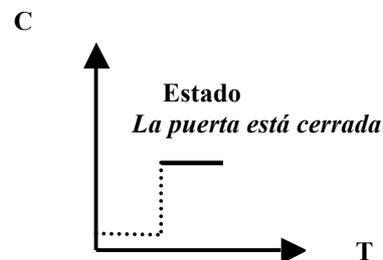


Fig. 3. Representación de un estado.

## 2.2 Procesos

Con respecto a la categoría de los procesos (o actividades), tradicionalmente se han descrito como verbos que describen situaciones constituidas exclusivamente por un proceso o desarrollo que se extiende en el tiempo, sin un límite temporal inherente. P.ej. *correr*, *caminar*.

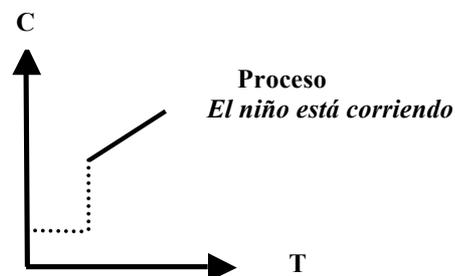


Fig. 4: Representación de un proceso

En la Figura 4, podemos observar como el proceso *el niño está corriendo* perfila el progreso en el tiempo (es durativo) y el progreso en el cambio (implica cambios cualitativos). El resto del contorno (líneas discontinuas) representa el estado previo *no está corriendo* y el cambio hacia el inicio del proceso *correr*.

En el caso de los procesos, se han distinguido subtipos de la categoría. Hay, Kennedy y Levin (1999: 132) distinguen entre actividades directas (del tipo *cool* <enfriar> o *age* <envejecer>), que expresan eventos no delimitados pero con un cambio directo en una escala, y las actividades indirectas (del tipo *dance* <bailar>), que expresan procesos que avanzan con cambios cíclicos. Esta

distinción también es asumida por Croft (2008). De todas maneras, son muchos los autores que consideran que los verbos del tipo 'enfriarse' y 'envejecer' forman una clase diferenciada de los procesos: 'gradient verbs' (Talmy 1985: 77), 'gradual completion verbs' (Bertinetto y Squartini, 1995). En este trabajo los llamamos graduales, una clase compleja, tal como expondremos detalladamente más adelante.

### 2.3 Puntos

Una de las clases eventivas no contempladas por Vendler (1957) es la de los *puntos* o *predicados semelfactivos* (Smith, 1991), que se definen como eventos dinámicos, instantáneos y sin consecuencia. Este tipo aspectual fue identificado por Carlson (1981: 39), que los llamó 'momentaneous'; Talmy (1985: 77) los describió como la clase 'full-cycle'; Moens y Steedman (1988: 95) se refieren a ellos como 'puntos', terminología que hemos adoptado en nuestro trabajo; Jackendoff (1991: 40) los llamó 'point events'; y finalmente Croft (1998, 2008) se refiere a este tipo aspectual como 'cyclic achievements'.

Smith (1991: 55) considera que los puntos son eventos instantáneos y, en consecuencia, no pueden aparecer con el modificador adverbial 'en X tiempo'. Sin embargo, Rothstein (2004, 2008a) considera que los puntos sí que pueden aparecer con este modificador (p.ej. *John jumped in three seconds*).<sup>4</sup> <John saltó en tres segundos>. De todas maneras, creemos, de acuerdo con Smith (1991), que aunque los puntos pueden consumir un cierto tiempo en su realización (conocimiento del mundo), son conceptualizados como instantáneos.

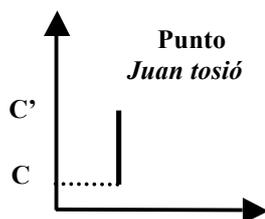


Fig. 5. Representación de un punto

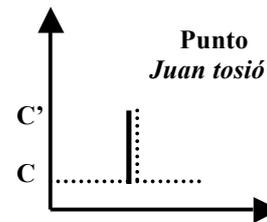


Figura 6. Representación de un punto

En la Figura 5 podemos ver como el verbo *toser* perfila un evento puntual que no tiene consecuencias, por lo tanto, no nos lleva hacia un estado resultado diferente. Si miramos ahora la Figura 6, donde se representa el contorno completo, se puede observar como después de *toser*, Juan vuelve a su estado normal de *no toser*. Esto es, el cambio de C hacia C' implica reversión hacia C después de llegar a ese punto. Las líneas discontinuas indican la reversión hacia el estado inicial de *no toser*.

### 2.4 Culminaciones

La clase de las culminaciones se corresponde en gran medida con los logros tradicionales, que se han definido como eventos dinámicos, télicos y puntuales (Vendler, 1957). En la bibliografía sobre aspecto, cuando la noción de puntualidad se aplica a los logros crea problemas, ya que algunos predicados que pertenecen a esta clase son compatibles con la expresión 'en X tiempo' (p.ej. *alcanzar la cima de una montaña*), lo que implica una duración que se refiere al proceso que tiene lugar antes de conseguirse el punto de culminación.

Otro problema que se ha planteado en la bibliografía a la hora de definir los logros es la aceptación de su propia existencia. Algunos autores consideran que la puntualidad es un rasgo que tiene que ver con la pragmática y no es pertinente lingüísticamente<sup>5</sup>. Ante todos estos problemas, se han propuesto dos soluciones: o bien reducir las clases de Vendler (1957), o bien aumentarlas.

<sup>5</sup> Es importante mencionar que estudios recientes en psicolingüística han demostrado que los hablantes atribuimos diferentes grados de duración a los eventos expresados por verbos. Además, estos diferentes grados de duración se corresponden con el tiempo de procesamiento mental de las unidades lingüísticas: los verbos que expresan eventos durativos tardan más tiempo en procesarse que los verbos que expresan eventos puntuales (Coll-Florit y Gennari, 2011).

<sup>4</sup> Ejemplo extraído de Rothstein (2008a).

Algunos autores como Verkuyl (1989, 1993), Mourelatos (1978), Pustejovsky (1991, 1995) o Marín (2000) consideran que la distinción entre realizaciones y logros no es pertinente lingüísticamente, por lo que reconocen una gran clase de verbos télicos que incluye tanto realizaciones como logros: los eventos. Otros autores como Bertinetto (1986), Smith (1991), Croft (1998, 2008) o Rothstein (2004, 2008b), no aceptan la vía reduccionista de unificar logros y realizaciones, sino que toman el camino contrario e identifican más de una clase de logros: *logros progresivos* o *runup achievements* y *logros puntuales*. Los logros progresivos admiten un estadio preparatorio que se puede medir a través de un adverbial temporal como 'en X tiempo' (*morir, alcanzar la meta, desmayarse, caer dormido*, etc.), mientras que los logros puntuales (*caer, explotar*, etc.) son consistentemente menos durativos. Otra autora que no acepta la aproximación reduccionista es De Miguel (2004) que considera dos grandes grupos de logros: logros simples y logros complejos (seguidos de un estado o un proceso).

Queremos hacer notar que la aproximación reduccionista, al no tener en cuenta la diferencia entre realizaciones y logros, pierde la evidencia empírica que aporta la compatibilidad adverbial, en particular, la interpretación que aporta el adverbial temporal 'durante X tiempo'. La interpretación de este adverbial es muy diferente si se combina con un logro o con una realización. Con una realización (3), 'durante X tiempo' delimita una parte de la situación transformándola en un proceso. Por otro lado, los logros o bien no admiten esta construcción (4) o, si la admiten, focalizan la consecuencia de un logro, esto es, un estado (5) o un proceso (6).

3. Juan escribió una carta durante dos horas
4. \*La policía atrapó al ladrón durante dos horas
5. Cerraron las instalaciones durante dos horas
6. El agua hirvió durante dos horas

Así, en nuestro trabajo adoptamos la aproximación no reduccionista y establecemos la distinción entre logros y realizaciones. Es más, hemos optado por utilizar el término 'culminación' de Moens y Steedman (1988) para referirnos a los logros. Esta decisión está motivada por dos razones. Por un lado, consideramos más pertinente el término 'culminación', en lugar de 'logro', ya que se utiliza como primitivo para formar clases más complejas. Por otro lado, algunos autores consideran la existencia de logros simples

(De Miguel, 2004), mientras que en nuestro sistema de clasificación todas las culminaciones se consideran complejas, ya que implican un punto y una consecuencia<sup>6</sup>. Así, verbos como *llegar* o *superar*, indican el instante preciso en que una entidad pasa a estar en una nueva situación. De hecho, en algunos casos el contexto morfosintáctico permite focalizar únicamente el estado durativo resultante, tal como se observa en los siguientes ejemplos (7-8):

7. El agua llega hasta la ventana (estado actual del agua)
8. La temperatura supera los treinta grados (estado actual de la temperatura)

En definitiva, en nuestro sistema de clasificación eventiva identificamos una única clase genérica de culminaciones, concebidas como eventos complejos formados por un punto y una consecuencia (que generalmente es un estado (p.ej. *abrir*), aunque en casos residuales también puede ser un proceso (p.ej. *hervir*)).

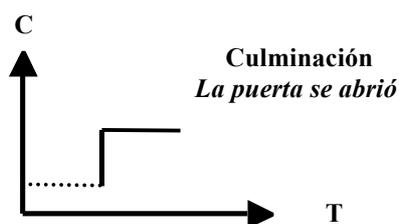


Fig. 7. Representación de una culminación

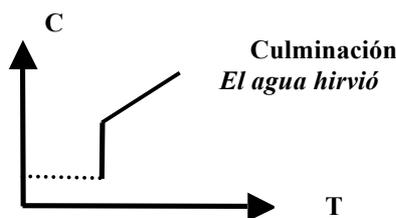


Fig. 8. Representación de una culminación

Tal como podemos ver en las Figuras (7-8), una culminación perfila la transición puntual hacia un estado o hacia un proceso. Ambos son ejemplos de un cambio desde un estado inicial a un estado resultado (en el caso de *abrir*) o hacia un proceso resultado (en el caso de *hervir*).

<sup>6</sup> Autores como Binnick (1991), Smith (1991) y Rothstein (2004) también consideran que las culminaciones siempre implican un resultado (afectación de una entidad).

## 2.5 Realizaciones

La clase de las realizaciones se caracteriza por expresar eventos complejos formados por un proceso y una culminación, esto es, un punto seguido de una consecuencia o estado resultante (p.ej. *construir un puente* o *beber un vaso de vino*). En palabras de Smith (1991: 26): "Accomplishments have successive stages in which the process advances to its natural final endpoint. They result in a new state. When a process with a natural final endpoint reaches its outcome, the event is completed and cannot continue".

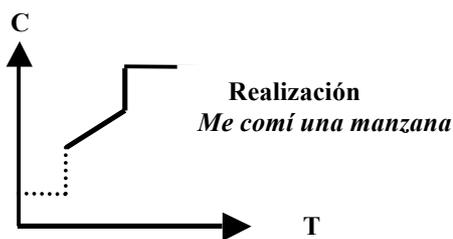


Fig 9. Representación de una realización

En la Figura 9 podemos ver como una realización perfila un proceso seguido de una culminación (líneas continuas).

Es importante apuntar que las realizaciones generalmente son transitivas. Es precisamente a partir de esta observación que en la bibliografía sobre aspecto se debate sobre el nivel lingüístico de las realizaciones: ¿son clases léxicas y/o oracionales? De acuerdo con Rothstein (2004), entendemos que 'construir una casa' es una realización léxica ya que expresa la culminación a través de un argumento. En cambio, 'correr hasta la estación', estaría formado por un proceso léxico, 'correr', que se reinterpreta como realización a nivel oracional a partir de un sintagma preposicional no argumental. Esta propuesta también es próxima a la de Tenny (1994), autora que considera que los procesos del tipo 'correr' lexicalizan un *path* (ruta) que puede tener un *terminus* (límite temporal), mientras que las realizaciones requieren un argumento interno que realiza la función de *measure* (medida), que englobaría la ruta y el límite temporal.

Así, en la línea apuntada por Rothstein (2008b), establecemos la distinción entre realizaciones léxicas y realizaciones no-léxicas. Algunos ejemplos prototípicos de realizaciones léxicas son *construir*, *leer*, *comer* o *beber*, que tienen un objeto directo medible, verbos denominales como *ensillar*, y verbos con un objeto transversal como *cruzar* o *atravesar*. Finalmente, entendemos que las realizaciones no-léxicas son culminaciones que adoptan un carácter procedural a partir de la

perífrasis progresiva (*la puerta se está cerrando*) o bien procesos delimitados (*correr hasta la estación*).

## 2.6 Graduales

Hay dos clases de verbos que aparentemente no encajan en la clasificación cuatripartita de Vendler (1957), por un lado, tenemos los puntos (*golpear*, *saltar*, *disparar*), verbos que denotan eventos instantáneos que no tienen consecuencia y, por otro lado, tenemos los llamados eventos graduales (*ensanchar*, *envejecer*, *engordar*), verbos que parece pueden pertenecer a varias clases aspectuales. Los eventos graduales han sido tratados por autores como Dowty (1979), Abusch (1985, 1986), Bertinetto y Squartini (1995), Hay (1998), Hay, Kennedy, Levin (1999) y Rothstein (2008a).

Dowty (1979) ya vio que los graduales son eventos que pueden denotar cambios instantáneos, tal como se puede ver en (9). Además de la lectura de culminación, los graduales también pueden denotar eventos con extensión temporal en los cuales la interpretación es ambigua entre un proceso y una realización. (10) puede ser interpretado como que la sopa estaba cada vez más fría (proceso) o que la sopa finalmente pasó a estar fría (realización) (Abusch 1985, 1986).

9. La sopa se enfrió en un instante

10. La sopa se enfrió

Además, *enfriarse* cuando aparece con extensiones temporales, puede aparecer tanto con expresiones télicas (11) como atélicas (12).

11. La sopa se enfrió en media hora

12. La sopa se enfrió durante horas

Para analizar la semántica de esta clase aspectual es importante señalar que un gran subconjunto de estos verbos derivan de adjetivos. Abusch (1986: 4) considera que el significado de este tipo de verbos es ambiguo, por lo que establece dos reglas semánticas para derivar el significado del verbo del adjetivo. Así, el verbo *enfriarse* tiene un significado ambiguo entre *estar cada vez más frío* o *pasar a estar finalmente frío*.

Otros autores como Bertinetto y Squartini (1995) consideran que un verbo de este tipo es un híbrido entre un proceso y una realización. Si hacemos referencia a la ambigüedad que vio Abusch en el significado de estos verbos, Bertinetto y Squartini dicen que la única diferencia en significado depende del grado del cambio obtenido (el límite

final, o un estadio intermedio). Las dos alternativas dependen de consideraciones de tipo pragmático.

Llegados a este punto se hace necesario explicar la semántica léxica de los graduales para ver como estas interpretaciones se pueden derivar unas de otras. Nuestra propuesta se basa en la de Rothstein (2008a). Creemos que los graduales son eventos complejos formados por una iteración de culminaciones, con un cambio gradual. Así, los graduales denotan eventos que cambian, ahora bien, el cambio no está caracterizado como un cambio de  $\alpha$  a  $\chi$ , donde  $\alpha \rightarrow \neg \chi$ , sino como un cambio de valor en una escala. A este cambio lo llamamos cambio gradual. Así, según Rothstein (2008a: 188) el verbo *enfriarse* "denotes the set of events in which the temperature of x at the minimal final interval of e is lower than the temperature of x at the minimal initial interval of e."

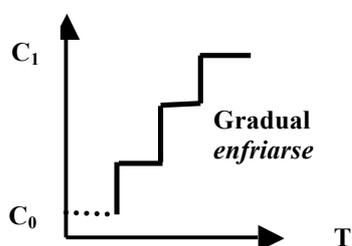


Fig. 10. Representación de *enfriarse* como un gradual

Si miramos la Figura 10 podemos ver como un gradual está formado por una iteración de culminaciones. En el eje del cambio (C), el cambio gradual supone una gradación de la propiedad que caracteriza el estado final.  $C[0,1]$  es un rango numérico que describe el grado en que se da un cambio de estado en un punto dado del tiempo (T). Así,  $C_0$  y  $C_1$  denotan el límite más bajo y el más alto, respectivamente, de un cambio gradual en un intervalo temporal dado. Con este análisis sólo asignamos un valor a *enfriarse*, el de 'estar cada vez más frío'.

Veamos ahora como a partir de esta estructura se pueden derivar, a través de procesos de coerción, el resto de interpretaciones que tradicionalmente se asigna a los graduales. *Enfriarse* también puede denotar un conjunto de cambios, donde el cambio es de una situación en la que a x se le asigna un valor d en la escala del frío, a una situación en la que a x se le asigna un valor más bajo que d. Este conjunto de cambios es conceptualizado como instantáneo (inherentemente no tiene extensión), así el ejemplo (13) es perfectamente compatible con esta interpretación.

13. Cuando eché el hielo, el líquido se enfrió al instante (aunque no mucho).<sup>7</sup>

En este caso, *enfriarse* tiene todas las propiedades de una *culminación*. Sin embargo, en otras ocasiones *enfriarse* puede aparecer con el progresivo o con modificadores atéticos. En estos casos, como vemos en los ejemplos (14-15), se implica la paradoja del imperfectivo. (14) implica que la sopa se ha enfriado (algo) y (15) implica que la sopa se enfrió durante un intervalo de tres horas y durante todos los subintervalos que componen esas tres horas.

14. La sopa se estaba enfriando

15. La sopa se enfrió durante tres horas

Con esta interpretación el verbo *enfriarse* denota un conjunto de eventos iterativos con extensión temporal: el conjunto de los eventos sucesivos de *enfriarse*. En estos casos, *enfriarse* denota un *proceso*.

Finalmente, *enfriarse* puede interpretarse como una *realización*: 'pasar a estar finalmente frío'. La telicidad de un evento puede estar determinada por modificadores temporales delimitadores (16), o por modificadores de grado (17).

16. La sopa se enfrió en media hora

17. La sopa se enfrió cinco grados

En resumen, los graduales son eventos complejos, formados por una iteración de culminaciones, con cambios graduales situados en una escala. Ahora bien, cuando los predicados graduales aparecen sin valores de delimitación definidos explícitamente y sin extensiones temporales son *culminaciones*, cuando aparecen con modificadores temporales atéticos son *procesos* y finalmente cuando aparecen con modificadores temporales delimitadores o con modificadores de grado son siempre *realizaciones*. Las diferentes interpretaciones aspectuales de los verbos graduales (*culminación/ proceso / realización*) se dan bajo los efectos de la coerción.

### 3 Representación computacional

Una vez presentada la caracterización de las clases eventivas, nos centraremos en su representación computacional. La implementación de las clases se ha realizado en Prolog, concretamente en SWI-Prolog (Wielemaker et al

<sup>7</sup>Ejemplo adaptado de Rothstein (2008a).

2012), una implementación de Prolog en código abierto.

El objetivo final de la implementación es la representación de los procesos de coerción que ejercen las perífrasis aspectuales de fase sobre los predicados verbales, para ello nuestro sistema se compone de diversos módulos: una gramática, un léxico (Freeling, Padró 2011), la especificación de las clases y las reglas de combinación aspectual. Presentamos aquí únicamente la primera parte de la implementación, la especificación de las clases eventivas a nivel léxico.

Como hemos explicado en el apartado anterior, para la representación de los eventos utilizamos dos dimensiones: el tiempo (T) y el cambio cualitativo (C) (Croft 2008). Estas dos dimensiones las representamos mediante conjuntos de pares que representan las coordenadas de los gráficos presentados en el apartado anterior, (t y c), con valores iniciales y finales que indican los cambios sufridos en el evento en cuanto al tiempo y al cambio cualitativo. Así, en el caso de un evento puntual en nuestra representación utilizamos la siguiente notación: t(0,0). En los casos en que el evento sea durativo lo expresaremos mediante el par t(0,1). Lo mismo se aplica para el cambio cualitativo, utilizamos c(0,0) para los casos en que no se da el cambio (por ejemplo: los estados) y c(0,1) para los casos en los que sí se da el cambio.

En la Tabla 4 se puede consultar la correspondencia entre el sistema de representación presentado en el apartado 2 y su implementación.

Representación gráfica	Representación computacional	
	Cambio cualitativo	Progresión en el tiempo
—	c(n,n)	t(n, n+1)
	c(n,n+1)	t(n,n)
/	c(n,n+1)	t(n,n+1)

Tabla 4. Correspondencias entre la representación gráfica y la representación computacional.

En nuestro sistema, todo evento se representa mediante un PERFIL y un CONTORNO, y estos dos aspectos configuran la CLASE. Todos estos elementos son los atributos de cualquier ‘evento’:

- En primer lugar, la clase. Se trata de una etiqueta que indica qué interpretación recibe el evento en el nivel léxico. Sus posibles valores son: estado, proceso, punto, culminación, realización o gradual.

- En segundo lugar, un perfil que especifica la interpretación del evento a nivel léxico y que el proceso de coerción puede modificar o cambiar.
- En tercer lugar, el contorno que representa la estructura completa del evento, por lo que siempre incluye el perfil. Para su definición hemos utilizado siempre clases simples, ya que en las agrupaciones sintácticas esta forma de representación nos permite perfilar diferentes interpretaciones según el contexto.

Veamos ahora como se implementan cada una de las clases definidas.

La clase simple de los estados se define por su nombre, su perfil y su contorno. En cuanto al perfil, su valor es un estado que denota un evento sin cambio y durativo: c(1,1), t(0,1). En lo referente al contorno, éste se compone de tres clases simples: el estado anterior al evento -estado(c(0,0), t(-1,0))- , un punto -punto(c(0,1),t(0,0))- que daría paso a la última fase, y el estado que consideramos perfilado en el nivel léxico: estado(c(1,1),tiempo(0,1)). La combinación de esta información construye la clase ‘estado’ que se puede observar en la Figura 11.

```
evento(estado,
      perfil([estado(c(1,1),t(0,1))]),
      contorno([estado(c(0,0),t(-1,0)),
               punto(c(0,1),t(0,0)),
               estado(c(1,1),t(0,1))])).
```

Fig. 11. Representación de la clase simple estado.

De forma similar, la clase simple de los procesos se define por su nombre, su perfil -la propia estructura interna del proceso que incluye cambio y progresión en el tiempo: proceso(c(1,2),t(0,1))- y por último su contorno, básicamente el estado anterior y el punto que inicia el proceso. Podemos observar el resultado final de la representación de la clase proceso en la Figura 12.

```
evento(proceso,
      perfil([proceso(c(1,2),t(0,1))]),
      contorno([estado(c(0,0),t(-1,0)),
               punto(c(0,1),t(0,0)),
               proceso(c(1,2),t(0,1))])).
```

Fig. 12: Representación de la clase simple proceso.

Para finalizar la descripción de las clases simples, nos centraremos en los puntos. En este caso, el perfil de los puntos se representa mediante un cambio  $c(0,1)$  y la no progresión del tiempo  $t(0,0)$ , mientras que el contorno añade al perfil el estado previo al evento, que aparece con rasgos negativos por ser anterior al evento, y la reversión hacia el estado inicial (representado por un punto y un estado). Podemos ver la estructura final de la clase punto en la Figura 13.

```
evento(punto,
  perfil([punto(c(0,1),t(0,0))]),
  contorno([estado(c(0,0),t(-1,0)),
    punto(c(0,1),t(0,0)),
    punto(c(1,0),t(0,0)),
    estado(c(0,0),t(0,1))])).
```

Fig. 13. Representación de la clase simple punto.

Una vez formalizadas las clases simples, nos adentramos ahora en las clases complejas. Estas clases combinan en su perfil alguna de las clases simples. En primer lugar, tenemos la culminación (Figura 14). El perfil de una culminación se compone de un punto y un estado resultante, mientras que el contorno añade a éstos el estado inicial correspondiente al momento previo al evento, representado mediante el rasgo temporal con valores negativos, por ser anterior a la estructura perfilada.

```
evento(culminación,
  perfil([culminación([punto(c(0,1),t(0,0)),
    estado(c(1,1),t(0,1))])]),
  contorno([estado(c(0,0),t(-1,0)),
    punto(c(0,1),t(0,0)),
    estado(c(1,1),t(0,1))])).
```

Fig. 14. Representación de la clase compleja culminación.

Otra de las clases complejas es la realización, representada mediante un perfil compuesto por un proceso y una culminación. De la misma forma que en las culminaciones, en el contorno se incluye el estado anterior y el punto que da lugar al proceso (Figura 15).

```
evento(realización,
  perfil([realización ([proceso(c(1,2),t(0,1)),
    culminación( punto(c(2,3),t(1,1)),
      estado(c(3,3),t(1,2)))]))]),
  contorno([estado(c(0,0),t(-1,0)),
    punto(c(0,1),t(0,0)),
    proceso(c(1,2),t(0,1)),
    punto(c(2,3),t(1,1)),
    estado(c(3,3),t(1,2))])).
```

Fig. 15. Representación de la clase realización.

Por último, la clase de los graduales estructura su perfil mediante una iteración de culminaciones, tal como se puede ver en la Figura 16, donde los valores de  $c$  y  $t$  se actualizan en cada una de las iteraciones<sup>8</sup>. Por otro lado, el contorno añade al perfil el estado previo a la realización del evento que aparece con valores negativos.

```
evento(gradual,
  perfil([gradual([culminación([
    punto(c(0,1),t(0,0),
    estado(c(1,1), (0,1))]),
    culminación([
    punto(c(1,2),t(1,1),
    estado(c(2,2), (1,2))]),
    culminación([
    punto(c(2,n),t(2,2)),
    estado(c(n,n), t(2,n))])])])]),
  contorno([estado(c(0,0),t(-1,0)),
    punto(c(0,1),t(0,0)),
    estado(c(1,1), t(0,1)),
    punto(c(1,2),t(1,1)),
    estado(c(2,2), t(1,2)),
    punto(c(2,n),t(2,2)),
    estado(c(n,n),t(2,n))])).
```

Fig. 16. Representación de la clase gradual.

Cada una de estas clases se asocia a los predicados verbales correspondientes, de forma que nuestro léxico se enriquece con estas especificaciones.

<sup>8</sup> Hemos representado la iteración mediante tres culminaciones, asignando el valor  $n$  a la última iteración.

#### 4 Conclusiones y trabajo futuro

En este artículo hemos presentado el establecimiento de 6 clases aspectuales: 3 simples (estados, procesos y puntos) y 3 complejas (culminaciones, realizaciones y graduales).

Estas clases se han definido siguiendo a Croft (2008), concretamente utilizando un sistema de representación bidimensional. Estas dos dimensiones son el tiempo (T) y el cambio cualitativo (C) que permiten representar tanto la progresión en el tiempo como la realización de un cambio cualitativo. Junto con estas dos dimensiones utilizamos los conceptos de perfil y contorno para representar cognitivamente las diferentes clases aspectuales. Por último hemos formalizado computacionalmente este análisis mediante la implementación en SWI-Prolog de estas dos dimensiones.

Actualmente, estamos trabajando en el fenómeno de la coerción, de forma que estas clases combinadas con una perífrasis aspectual produzcan una nueva interpretación a nivel sintáctico. Para ello hemos desarrollado una gramática lógica, que asociada al léxico de Freeling para el español, nos proporciona un análisis sintáctico para poder realizar el proceso de coerción.

#### Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado gracias al proyecto: *Adquisición de escenarios de conocimiento a través de la lectura de textos: Lingüística y cognición (SKATER)* del Ministerio de Economía y Competitividad (TIN2012-38584-C06-06).

#### Referencias

- Abusch, Dorit. 1985. *On Verbs and Times*, Tesis doctoral, Amherst, University of Massachusetts.
- Abusch, Dorit. 1986. Verbs of change, causation and time, Technical Report CSLI-86-50, *Center for the Study of Language and Information*, Stanford University.
- Agirre, Eneko, Philip Edmons (Eds.) 2007. *Word sense disambiguation algorithms and applications. Text, Speech and Language Technology*, vol., 33. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.
- Alturo, Núria. 2001. Les activitats no són accions (situacions i tipus de text en anglès i en català), *Caplletra*, 30, 111-134.
- Bach, Emmon. 1981. The Algebra of Events, *Linguistics and Philosophy* 9, 5-16.
- Bennet, Winfield. S., Tanya Herlick, Katherine Hoyt, Joseph Liro y Ana Santisteban. 1990. Toward a Computational Model of Aspect and Verb Semantics, *Machine Translation*, 4, 217-250.
- Bertinetto, Pier Marco. 1986. *Tempo, Aspetto e Azione nel verbo italiano, Il sistema dell'indicativo*, Firenze, Accademia della CRusca.
- Bertinetto, Pier Marco y Mario Squartini. 1995. An Attempt at Defining the Class of 'Gradual Completion' Verbs. En *Temporal Reference Aspect and Actionality, 1: Semantic and Syntactic Perspectives*, eds. Pier Marco Bertinetto, Valentina Biachi, James Higginbotham y Mario Squartini, Torino, Rosenberg and Sellier, pp. 11-26.
- Binnich, Robert I. 1991. *Time and the Verb. A guide to Tense and Aspect*, Oxford, Oxford University Press.
- Carlson, Laurie. 1981. Aspect and quantification. En *Syntax and Semantics. Tense and Aspect*, Tedeschi, P.J y Zaenen, A. (eds.), pp. 31-64.
- Coll-Florit, Marta. 2011. Aproximación empírica a los modos de acción del verbo: un estudio basado en corpus, *Revista Signos: Estudios de Lingüística*, 77: 233-250.
- Coll-Florit, Marta. 2012. Sobre la naturaleza gradual de los modos de acción del verbo: prototipos y polisemia en el cálculo aspectual, *ELUA. Estudios de Lingüística*, 26: 145-162.
- Coll-Florit, Marta y Silvia Gennari. 2011. Time in language: Event duration in language comprehension, *Cognitive Psychology*, 62, 41-79.
- Croft, William. 1998. Event structure in argument linking. En *The projection of arguments: lexical and compositional factors*, Butt, M. y Geuder, W. (eds.), Stanford, Centre for the Study of Language and Information, pp. 1-43.
- Croft, William. 2008. Aspectual and causal structure in event representations. En V. Gathercole (Ed.), *Routes to language development. Studies in honor of Melissa Bowerman* (pp. 139-166). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- De Miguel, Elena. 1999. El aspecto léxico. En Bosque, I. y V. Demonte (Eds.): *Gramática descriptiva de la lengua española* (pp. 2977-3060). Madrid: Espasa Calpe.
- De Miguel, Elena. 2004. Qué significan aspectualmente algunos verbos y qué pueden llegar a significar, *Estudios de Lingüística*, 18: 167-206.
- Dowty, David. 1979. *Word meaning and Montague grammar*. Dordrecht: Reidel.

- Engelberg, S. 1999. The magic of the moment: What It Means to Be a Punctual Verb. En *Proceedings of the Twenty-Fifth Annual Meeting of the Berkeley Linguistic Society*, Chang, S., Liav, L. y Ruppenhofer, J. (eds), Berkeley, Berkeley Linguistic Society, pp. 109-121.
- Grimshaw, Jane. 1990. *Argument structure*. Cambridge, The MIT Press.
- Hay, L. 1998. The Non-Uniformity of Degree Achievements, ponencia presentada en el 72 *Annual Meeting of the LSA*, New York.
- Hay, Jenifer, Christopher Kennedy y Beth Levin. 1999. Scalar Structure Underlies Telicity en *Degree Achievements, SALT9*, 127-144.
- Jackendoff, Ray. 1991. Parts and Boundaries, *Cognition*, 41, 9-45.
- Langacker, Ronald W. 1987. *Foundations of Cognitive Grammar, vol. I: theoretical prerequisites*. Standford: Standford University Press.
- Levin, Beth, y Malka Rappaport Hovav. 1995. *Unaccusativity: At the lexical syntax-semantics interface*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Levin, Beth, y Malka Rappaport Hovav. 2005. *Argument Realization*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Levin, Beth, y Malka Rappaport Hovav. 2010. Lexicalized Scales and Verbs of Scalar Change, ponencia presentada en *46th Annual Meeting of the Chicago Linguistic Society*, Chicago, University of Chicago.
- Marín, R. 2000. *El Componente Aspectual de la Predicación*. Tesis doctoral. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona
- Moens, Marc y Mark Steedman. 1988. Temporal ontology and Temporal reference, *Computational Linguistics*, 14, 15-28.
- Mourelatos, A. 1978. Events, Processes and States. *Linguistics and Philosophy*, 2, 415-34.
- Padró, Lluís. 2011. Analizadores Multilingües en FreeLing. *Linguamatica*, vol. 3, n. 2, pg. 13--20.
- Pustejovsky, James (1991). The syntax of event structure, *Cognition*, 41: 47-81.
- Pustejovsky, James. 1995. *The Generative Lexicon*, Cambridge, MIT Press.
- Rappaport Hovav, Malka, y Beth Levin. 1998. Building Verb Meaning. En *The Projection of Arguments: Lexical and Compositional Factors*, Butt, M. y Geuder, W. (eds.), Standford, Center for the Study of Language and Information Publications, pp. 96-134.
- Rappaport Hovav, Malka, y Beth Levin. 2000. Classifying Single Argument Verbs. En *Lexical Specification and Insertion*, Coopmans, P., Everaert, M. y Grimshaw, J. (eds.), Amsterdam, John Benjamins, pp. 269-304.
- Rothstein, Susan. 2004. *Structuring Events: A Study in the Semantics of Lexical Aspect*. Oxford: Blackwell.
- Rothstein, Susan. 2008a. Two puzzles for a theory of lexical aspect: the case of semelfactives and degree adverbials. En *Event Structures in Linguistic Form and Interpretation*, Dölling, J., Heyde-Zybatow, T. y Shaefer, M. (eds.), Berlin, Mouton De Gruyter, pp. 175-198.
- Rothstein, Susan. 2008b. Telicity and atomicity, *Theoretical and Crosslinguistic Approaches to the Semantics of Aspect*, Rothstein, S. (ed.), Amsterdam, John Benjamins, pp. 43-78.
- Smith, Carlota. 1991. *The parameter of aspect*. Dordrecht: Kluwer.
- Talmy, Leonard. 1985. Lexicalization patterns; semantic structure in lexical forms. *Language typology and syntactic description, vol. 3: grammatical categories and the lexicon*, ed. Timothy Shopen, 57-149. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tenny, Carol Lee. 1994. *Aspectual Roles and The Syntax-Semantics Interface*, Dordrecht: Kluwer.
- Vendler, Zeno. 1957. Verbs and Times, *The Philosophical Review*, LXVI: 143-160.
- Verkuyl, Henk J. 1989. Aspectual Classes and Aspectual Composition, *Linguistics and Philosophy*, 12: 9-64.
- Verkuyl, Henk J. 1993. *A Theory of Aspectuality: The Interaction between Temporal and Atemporal Structure*. Cambridge, Cambridge University Press.
- Wielemaker, Jan, Tom Schrijvers, Markus Triska, Torbjörn Lager. 2012. SWI-Prolog. Cambridge Journals. CUP.