Universidad de León

Departamento de Ingeniería Eléctrica y de Sistemas y Automática

Uso de Vebor para la creación de una ontología y una base de conocimiento. Aplicación al dominio del futbol.

Tesis doctoral

José Manuel Alija Pérez

León, noviembre de 2015

A mi familia

A los que me han ayudado

Agradecimientos

En especial a mis directores de tesis:

A Ángel Alonso, por su ayuda en todo momento y por haber confiado en mí a lo largo de estos años.
A Carmen Benavides por su apoyo en los momentos más complicados.

A mi compañero y amigo Isaías García, por sus sabios consejos y cuyas observaciones me han resultado muy valiosas.

A Ramón Ángel que me animó hasta el final.

A Honorino Mielgo, por aportarme otra visión.

A mis compañeros de Dirección: Inmaculada, Gabriel y M. Castejón.

A los compañeros del departamento y escuela que me ha ayudado durante estos años. En particular a Ángel Rodríguez, Héctor, Fran y Javi.

Índice.....i

Índice de figuras.....iii

Índice de tablas.....v

Resumen.....vi

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS 1

1.1 Introducción.....1

1.2 Objetivos.....2

2 LA REPRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN Y CONOCIMIENTO DEL DOMINIO DEL FÚTBOL EN EL ORDENADOR. 4

2.1 Introducción.....4

2.2 La información sobre fútbol para los profesionales del deporte. 4
2.2.1 Aparición y desarrollo de las reglas y tácticas. 6
2.2.2 La importancia de la información en el deporte del fútbol. 8
2.2.2.1 El análisis notacional 9
2.2.2.1.1 Perspectiva histórica del análisis notacional 10
2.2.2.1.2 Sistemas de notación manuales dedicados al deporte 13
2.2.2.1.3 Sistemas de notación por ordenador dedicados al deporte 15
2.2.2.1.4 Sistemas de análisis notacional que incluyen la posición del balón 20
2.2.2.2 Uso del ordenador para el análisis y toma de decisiones técnicas en el fútbol. 22
2.2.2.2.1 Sistemas basados en el análisis de señales de vídeo 22

2.3 La información sobre fútbol para el aficionado 24
2.3.1 Uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la información sobre fútbol 25

2.4 Representación de información y conocimiento sobre fútbol en el ordenador. 26
2.4.1 Las ontologías como mecanismo de representación del conocimiento en el fútbol. 27
2.4.1.1 Algunas ontologías para el dominio del fútbol. 27
2.4.1.1.1 Representación de conceptos en la ontología SocOn 30
2.4.1.1.2 La ontología FootbOWL 38
2.4.1.1.3 La ontología M3 40

2.5 Resumen y conclusión. 51

3. RESUMEN DE VEBOR. 52

3.1 Justificación.....52

3.2 La gramática de Vebor.....57

3.3 Conceptos básicos.....59

3.4 Algunas definiciones 64

3.5 Identificadores gráficos 66

4 APORTACIONES DE LA TESIS 73

4.1 Introducción 73

4.2 Conceptos previos 73

4.3 Conceptos específicos 78

4.4 Identificadores gráficos 102

5 VALIDACIÓN EXPERIMENTAL 105

5.1 Objetivos de la validación. 105

5.2 Diseño del experimento. 105

5.3 Ejecución del experimento. 106

5.4 Cuestionario de validación. 106

5.5 Resultado de la validación. 107

5.5.1 Análisis cualitativo 107

5.5.2 Resultados. 107

5.5.3 Comparación de resultados de la Validación cualitativa. 109

6 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS 110

6.1 Conclusiones 110

6.2 Trabajos futuros 110

REFERENCIAS. 112

Índice de figuras:

Figura 2. 1 Jerarquía de deportes colectivos	6
Figura 2. 2 Subcategoría de deportes "Time Dependent"	6
Figura 2. 3 Evolución de las disposiciones de los jugadores de principios del siglo XX.	7
Figura 2. 4 Evolución de la disposición de los jugadores hasta los años 60 del siglo XX.	8
Figura 2. 5 Ejemplo de notación "choreology" o "Notación Benesh".	11
Figura 2. 6 Sistema de inserción de datos denominado "Concept Keyboard"	16
Figura 2. 7 Sistema de análisis basado en la posición del balón.	21
Figura 2. 8 Capturas de pantalla del software Prozone/STATS.	23
Figura 2. 9 Capturas de pantalla del software Prozone/STATS relativas al análisis de rendimiento.	24
Figura 2. 10 Jerarquía de clases en la Ontología SocOn.	31
Figura 2. 11 Ejemplo de jerarquía y relaciones entre objetos en la Ontología SocOn.	31
Figura 2. 12 Almacenamiento de datos de entrada en la Ontología SocOn.	32
Figura 2. 13 Ejemplos de regiones de campo en la Ontología SocOn.	33
Figura 2. 14 Regiones de equipo en la Ontología SocOn.	33
Figura 2. 15 Jerarquía de acciones en la Ontología SocOn.	35
Figura 2. 16 Situaciones en la Ontología SocOn.	35
Figura 2. 17 Posiciones de los jugadores en la Ontología SocOn.	36
Figura 2. 18 Algunos conceptos de la Ontología FootbOWL	40
Figura 3. 1 Definición de Segundo	67
Figura 3. 2 Definición de Protón	67
Figura 3. 3 Definición de Acción	67
Figura 3. 4 Ejemplos de definiciones de tamaño	68
Figura 3. 5 Ejemplos de definiciones de ubicación	68
Figura 3. 6 Ejemplos de sucesos en el tiempo	69
Figura 3. 7 Comparación entre dos animales (perras)	69
Figura 3. 8 Definición de relación profesional entre dos personas	69
Figura 3. 9 Definición de marea un día concreto	69
Figura 3. 10 Definición de número de rayos caídos un día concreto	70
Figura 3. 11 Comparación fuerza de la gravedad	70
Figura 3. 12 Definición intervalo temporal	70
Figura 3. 13 Comparación afición dos personas	70
Figura 3. 14 Definición Átomo de Oxígeno	71
Figura 3. 15 Pregunta	71
Figura 3. 16 Definición de un hecho (1)	71
Figura 3. 17 Definición de un hecho (2)	72
Figura 3. 18 Definición de un hecho (3)	72
Figura 3. 19 Ejemplo de suceso en el tiempo	72
Figura 4.1 Característica "Visualización" de la clase "Campo-Futbol"	79
Figura 4.2 Vista estática y en planta de la característica Campo-Juego.	79
Figura 4.3 Característica Campo-Juego en la que se destaca Campo-1.	80
Figura 4.4 Detalle de Área-Grande y Fuera-Área-Grande.	80
Figura 4.5 Detalle división Área-Grande.	80
Figura 4.6 Detalle división Lateral-Derecho.	81

Figura 4.7 Detalle división Frontal-Área-Grande	81
Figura 4.8 Detalle intersección Frontal-Área-Grande	82
Figura 4.9 Visualización elementos Campo-1.	82
Figura 4.10 Imagen estática y con perspectiva del elemento Portería.	82
Figura 4.11 Partes de Campo-Exterior de Campo-1	83
Figura 4.12 Visualización del parámetro Ángulo horizontal	87
Figura 4.13 Visualización del parámetro Dirección horizontal	88
Figura 4.14 Visualización del parámetro Posición relativa al campo	89
Figura 4.15 Identificador gráfico de Crónica-Partido	103
Figura 4.16 Identificador gráfico correspondiente al módulo resultado.	103
Figura 4.17 Módulo arbitraje.	104
Figura 4.18 Módulo correspondiente a un jugador.	104

Índice de tablas.

Tabla 2. 1 Conjunto de clases en la ontología Ranwez Soccer Ontology v2	28
Tabla 2. 2 Conjunto de propiedades en la ontología Ranwez Soccer Ontology v2	29
Tabla 2. 3 Clases para el caso específico del futbol en la Ontología FootbOWL	43
Tabla 5.1Tabla para recogida de datos sobre comprensión de conceptos.	106
Tabla 5.2 Resultados del Grupo 1.	108
Tabla 5.3 Resultados del Grupo 2	108
Tabla 5.4 Resumen de resultados.	109
Tabla 5.5 Resumen de resultados en porcentaje.	109

Resumen

Esta tesis doctoral tiene por objetivo construir los conceptos básicos del dominio del futbol usando la gramática de Vebor. Los conceptos básicos de un dominio se corresponden con lo que puede llamarse el diccionario de ese dominio. A partir de los conceptos básicos podrá elaborarse una base de conocimiento relativa al dominio y también podrán generarse documentos de diversa naturaleza.

Además de una breve descripción del estado del arte, se ofrece un resumen de los aspectos más relevantes de la gramática de Vebor. Se hace hincapié en que la tesis no entra en el desarrollo de descriptores gráficos para representar los conceptos. La tesis se ocupa de identificar cuáles son los conceptos básicos del dominio, así como de delimitar lo más claramente posible cada uno de esos conceptos.

Se hizo una validación experimental de los conceptos definidos y se obtuvieron uno resultados muy satisfactorios, por lo que se considera que los objetivos planteados en la tesis fueron alcanzados adecuadamente.

Abstract

This thesis aims to build the basics of football domain using Vebor grammar. The basics of a domain corresponding that can be called domain dictionary. From the basics it can be developed a knowledge base on the domain and may also generate documents of various kinds.

In addition to a brief description of the state of the art, a summary of the most important aspects of grammar Vebor offered. It stresses that the argument does not go into the development of graphics descriptors to represent concepts. The thesis is concerned with identifying what the basics are the domain and to define as clearly as possible each of these concepts.

Experimental validations of the defined concepts are made and that waere very satisfactory results, so it is considered that the goals outlined in the thesis were made properly.

1 INTRODUCCIÓN y OBJETIVOS

1.1 Introducción

Esta tesis doctoral se enmarca dentro de un proyecto de investigación que se lleva desarrollando en la Universidad de León durante los últimos veinte años. El proyecto lo está desarrollando el grupo de Cognomática. El autor de esta tesis forma parte de dicho grupo de investigación. La financiación de dicho proyecto ha corrido a cargo de la Universidad de León, la Junta de Castilla y León, la Comunidad Económica Europea a través de los Fondos Feder, y el Instituto de Automática y Fabricación de la Universidad de León.

El proyecto se denomina Vebor. Forma parte del ámbito de la Ingeniería del Conocimiento, cuyo objetivo genérico consiste en automatizar el conocimiento. La automatización del conocimiento lleva estancada durante los últimos quince años. Las razones son objeto de discusión. Sin embargo para el grupo de Cognomática de la Universidad de León la razón es clara. La actual representación del conocimiento se sustenta en los lenguajes naturales, y la estructura de estos hace inviable su automatización.

Los ordenadores no poseen conocimiento, solo tienen representación del conocimiento. La representación del conocimiento se hace mediante la sintaxis. Teniendo en cuenta que la sintaxis de los lenguajes naturales no está supeditada a la semántica resulta que la obtención del significado de una expresión lingüística exige de una interpretación contextual. Las interpretaciones contextuales solo se pueden hacer si se dispone de mucho conocimiento directo, no representado. Es una tarea que podemos hacer los seres humanos, aunque con una probabilidad de error muy alta, como puede comprobarse, a diario, en los fallos de comunicación entre seres humanos. Sin embargo los ordenadores no tienen, a día de hoy, esa capacidad y por tanto están, de facto, incapacitados para realizar una automatización del conocimiento representado en lenguaje natural.

Ante esta perspectiva el grupo de Cognomática llegó a la conclusión de que era necesario desarrollar un lenguaje específico para automatizar el conocimiento. Ese lenguaje debía tener como condición básica que su sintaxis fuese dependiente de la semántica. Por ejemplo, este lenguaje no admitirá expresiones como “las piedras hablan”, ya que hablar no es una propiedad de las piedras. Sin embargo ese tipo de expresiones si pueden usarse, y se usan, en los lenguajes naturales.

Después de muchos años de trabajo se desarrolló Vebor. Es un lenguaje que cumple la condición anterior. Además es un lenguaje asistido por computador, es decir, requiere para su uso de la colaboración de un sistema informático. Otra característica relevante de Vebor es que su sintaxis admite sinónimos de todo tipo, en cualquier dominio de las señales percibidas por un ser humano. No obstante la mayor expresividad de Vebor, orientada a la comunicación entre humanos, se obtiene mediante la expresión visual, que permite usar cuatro dimensiones, las tres espaciales, más las animaciones (el tiempo).

La estructura conceptual de Vebor no se hace como en los lenguajes naturales, en los que surge de una forma bastante anárquica, sujeta a los gustos de la mayoría y con una evolución bastante discutible. En Vebor los conceptos están sujetos a definiciones rigurosas, realizados por profesionales cualificados, apoyándose al máximo en todos los conocimientos científicos disponibles, y con modificaciones sujetas al correspondiente órgano de control

Vebor, además de permitir la comunicación hombre-hombre, también permite la comunicación hombre-máquina. En esta vertiente Vebor abre la posibilidad de realizar programación automática, ya que las expresiones sintácticas de Vebor tiene una interpretación semántica única, no existen ambigüedades que no estén identificadas.

La justificación de Vebor y su estructura básica se han reflejado en el libro titulado “Vebor, la salida del laberinto” (*está en imprenta*). Su autor es Ángel Alonso Álvarez, que también es uno de los codirectores de esta tesis doctoral. Esta tesis doctoral se ha planteado como un desarrollo del contenido del citado libro. Se pretende comenzar a construir el diccionario de Vebor, que representa el pilar del lenguaje.

1.2 Objetivos

El objetivo general de la tesis consiste en sentar las bases para generar una base de conocimiento usando la gramática de Vebor. Se ha elegido el dominio del futbol para implementar la metodología y estructura conceptual necesarias.

Entendemos por base de conocimiento el conjunto de los conceptos propios del dominio y los documentos que se generen usando esos conceptos. El conjunto de conceptos es lo que llamamos el diccionario del dominio. En esta tesis solo se desarrollará el diccionario del futbol, dejando con ello abierta la puerta para que se puedan generar los documentos. Hay que resaltar que la generación de documentos solo será posible cuando se desarrolle el correspondiente editor informático. Es esta una tarea compleja que se encuentra en fase incipiente y por tanto no ha podido usarse en el desarrollo de esta tesis.

La gramática de Vebor tiene dos características que la diferencian notablemente de otras gramáticas. La primera es que la estructura sintáctica está supeditada a la estructura semántica, el significado domina al significante, siendo esto posible en la práctica por ser un lenguaje asistido por computador.

La segunda característica es que la estructura sintáctica es muy flexible, admitiendo toda la potencia visual que ofrecen hoy los ordenadores tanto en estático como en dinámico. Eso se traduce en que la sintaxis ofrece cuatro grados de libertad, tres espaciales y uno temporal (las animaciones).

En esta tesis solo se abordan los aspectos semánticos del dominio del futbol, es decir, su estructura conceptual. El desarrollo de los identificadores visuales se deja para trabajos futuros.

Además de construir la estructura conceptual básica del dominio del futbol, la tesis también se plantea como objetivo concreto demostrar que dicha estructura conceptual es consistente y de fácil compresión para la mayoría de los potenciales usuarios de este lenguaje. Esta tarea se abordará realizando diversas pruebas de compresión sobre un muestrario suficientemente amplio de personas.

2 LA REPRESENTACIÓN DE INFORMACIÓN Y CONOCIMIENTO DEL DOMINIO DEL FÚTBOL EN EL ORDENADOR.

2.1 Introducción

El fútbol es hoy en día el deporte más practicado en el mundo, y se ha convertido en el mayor negocio a nivel planetario, pagándose cifras multimillonarias por las retransmisiones televisivas de los partidos y generando un negocio multimillonario en torno en publicidad, venta de merchandising y apuestas deportivas. Estar informado de lo que sucede en cada partido de la forma más completa y precisa posible es cada vez una necesidad más importante tanto para el aficionado a este deporte (y también para los medios de información que elaboran esta información) como para los profesionales del mismo.

A continuación se verán estas dos vertientes (la información para el aficionado y para el profesional) que se dan en la creación y consumo de datos relacionados con este deporte, haciendo especial hincapié en el uso de las tecnologías de la información y los ordenadores para la adquisición, almacenamiento, consulta y presentación de la información. Este repaso servirá para comprobar qué tipos de conceptos se utilizan a la hora de describir y representar los datos en el ordenador así como los mecanismos y tecnologías que se han ido utilizando a lo largo de los años para hacerlo.

2.2 La información sobre fútbol para los profesionales del deporte.

Desde casi el comienzo de este deporte se han aplicado métodos y procesos científicos con el fin, en su mayor parte, de mejorar el rendimiento de los equipos, obteniendo así ventajas competitivas frente a los rivales (Yamaka y otros, 1993), (Garganta, 1997a), (Borrie y otros, 2002). Los sistemas de ayuda a los entrenadores basados en programas informáticos ofrecen hoy en día información detallada y recomendaciones personalizadas para cada uno de los jugadores de un equipo dependiendo del histórico de sus actividades en los diferentes partidos y entrenamientos en los que ha participado. Este tipo de estudios supusieron, en mayor o menor medida, la aparición y evolución de modelos del dominio en cuestión y, con la

aplicación de los ordenadores a estas tareas, la necesidad de reflejar esos modelos en un sistema de representación del conocimiento adecuado a las necesidades perseguidas.

El fútbol se puede enmarcar dentro de los denominados "Juegos Deportivos Colectivos", cuyas características comunes fueron estudiadas por diferentes autores, siendo la caracterización de (Teodorescu, 1995) una de las más completas. En ella, este tipo de juegos se articula en diferentes propiedades comunes, entre las que se pueden citar:

- La existencia de un objeto circular (pelota, balón más o menos ovalado, disco, etc.).
- Un carácter complejo de la competición, tanto en término colectivo como individual.
- Reglas preestablecidas por un comité internacional.
- Existencia de un tiempo definido para la duración del partido, pudiendo incluir tiempo/s extra.
- Existencia de un criterio de evaluación de éxito (puntos, goles, etc.).
- Características técnicas y tácticas de los jugadores.
- Un sistema de competición bien definido.
- Aspectos estéticos de los eventos deportivos.
- Existencia de sesiones de entrenamiento y preparación de los partidos.

Otros estudios añaden o matizan estas características. Por ejemplo, se cita la existencia de diferentes agentes con objetivos tanto individuales como colectivos, existiendo una interacción con los demás agentes dentro de un determinado entorno (el terreno de juego). Los agentes se organizan y re-organizan en estructuras complejas, de acuerdo a los cambios en el proceso de juego y las acciones de los otros agentes, en un proceso de aprendizaje y adaptación.

Diferentes clasificaciones de los juegos colectivos deportivos se han ido llevando a cabo a lo largo de los años. Los estudios de (Dobler y otros, 1989), (Read y Edwards, 1992) y (Hughes y Bartlett, 2002) describieron una detallada jerarquía de estos deportes. La figura 2.1 representa parte de esta jerarquía, en la que se ha desarrollado completamente la rama que conduce al juego del fútbol.

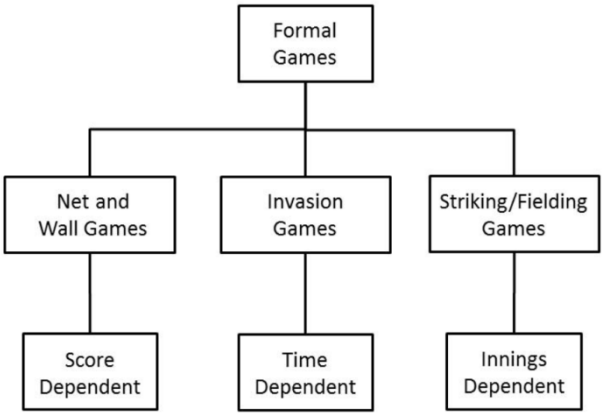


Figura 2. 1 Jerarquía de deportes colectivos

Dentro de la categoría "Time Dependent" se encuentra englobado, entre otros, el fútbol (ver figura 2.2)

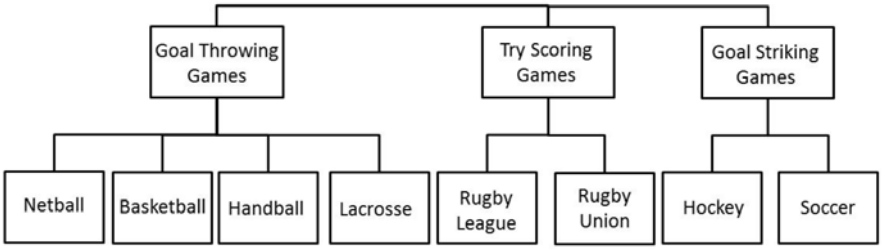


Figura 2. 2 Subcategoría de deportes "Time Dependent"

2.2.1 Aparición y desarrollo de las reglas y tácticas.

El moderno juego del fútbol aparece y evoluciona a partir de diferentes juegos de pelota que tuvieron su importancia a lo largo de los años y en el contexto de diferentes culturas (Pinheiro y Coelho, 2002), pudiendo citar el año 1848 como aquel en el que aparecen el primer conjunto de reglas estandarizadas para el juego. En esos años, el juego del fútbol es muy semejante al rugby, distinguiéndose de aquel en un conjunto de reglas ligeramente diferentes. Sobre el año 1866 aparecen nuevas reglas que separan mucho más al fútbol del rugby, y lo dirigen hacia el juego que conocemos hoy en día. En especial, la aparición de las primeras reglas de fuera de juego supusieron que este deporte adquiriese un carácter mucho más colectivo que el rugby (Grehaigne, 1992). La evolución sufrida a partir de ese nuevo conjunto de reglas hizo que las acciones defensivas cobraran especial relevancia, dando aparición a una mayor variedad de posiciones de los jugadores en el terreno de juego. Esta evolución tuvo una duración aproximada de 20 años. En la figura 2.3 pueden verse algunas de las disposiciones típicas a lo largo de estos años y hasta los años 30 del siglo XX.

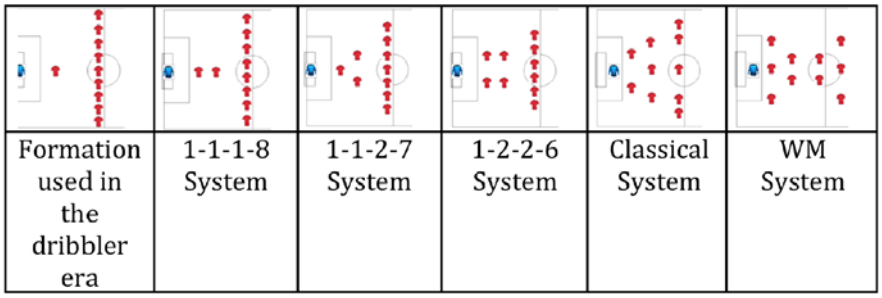


Figura 2. 3 Evolución de las disposiciones de los jugadores de principios del sigolo XX.

Dentro de estas configuraciones, la primera que se considera correspondiente al fútbol moderno es la denominada "Classical System" en la figura 2.3. Este sistema se utilizó durante más de 50 años. Un cambio de la regla del fuera de juego en 1925 hizo evolucionar de nuevo al deporte, apareciendo nuevas configuraciones de jugadores, como la denominada "WM System" en la figura 2.3. Esta configuración "WM" es considerada por la gran mayoría de investigadores como aquella que dio lugar al resto de configuraciones empleadas hasta el día de hoy. Por primera vez hay un balance entre jugadores de corte defensivo y atacante, pudiéndose implementar tácticas de defensa individual; al ocuparse el terreno de forma más distribuida, el juego se volvió todavía más colectivo que en periodos anteriores.

Durante la era de los 1930 se incorporaron importantes estrategias de juego, como el *contra-ataque*, ideado por el entrenador V. Pozzoó la táctica de *presión* (consistente en que los jugadores atacantes del propio equipo no dejasen jugar la pelota a los jugadores defensivos del equipo contrario) ideada por H. Meisl (Lobo, 2007).

El sistema "WM" y sus variantes fueron utilizados durante unos 50 años hasta que, sobre 1952, el entrenador húngaro G. Sebes introduce la idea de utilizar configuraciones y comportamientos diferentes para sus jugadores distinguiendo si están atacando de si están defendiendo. Esta idea fue adaptada por el equipo nacional brasileño en los años 1960s. Sobre estos mismos años, surge en Italia una nueva configuración denominada *Catenaccio*, debida al entrenador H. Herrera, que consistía en el uso de un jugador (denominado *Líbero*) en posición retrasada respecto a la línea de defensores del equipo. Esta configuración más defensiva tenía como táctica de ataque la técnica del contra-ataque mencionada anteriormente. La figura 2.4 reproduce esquemáticamente las configuraciones mencionadas.

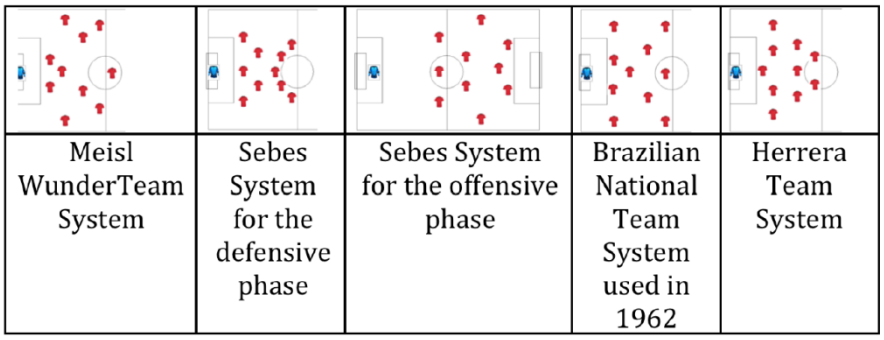


Figura 2. 4 Evolución de la disposición de los jugadores hasta los años 60 del siglo XX.

A partir de los años 1950s y 1960s el fútbol fue evolucionando, no ya tanto en relación con novedosas disposiciones de los jugadores en el campo ni con grandes cambios en sus reglas, sino por la aparición de jugadores con grandes habilidades técnicas y por la evolución de las tácticas de ataque y defensa que se fueron desarrollando. Hasta los años 1970s la evolución se basó en el desarrollo de estas dimensiones táctica y técnica. La primera se relaciona con la evolución de los sistemas de juego, mientras que la segunda tiene que ver con el aprovechamiento de las capacidades individuales de cada jugador. A finales de los años 1960 apareció con fuerza una dimensión a la que se había prestado menos atención hasta entonces: la dimensión física, es decir, en las capacidades físicas de los jugadores. De esta forma, en los equipos ingleses de las décadas de los 1970s ,1980s y 1990s la combinación táctica-física tuvo un gran auge y aceptación por parte de los aficionados. Esta combinación deja de lado la variedad táctica relacionada con la técnica, dando prioridad al aspecto físico. La otra combinación, es decir, la táctica-técnica se preocupa de explotar las características y habilidades del jugador por encima de la explotación de su potencial físico y dio mejores resultados, de forma general, durante estas décadas. Entrenadores como R. Michels y A. Sacci fueron defensores de esta combinación frente a la táctica-física.

2.2.2 La importancia de la información en el deporte del fútbol.

Una de las principales características del fútbol es que el jugador tiene la posibilidad de realizar elecciones en tiempo real (teniendo en cuenta las reglas impuestas) que están en consonancia con el conjunto de acciones que se han definido y practicado en sesiones de entrenamiento o en anteriores partidos. Dentro de un equipo la figura del entrenador cobra, así, una gran importancia, ya que es él el encargado de observar y valorar las acciones individuales o colectivas de su equipo y de definir sesiones de entrenamiento donde probar nuevas tácticas o mejorar los aspectos técnico y físico de sus jugadores. El concepto de realimentación tiene una especial relevancia en este juego, ya que la información y experiencia adquirida en partidos previos sirve para decidir qué aspectos de los anteriormente citados trabajar y mejorar.

Durante un partido de fútbol, el entrenador se convierte en el receptor de una gran cantidad de información. Como resultado de este proceso, es probable que no sea capaz de evaluar y explotar objetivamente todos los elementos tácticos, técnicos y físicos que aparecen (Frank y Miller, 1991). Algunos factores emocionales, como el estrés o la rabia, o incluso prejuicios que puedan darse, pueden disminuir la concentración o el juicio y, como consecuencia, llevar a una mala interpretación de la realidad (Carling y otros, 2007).

Para poder estudiar los eventos y acciones desarrolladas durante un partido, es útil contar con una descripción del desarrollo del mismo en fases. Diversos estudios se han dedicado al análisis de las diferentes partes que tiene un partido de fútbol (Grehaigne, 1989), (Bate, 1998b), (Garganta, 1997b). Como resultado de los mismos, se han identificado las siguientes:

- Fase ofensiva.
- Fase defensiva.
- Transición ataque-defensa.
- Transición defensa-ataque.
- Jugadas normalizadas (tiros libres, córner, saque de banda, penalti, etc.).

Por otro lado, el análisis de un partido puede centrarse en cuatro aspectos principales:

- Aspectos de comportamiento (factores mentales que pueden ser evaluados a partir de las acciones y el lenguaje corporal de los jugadores).
- Aspectos físicos (movimientos y datos biométricos que pueden ser medidos para mejorar los entrenamientos).
- Aspectos tácticos (elección y ejecución de tácticas adecuadas a cada uno de los oponentes).
- Aspectos técnicos (habilidades de los jugadores como pasar la pelota o disparar a puerta).

Todos estos aspectos son susceptibles de ser utilizados para mejorar el juego del equipo o de los jugadores de forma individual. Hoy en día existen programas informáticos que pueden ayudar al entrenador a realizar estas mejoras, tanto de forma "diferida" como en tiempo real, en el transcurso del partido o el entrenamiento.

2.2.2.1 El análisis notacional

A lo largo del tiempo se han realizado diferentes estudios dedicados a establecer formas objetivas de análisis de las actividades deportivas y a demostrar su importancia en el proceso de entrenamiento. Existen numerosas dificultades para que un solo individuo pueda analizar y recordar de forma objetiva los eventos que ocurren en partidos entre equipos de deportes que

suelen ser complejos, tal como es el fútbol. Los entrenadores o gerentes de los clubes han utilizado herramientas desarrolladas por diferentes investigadores deportivos, hasta el punto en el que el propio diseño de sistemas se ha convertido en un fin en sí mismo. A continuación se ofrece una perspectiva histórica de este campo de investigación, junto con algunas de las aportaciones más importantes, preferentemente aplicadas al dominio del fútbol.

2.2.2.1.1 Perspectiva histórica del análisis notacional

El análisis notacional tiene sus raíces en la notación musical y de danza. La notación más antigua que se conoce para la música data del siglo XI (Hutchinson, 1970; Thornton, 1971), aunque no se estableció como un sistema uniforme y aceptado hasta el siglo XVIII. Los textos históricos ofrecen evidencia sobre una primitiva notación para la danza que data de mucho tiempo después que la citada para la música: el siglo XV. (Thornton 1971) comenta que esta notación se desarrolla de la mano del desarrollo del baile en la sociedad y, como consecuencia de ello, los primeros sistemas estaban diseñados para describir patrones de movimiento particulares en vez de para ser capaces de describir cualquier tipo de movimiento en general.

Esta notación para el baile y danza constituyó la base sobre la que se desarrolló un sistema de notación para el movimiento genérico. El hito más importante en este desarrollo seguramente sea la creación del sistema denominado "Labanotation" ó "Kinetography-Laban", llamado así por su creador, Rudolph Laban en 1948. Laban señaló los tres problemas fundamentales encontrados en la formulación de cualquier sistema de notación para el movimiento:

- Describir el movimiento complejo de forma adecuada.
- Describir este movimiento en una forma legible y económica.
- Poder hacer frente a las innovaciones en los movimientos que puedan surgir, y mantener el sistema actualizado con los mismos.

Estos tres problemas fundamentales siguen siendo hoy en día los principales escollos a la hora de desarrollar y mejorar sistemas de análisis de movimiento.

El siguiente paso en el desarrollo de una notación para el movimiento llegó con la creación de una nueva notación para el baile, la "choreology" o "Notación Benesh", llamada así por su inventor, Benesh y Benesh (1956). En esta notación, cinco líneas de pentagrama forman la base o matriz para la figura humana. En la figura 2.5 se puede ver un ejemplo de pentagrama y notación, que consiste en una serie de líneas y símbolos de bastante complejidad.

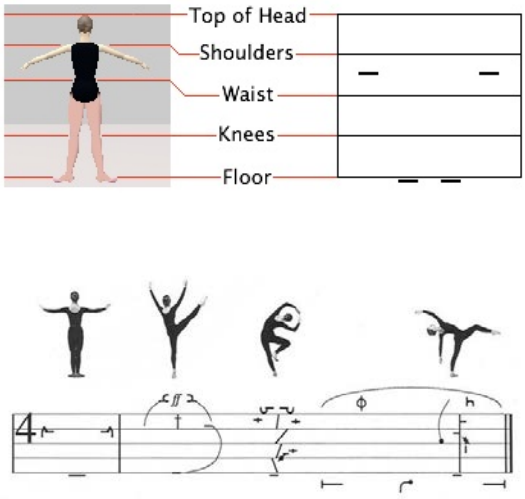


Figura 2. 5 Ejemplo de notación "choreology" o "Notación Benesh".

La mayor desventaja de los métodos de Benesh y Laban en términos de la representación del movimiento en el deporte consiste en que ambas notaciones se utilizan de forma para representar patrones de movimiento en vez de su cuantificación. Investigaciones posteriores trataron de aplicar un sistema de notación de movimiento basado en descripciones matemáticas del mismo en términos de grados de un círculo en dirección positiva o negativa, pero estos sistemas tampoco permitieron la descripción del movimiento habitual que se produce en cualquier tipo de deporte.

Los estudios de notación del movimiento, desarrollados en su mayor parte en el ámbito del movimiento expresivo se fueron diversificando de forma gradual hacia el análisis de juegos deportivos, aunque los primeros intentos fueron bastante simples e incompletos, sirviendo como ejemplo el de Sanderson y Way, 1977.

Los sistemas de notación manuales son en general muy precisos pero tienen algunas desventajas, necesitando una gran cantidad de tiempo de aprendizaje. Además, este tipo de sistemas habitualmente requiere una gran cantidad de horas de trabajo para introducir y presentar los datos en una forma adecuada al uso que se les va a dar por parte de entrenadores y técnicos. Incluso en un juego como el squash, la cantidad de datos producida por el método de Sanderson y Way requiere unas 40 horas de trabajo para procesar un solo partido.

Los sistemas basados en ordenador han mejorado esta situación, permitiendo un acceso sencillo e inmediato a los datos, ya sea en tiempo real o de forma posterior al evento. También permiten la presentación de datos en múltiples formatos, incluyendo los gráficos, de forma que sean más fácilmente asimilables por el usuario.

Los cuatro objetivos principales de estos sistemas de notación son:

- Análisis de movimientos.
- Evaluación táctica.
- Evaluación técnica.
- Creación de estadísticas.

Este tipo de sistemas basados en ordenador permiten que los datos obtenidos sean utilizados no solo como meras descripciones sino como base para permitir la mejora del rendimiento (Purdy, 1977), al permitir un tratamiento estadístico automatizado, frente al manual que se venía haciendo anteriormente.

El contar con un registro digital de los sucesos de un evento deportivo abre nuevas posibilidades de uso:

- Realimentación inmediata.
- Desarrollo de una base de datos.
- Localización de áreas que requieren mejoras.
- Evaluación.
- Como mecanismo para búsqueda selectiva en registros analógicos del partido, como puede ser una grabación en vídeo.

En particular, el desarrollo de una base de datos es una herramienta muy potente a la hora de permitir el planteamiento y descripción de modelos predictivos como ayuda al análisis de cualquier tipo de deporte, mejorando futuros entrenamientos y rendimientos.

En cualquier caso, tanto la anotación manual como la basada en ordenador tienen sus ventajas y desventajas. Los sistemas manuales son más baratos y precisos, siempre que estén perfectamente definidos y sean utilizados correctamente, pero el tiempo que requiere su creación y procesamiento es muy grande. En juegos de equipo complejos, como es el caso del fútbol, estos sistemas dejan patentes sus principales desventajas, entre ellas el tiempo de aprendizaje y entrenamiento que las herramientas requieren para obtener unos resultados precisos y fiables.

En el caso de los sistemas basados en ordenador esos tiempos de aprendizaje y uso se reducen en gran medida, gracias a diversas implementaciones en la interfaz hombre-máquina como el uso de teclados especializados, tabletas digitalizadoras, sistemas de reconocimiento de voz, interfaces gráficas, etc., y más recientemente con la ubicuidad de los dispositivos móviles o el uso de técnicas para el procesamiento automático de señales de vídeo procedentes de grabaciones del propio partido. Por otro lado, en la presentación de los datos los sistemas basados en ordenador también presentan numerosas ventajas, gracias al desarrollo de los

gráficos, capacidades multimedia, sistemas de bases de datos, técnicas de presentación de estadísticas, etc., que ayudan a los usuarios a comprender estos datos desde diferentes puntos de vista. Como posibles desventajas, sobre todo inicialmente, se pueden citar el mayor coste y la menor precisión que presentan estos sistemas, a no ser que estén perfectamente diseñados y validados.

2.2.2.1.2 Sistemas de notación manuales dedicados al deporte

Los primeros sistemas de notación manuales dedicados al deporte datan del año 1966 y estaban orientados al fútbol americano. Hoy en día estos sistemas siguen en uso, pero sus características exactas así como el tipo de análisis realizado y sus resultados raramente estándisponibles debido al secretismo que rodea a estos negocios multimillonarios.

La primera publicación de un sistema notacional completo para deporte se produce en el Reino Unido (Downey, 1973) y consistía en un sistema de notación para partidos de tenis. El sistema permitía no solo recoger el número de golpes o la posición de los jugadores y pelota, sino también el tipo de spin utilizado en un determinado golpe. El sistema sirvió de base para el desarrollo de otros similares dedicados a juegos de raqueta como bádminton o squash.

En cuanto al fútbol, el primer sistema de notación completo se debe a Reilly y Thomas (1976), que recogieron y analizaron la intensidad y el alcance de actividades individuales durante un partido. Utilizaron la combinación de la notación manual y el uso de un grabador de audio de cinta de audio para analizar en detalle los movimientos de los jugadores de fútbol de la Primera División de la Liga Inglesa. De este modo fueron capaces de especificar las tasas de esfuerzo de los jugadores en diferentes posiciones, las distancias recorridas y el porcentaje de tiempo de posesión de cada equipo y de cada jugador en el equipo. De esa forma encontraron que un jugador, habitualmente, tiene la posesión del balón durante menos del 2% del juego. Reilly (1990) ha seguido utilizando estos y otros datos para obtener conclusiones tan sorprendentes como los requerimientos psicológicos del fútbol para un jugador y otras muchas. El trabajo de Reilly se ha convertido en un estándar con el que comparar métodos y resultados de otras investigaciones similares. En el sistema creado por Withers y otros, (1982) se describe el análisis detallado de los patrones de movimiento de los jugadores de campo del fútbol, llegando a conclusiones similares a las de Reilly (por ejemplo, que el 98% de la distancia recorrida por un jugador durante un partido de fútbol se realiza sin el balón).

Otros estudios, como el de Reep y Benjamin (1968), se centraron en acciones como el pase y el disparo, en vez de en las tasas de esfuerzo de cada jugador individual. Analizando 3213 partidos entre 1953 y 1968 llegaron a la conclusión de que el 80% de los goles se producían después de una secuencia de tres o menos pases, o de que el 50% de todos los goles provenían

de robos de balón que se producían en el último cuarto (portería contraria) del terreno de juego.

Por su parte Bate (1988) encontró que el 94% de los goles marcados a todos los niveles del fútbol internacional fueron marcados después de jugadas de cuatro o menos pases, y que del 50 al 60% de todos los movimientos que llevaron a disparos que se convirtieron en gol se originaron en el tercio atacante del campo. Mientras mayor sea al número de pases por posesión, menor el número total de posesiones en el partido, y menor el número total de incursiones en el tercio atacante del campo, así como las oportunidades totales de meter gol. Bates dio más importancia, debido a estos estudios, a estrategias más directas frente a centrarse en tener la posesión del balón, concluyendo que, para que un equipo tuviese más oportunidades de meter gol, lo más importante era pasar el balón hacia adelante lo más pronto posible, reducir los pases hacia atrás al mínimo, incrementar el número de pases largos hacia adelante y correr hacia la portería contraria con el balón, jugándolo tan pronto como sea posible.

Estas recomendaciones están en consonancia con la estrategia conocida como "método directo" o "juego a balón largo". Esta técnica se ha probado con éxito en divisiones menores de la Liga Inglesa, pero es más cuestionada cuando se aplica a niveles más altos de juego.

Harris y Reilly (1988) adoptaron otra estrategia para el estudio, fijándose más en las posiciones relativas de atacantes y defensores en las proximidades del punto donde se está produciendo la acción y en el ratio atacantes/defensores para cada una de las secuencias de ataque. De esta forma se centra el estudio en tratar a la secuencia o jugada de ataque como un todo, dejando de lado aproximaciones que se fijan más en aspectos puntuales de la jugada.

El estudio de Harris y Reilly se completó relacionando esas medidas con el hecho de si la jugada terminaba en gol, en disparo a gol fallido o sin disparo a gol. Encontraron que los ataques exitosos (que acaban marcando gol) tendían a involucrar creaciones de espacios positivas, donde un atacante regatea a un defensa, mientras que un ataque no exitoso fracasaba habitualmente por la imposibilidad de crear espacios debido a la buena organización de las líneas defensivas contrarias.

Los ejemplos anteriores son un ejemplo de diferentes objetivos que se persiguen con el análisis notacional. Los modernos sistemas suelen utilizar notación manual para obtener los datos y un posterior procesamiento en una base de datos de un ordenador. Pettit y Hughes (2001) usaron notación manual para obtener datos y analizar todos los partidos del campeonato del mundo de 1998 mediante el apoyo de una base de datos en la que se almacenaba la información. El sistema almacenaba los pases y disparos que se producían, de

forma que, en primer lugar, se insertaba el instante de tiempo en que se producía el evento, quién lo producía y desde dónde, hacia dónde iba el pase (lugar y jugador), el tipo de pase su resultado, etc. Sobre los disparos, se anotaba su instante de tiempo, el tipo, la altura, la dirección en relación al portero, la velocidad de la pelota, etc. Se utilizaba una nomenclatura abreviada para poder introducir los datos de forma más rápida. El estudio estaba basado en un estudio anterior de Partridge y Franks (1989a,b), de forma que, una vez terminado, los resultados de ambos pudieron ser comparados.

Algunos estudios de análisis notacional en el fútbol están dedicados a aspectos concretos del juego como es el caso de Hughes y Wells (2002), que analizaron 129 penaltis para obtener y procesar la siguiente información:

- El tiempo de preparación del disparo.
- El número de pasos utilizados para llegar al balón.
- La velocidad de llegada al balón.
- El tipo y velocidad del disparo.
- La dirección y el resultado del disparo.

También se anotaron las acciones del portero (posición, postura, movimientos mientras el jugador se aproximaba a la pelota, su primer movimiento después del disparo y la posterior dirección, así como el resultado de sus acciones).

Entre los resultados que encontraron se puede citar el hecho de que ningún disparo que iba por encima de la cadera fue parado por el portero o que el mayor éxito de paradas o disparos fuera de portería se producía cuando el portero estaba quieto mientras el jugador se aproximaba a la pelota.

Tras ejemplificar estos estudios, merece la pena mencionar que, para construir un sistema de análisis realmente útil, es necesario también contar con notación de las actividades del oponente y también de las del propio equipo, cuando no se tiene la pelota en posesión.

2.2.2.1.3 Sistemas de notación por ordenador dedicados al deporte

Los sistemas de notación por ordenador introducen una serie de problemas nuevos para el análisis notacional (aunque también ofrecen numerosas ventajas). Entre ellos se puede citar el mal uso del software por mala formación del usuario, los problemas con la interfaz usuario-ordenador o los propios errores debidos a la mala programación del software, así como los posibles errores de tipo hardware que se puedan producir. Por estas razones, el software programado para un sistema de análisis debe ser exhaustivamente comprobado en busca de fallos de programación, y se deben llevar a cabo comparaciones entre las notaciones

introducidas mediante el mismo y las hechas manualmente. Por otro lado, entre las innegables ventajas del ordenador están su capacidad para procesar grandes cantidades de datos en breve espacio de tiempo y la gran eficiencia y flexibilidad en la presentación de gráficos y multimedia.

- *La inserción de datos*

El método de inserción de datos en un ordenador más básico consiste en la utilización de un teclado QWERTY tradicional, pero diversos estudios han mostrado que, en el caso de la notación para el fútbol, esta tarea puede ser demasiado larga y monótona. En el estudio de Mayhew y Wenger (1985), dedicado a describir el tipo de ejercicio físico que un jugador de fútbol realiza, se utilizó un ordenador para la toma de datos. Este estudio, sin aportar nada excesivamente novedoso frente a otros, sí permitió observar la dificultad para insertar los datos por medio de un teclado tradicional.

Una alternativa a los teclados es el uso de tabletas digitalizadoras. En este tipo de sistemas el usuario cuenta con una representación del terreno de juego y una serie de etiquetas que representan a los jugadores y las posibles acciones.

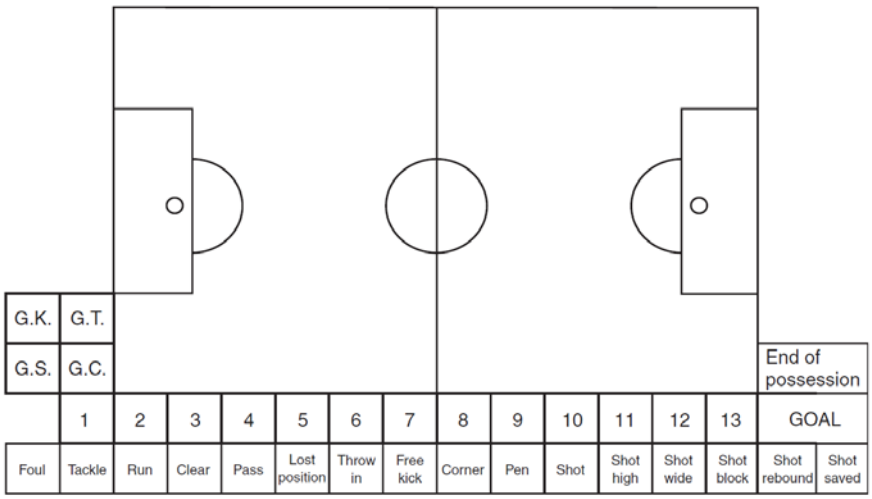


Figura 2. 6 Sistema de inserción de datos denominado "Concept Keyboard"

Para solventar en parte el problema de la entrada de datos con un teclado tradicional se crearon diferentes proyectos, entre los que se puede citar el "Concept Keyboard" (Hughes y otros, 1988) que puede verse en la figura 2.6. El sistema consistía en una tableta digitalizadora sobre la que se situaba una lámina en la que estaba representado el terreno de juego, así como diferentes identificadores de jugadores y acciones. Este tipo de sistemas permitió la entrada de datos con mayor rapidez y eficiencia, así como obtener datos para el análisis de patrones de juego, tanto a nivel de jugador como de equipo. Este sistema se utilizó para

analizar los patrones de juego de los equipos que alcanzaron la fase de semifinales en el campeonato del mundo de 1986, encontrando, entre otros, los siguientes resultados:

- Los equipos que llegaron a semifinales utilizaron un número significativamente más alto de toques de balón en cada posesión.
- Los equipos exitosos utilizaron más la parte central del terreno de juego que las bandas. Justo lo contrario ocurría en los equipos que no llegaron a semifinales.
- Los equipos exitosos realizaron pases en la parte central del último sexto del terreno de juego, frente a un número menor de pases en la zona de bandas.
- Los equipos que no llegaron a semifinales perdieron balones en el último sexto del terreno de juego, tanto en la zona atacante como en la defensiva.

Otro sistema, Playpad, de Partridge y Franks (1989a, b) utilizaron un sistema similar para analizar los pases de centro de balón ocurridos durante ese mismo mundial de 1986. El estudio estaba basado en una cuidadosa representación de los diferentes conceptos involucrados en la acción de centrar el balón, fijándose en las fases de la misma:

- Construcción inicial del ataque.
- Área donde ocurre esa construcción.
- Área desde la que se origina el centro.
- Tipo de centro.
- Posiciones y movimientos de jugadores.
- Resultado del centro.
- Resultado general, en el caso en que la oportunidad de ejecutar el centro no se llevase a cabo.

El sistema guardaba también el instante de tiempo en el que las acciones tenían lugar y presentaba los resultados de forma gráfica. Todos los datos almacenados eran trasvasados a una base de datos y utilizados por un software que ofrecía ayudas para la realización de estos centros a diferentes tipos de jugadores (Patridge y Franks, 1989a).

Diferentes sistemas desarrollados posteriormente contaron con interfaz gráfica de usuario y por lo tanto, eliminaron la necesidad de utilizar este tipo de tabletas digitalizadoras. De esta forma, la adquisición de los datos empezó a realizarse mediante esta interfaz y el uso de un ratón. Uno de los primeros usos de este tipo de sistemas fue investigar el efecto de los cambios de las reglas del fútbol en los partidos de la Primera División inglesa en la temporada 1992/1993. Se encontró que la pérdida de tiempo de los porteros se había reducido de forma significativa, que el centro del campo era una zona más congestionada debido a la disminución

en el número de pases atrás y que, pese a haber más errores en defensa, las oportunidades de gol no aumentaban.

Un paso más en los dispositivos de entrada de datos es el uso de la voz, este sistema se ha encontrado adecuado para usuarios no expertos en este tipo de sistemas y se piensa que el futuro de este tipo de sistemas pasará por utilizar esta forma de introducir los datos.

- *Procesamiento y salida de datos*

La presentación de datos de salida es muy importante en los sistemas de análisis notacional. Estos datos de salida deben ser producidos de forma inmediata y ser claros, concisos y concretos. Los primeros sistemas producían tablas de datos, a menudo consistentes en desarrollos estadísticos de difícil interpretación para usuarios no científicos. A partir de ese momento se buscaron diferentes métodos para mejorar la representación de datos, hasta llegar a los modernos sistemas de representación gráfica, más fácilmente procesables por cualquier tipo de usuario, en especial entrenadores de cualquier nacionalidad.

La mejora en el procesamiento, análisis y presentación de datos permitió mejorar los sistemas de ayuda al juego. Dufour (1993) utilizó un sistema basado en análisis por ordenador de vídeos de los partidos y algoritmos específicamente dedicados para la obtención de los datos estadísticos y ofrecía información sobre el rendimiento de los jugadores y equipos en tres aspectos: físico, técnico y táctico. Fue uno de los primeros sistemas que claramente constituían una valiosa herramienta para los entrenadores.

Gerish y Reichelt (1993) introdujeron en su sistema la representación de datos con una base de tiempo del partido, de forma que era más sencillo visualizar e interpretar esta información. Además, introdujeron el uso de dos cámaras que permitían seguir las acciones de los jugadores tanto con el balón como sin él.

Trabajos como el de Grehaigne y otros (1996) consideraron el uso de magnitudes cualitativas para describir y analizar los partidos de fútbol. Construyeron una base de conocimiento en la que se guardaba información no solamente sobre acciones y elementos individuales sino sobre estructuras y configuraciones de juego que tenían en cuenta un conjunto de acciones y sucesos. Este trabajo demostró la importancia de los datos e información cualitativa frente a la cuantitativa, tradicionalmente considerada en el análisis notacional.

Con la evolución de las herramientas nuevos estudios y conclusiones se han ido obteniendo que hoy en día son importantes para el planteamiento y desarrollo del juego. Por ejemplo Pearce y Hughes (2001) analizaron la importancia de las sustituciones para el desarrollo del juego, encontrando que la mayor parte de ellas se producía en la segunda parte y que la posición más frecuente para un jugador sustituido era el medio campo. También se llegó a la

conclusión de que, en el 60% de los casos, la sustitución había tenido un efecto positivo en el rendimiento del equipo.

Las ventajas que se obtienen con un sistema basado en ordenador para el análisis de partidos fueron recogidas por Hughes en 2001.

- Los entrenadores pueden "leer" el partido, obteniendo información que podría estar oculta ante una visión en directo del mismo.
- Las aplicaciones permiten ordenar a los jugadores de uno u otro equipo de acuerdo a su efectividad en ataque y defensa, o a la aportación de cada uno de ellos a la efectividad total del equipo.
- Las aplicaciones pueden ofrecer una evaluación de lo que ha hecho cada uno de los equipos y mostrar la razón por la que se ha perdido o ganado un partido. Esta información se realiza teniendo en cuenta numerosas variables, así como el algoritmo diseñado por los creadores del software.

- *Vídeos y ordenadores*

La combinación e integración de ordenadores e imágenes de vídeo permiten nuevas formas de acceder a la información. Franks y Nagelkerke (1988) crearon un sistema en el que, mediante el uso de un menú de una aplicación informática se podía acceder a cualquier instante de un partido de fútbol, lo que permitía que se pudiese consultar al sistema lo que había precedido a un determinado lance en el juego ó lo que había sucedido con posterioridad. Este tipo de sistemas también permite a los entrenadores mostrar a sus jugadores imágenes relativas a los comentarios que les pueda estar haciendo sobre sus acciones en el partido.

El uso de imágenes editadas de vídeo como acompañamiento a los resultados del análisis notacional ha revolucionado este campo desde principios del siglo XXI. El desarrollo del vídeo digital y de las herramientas de edición basadas en ordenador ha supuesto una rápida evolución de este tipo de sistemas.

- *Modelos de ordenador de los deportes*

La mayor facilidad para la captura y almacenamiento de datos ha supuesto también la posibilidad de usar esa información para crear modelos que puedan explicar diferentes resultados de juego ó que puedan anticiparlos (McGarry y Franks, 1994). En el trabajo llevado a cabo por los investigadores anteriormente citados se llegó a la conclusión de que estos modelos a desarrollar deben ser abordados desde puntos de vista diferentes en el caso de que se trate de deportes determinados por el tanteo (tenis, squash, etc.) o por el tiempo (como es el caso del fútbol, entre otros).

Las características de los deportes dependientes del tanteo se basan en gran medida en una secuencia estructurada de eventos discretos donde la relación entre cada evento se relaciona con el oponente. Por su lado, los deportes dependientes del tiempo son agresivos e interactivos. La estructura del deporte es muy importante cuando se trata de decidir el método de modelado, en especial si se quiere obtener una buena previsión del rendimiento.

Los eventos basados en el tanteo se pueden modelar utilizando modelos de eventos discretos pero los deportes basados en el tiempo necesitan modelos de tiempo porque el siguiente evento depende siempre tanto de eventos como del tiempo. McGarry y Franks (1997) probaron un modelo basado en la distribución de Poisson por primera vez para modelar eventos discretos en deportes basados en el tiempo. También trataron y estudiaron la importancia del número de competidores involucrados en el desarrollo de un modelo. Perl (2001) consideró el uso de redes neuronales para optimizar la combinación de indicadores de rendimiento para el rugby y el fútbol que pueden predecir el resultado a partir de los datos conocidos. Estas combinaciones son después utilizadas para predecir el resultado de un partido después de 20 minutos de juego en un partido en directo. Los resultados fueron bastante precisos, excepto para partidos en tanteos muy elevados.

Pese a que pocos sistemas se dedican a la predicción, los desarrollos matemáticos en torno al análisis notacional, desarrollados a partir de los trabajos seminales de Eom (1988) y de McGarry y Franks (1995), están permitiendo cada vez un procesamiento más profundo de la información.

2.2.2.1.4 Sistemas de análisis notacional que incluyen la posición del balón

El análisis tradicional en el fútbol se ha centrado en los comportamientos observados que ocurren cerca de la posición del balón (un regate, un pase, un disparo,...). La excepción a esta regla se encuentra en el análisis de jugadores individuales, donde el interés se centra en parámetros de esfuerzo realizado por los mismos y en la carga de trabajo que soporta cada posición en el campo.

El análisis basado en la posición del balón presenta algunos problemas. Uno de ellos es el error de no considerar la zona del campo en la que se encuentra el balón o en la que se produce el evento que involucra al balón (McGarry y Franks, 1994). Por ejemplo en la figura 2.7, los casos 1 y 2 son cuantitativamente similares en cuanto a la descripción del pase, sin embargo son muy diferentes cualitativamente, ya que el caso 1 no supone una gran amenaza para el equipo defensor mientras que el caso 2 sí la supone.

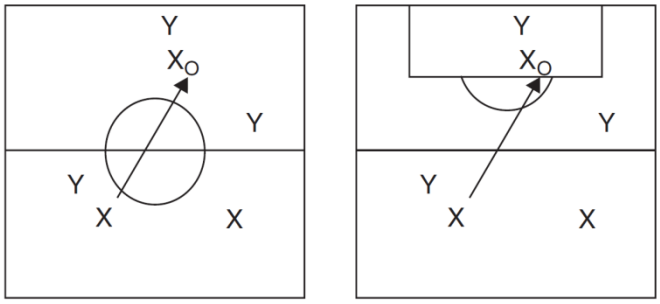


Figura 2. 7 Sistema de análisis basado en la posición del balón.

Si al anterior problema sumamos el hecho de que muchas de las acciones que ocurren lejos de la pelota tienen incidencia en las que ocurren cerca de ella, encontramos que existe una gran dificultad para describir y representar el conjunto de eventos que se producen en un solo partido.

En el juego del fútbol, cada jugador de cada equipo compite por el control del partido utilizando variables en el tiempo y en el espacio. Cada jugador de un mismo equipo trabaja de forma colaborativa para tener el control de esas variables; los jugadores de equipos contrarios compiten entre sí con el mismo objetivo. Estas relaciones de colaboración y competición se producen en todos los ámbitos del terreno de juego, de forma local y global. Por ejemplo, un objetivo común de cada jugador (y equipo) es liberar espacio cuando se gana la posesión y achicar espacios cuando se pierde. Esta dualidad en el propósito, que se alterna ante cambios en la posesión, se lleva a cabo a todos los niveles de las unidades en juego, desde las unidades individuales (jugadores) a las sub-unidades (medio-centros, defensas, laterales, etc.) y al equipo entero. Las interacciones entre jugadores son flexibles y transitorias, se crean y se rompen varias veces al cooperar y al competir por la posesión del balón (o del espacio) en función y en el contexto del transcurso del juego.

Pese a la importancia de las relaciones espacio-temporales como componentes claves en deportes como el fútbol, se han dedicado pocos esfuerzos a estudiarlo de manera formal en el ámbito científico hasta bien entrado el siglo XXI. McGarry y otros (2002) empezaron a preocuparse por este tipo de relaciones. Los modernos métodos de recogida y representación de datos permiten la inclusión de todas las coordenadas correspondientes a las posiciones de jugadores, árbitro y pelota en cada momento del juego. La dificultad radica en obtener de estos datos representaciones y patrones invariantes que puedan ser utilizadas para describir y analizar el juego.

2.2.2.2 Uso del ordenador para el análisis y toma de decisiones técnicas en el fútbol.

La aplicación del ordenador al análisis notacional fue muy rápida, dadas las ventajas que la automatización de esta información proporciona. Hoy en día hay multitud de aplicaciones de ayuda a los entrenadores que pueden ser utilizadas tanto antes como de forma posterior a la celebración de un partido (Lames y Hansen, 2001).

Los programas de ayuda al entrenamiento pueden dividirse en tres grupos según sea el principal objetivo que persiguen (los sistemas más modernos y desarrollados incluyen en mayor o menor medida los tres):

- Evaluación del rendimiento.
- Desarrollo de estrategias.
- Asistencia al juego en tiempo real.

Los dos últimos grupos son los que más exigen al software, ya que deben funcionar en tiempo real, capturando, describiendo y analizando los movimientos y acciones de todos los jugadores que se encuentran en el campo.

El seguimiento de los jugadores en el campo suele hacerse mediante el uso de un conjunto de cámaras de vídeo que, combinadas, permiten cubrir y obtener la posición de cada jugador en el campo.

2.2.2.2.1 Sistemas basados en el análisis de señales de vídeo

En cuanto a los sistemas que realizan análisis post-partidos, existen diferentes aproximaciones como aquellas que se centran en la clasificación de los disparos (Gong y otros, 1995), reconstrucción de escenas (Yow y otros, 1995), análisis de estructuras (Xu y otros, 2004) (Xie y otros, 2001), o extracción de eventos (Baillie y Jose, 2003), (Naphade y otros, 1998). Estos sistemas utilizan señales de vídeo transmitidas por la televisión.

La detección y seguimiento de jugadores es uno de los problemas más importantes, aunque también lo son la detección de las fases del partido, de las acciones de cada equipo, etc. Pese a haberse realizado esfuerzos para la detección totalmente automática de cada jugador y sus acciones sobre el terreno de juego, así como las diferentes fases y eventos de un partido (incluso en tiempo real), los sistemas más fiables y completos se apoyan en el procesamiento humano de la información.

- *El software ProZone/STATS*

ProZone es un software que utiliza un conjunto de cámaras (alrededor de 12) que capturan los eventos que se producen en el partido. Después del partido, las posiciones de los jugadores y

de la pelota son manualmente introducidas en el ordenador (proceso que dura unas 34 horas) (Setterwall, 2003).

A partir de los datos obtenidos se realizan multitud de análisis de datos para presentar información sobre el transcurso de cada partido, los eventos ocurridos, el rendimiento de cada jugador, etc. La figura 2.8 muestra algunas capturas de pantalla de la aplicación.

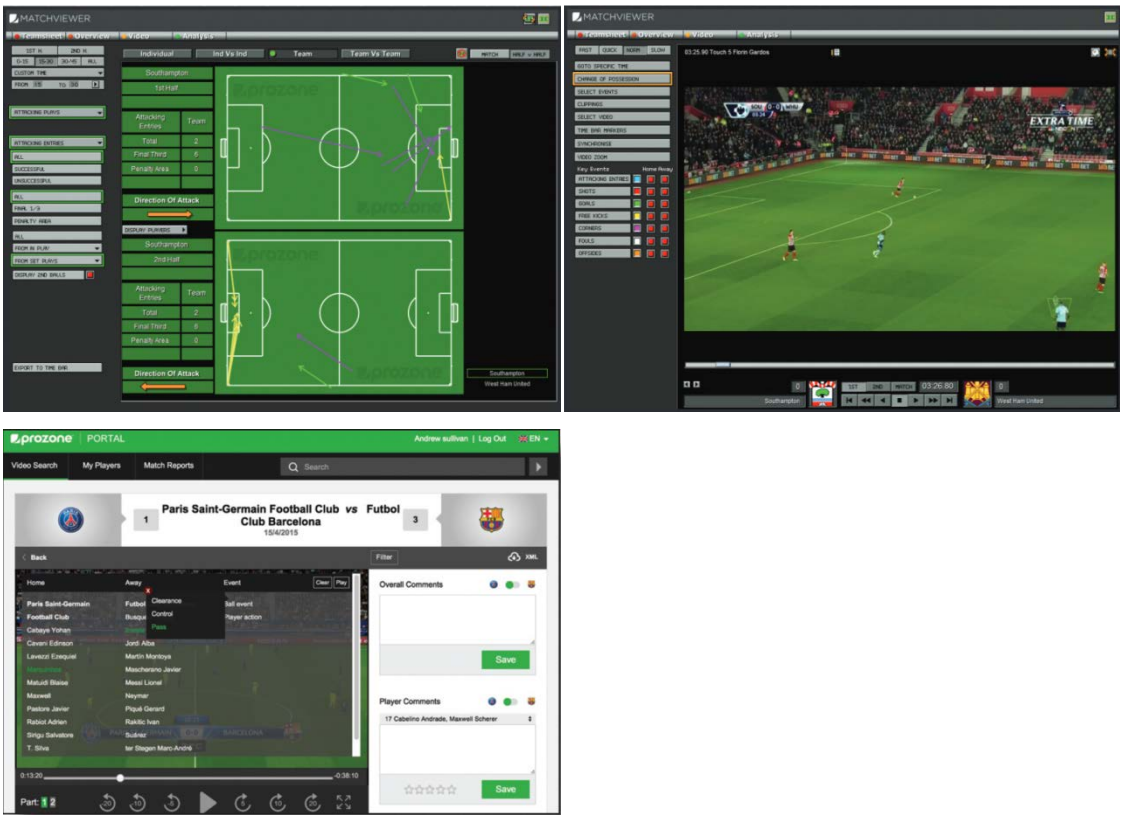


Figura 2. 8 Capturas de pantalla del software Prozone/STATS.

Este software apareció en el entorno del campeonato nacional de fútbol inglés (la Premier League), con unos costes de instalación y uso muy elevados. A principios de la década de los 2010s el sistema se integró con la compañía Amisco, otro productor de software para el análisis de fútbol. Actualmente (año 2015), la compañía estadounidense STATS ha adquirido el software para ofrecerlo como parte de sus productos (originalmente orientados al campo del fútbol americano). Aunque la cifra de negocio generada por Prozone no ha trascendido nunca de forma oficial, se habla de beneficios de varias decenas de millones de euros al año.

Prozone ofrece, además del sistema de análisis de rendimiento, un sistema de localización y recomendación de contratación de jugadores (denominado "Recruiter", para lo cual se cuenta

con una gigantesca base de datos con información de las características y rendimiento de más de 80000 jugadores de 40 competiciones diferentes a lo largo de todo el mundo[1].

Figura 2. 9 Capturas de pantalla del software Prozone/STATS relativas al análisis de rendimiento.

Las técnicas de almacenamiento y procesamiento de la información utilizadas en este software no se han hecho públicas por parte de la empresa, solamente se mencionan términos genéricos como "bases de datos" o "algoritmos".

2.3 La información sobre fútbol para el aficionado

El público interesado en el deporte del fútbol demanda cada vez información más completa y detallada de sus equipos y estrellas favoritas, hecho que es importante para el crecimiento y mantenimiento del gigantesco negocio que este deporte genera. En este sentido los medios de comunicación especializados en deporte dirigidos al público general deben también hacer frente a las mencionadas demandas, ya que dada la competencia existente, el multimillonario negocio de la publicidad asociada a este deporte puede decantarse hacia uno u otro medio dependiendo de la calidad de los productos que estos medios puedan ofrecer.

Especial mención merece también el crecimiento de los sistemas de apuestas sobre los resultados de partidos y torneos, o los centrados en el rendimiento de un determinado jugador, todos ellos nuevos elementos que vienen a sumarse a las tradicionales quinielas. Estos sistemas hacen que la necesidad de datos completos y fiables, utilizados para decidir las apuestas, crezca cada vez más.

La aparición y rápida evolución de Internet y del servicio Web ha supuesto que la información pueda ser accesible para el usuario de forma instantánea y ubicua, pero este tipo de acceso supone la necesidad, una vez más, de contar con un mecanismo de representación del conocimiento muy potente y flexible. Los medios de comunicación más importantes del

[1] Datos tomados de la web del fabricante: http://www.prozonesports.com/service/player-recruitment/

mundo se han dado cuenta de la necesidad de mejorar y flexibilizar la forma en la que la información deportiva y del fútbol en particular es presentada al aficionado, lejos de las tradicionales fórmulas utilizadas hasta la actualidad[2]. A modo de ejemplo la cadena BBC, una de las mayores empresas mundiales encargadas de ofrecer información deportiva, está realizando diversas investigaciones y desarrollos para poder almacenar y ofrecer su información deportiva de acuerdo a las necesidades mencionadas (O'Donnovan, 2010).

2.3.1 Uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones en la información sobre fútbol

Parece difícil creer que inicialmente existiesen reticencias a la retransmisión de partidos de fútbol por radio y televisión con el argumento de que reduciría la asistencia al campo de juego, pero inicialmente esto ocurrió. Hoy se ha demostrado que las retransmisiones por televisión incrementan el interés en este deporte. En la actualidad, gran cantidad de lo ingresos de clubes y jugadores se producen por el cobro de derechos de retransmisión de los partidos. Este mercado es cada vez más complejo y genera más dinero. La conversión de la señal de televisión en digital ha permitido la transmisión de las imágenes de los eventos de forma flexible y personalizada, así como la inclusión de diversas funcionalidades que solo son posibles con este tipo de señales.

Por su lado, la importancia de los ordenadores en el deporte en general y en el fútbol en particular ha ido aumentando con el paso de los años, cubriendo hoy todos los aspectos de organización, celebración y posterior análisis y reporte de los eventos a todos los niveles de competición. En apartados anteriores se vio esta aplicación en entornos profesionales, ahora se mencionará brevemente la aplicación al sector de los aficionados al deporte.

La copa del mundo de 1998 fue un ejemplo de la aplicación de las tecnologías de la información. Desde la venta de entradas, la organización del personal, la logística para el hospedaje, las acreditaciones o el control de acceso, así como la venta de toda la variedad de productos y servicios relacionados se llevó a cabo, en su práctica totalidad, por medios digitales. Por este medio también se proporcionó a los periodistas, e incluso a los espectadores, datos exhaustivos y estadísticas de cada partido, existiendo una intranet a disposición de la prensa para el acceso rápido y sencillo a los mismos, incluyendo resúmenes en vídeo digital de todos los partidos. En el mundial celebrado en Corea y Japón en 2002 los sistemas IT de apoyo siguieron creciendo en capacidades y funcionalidad.

[2] Ver el artículo "Euro 2012: How Soccer isgoing digital" en http://mashable.com/2012/06/21/uefa-euro-2012/#Fmnbko.Eukq0

La importancia de Internet para el fútbol ha ido también creciendo al mismo ritmo que el del a propia Red. Internet no solamente es un lugar donde los clubes tienen sus páginas corporativas o donde los periodistas deportivos introducen sus crónicas (que pueden ser consultadas de forma inmediata sea cual sea la antigüedad de las mismas), sino que está cada vez siendo el lugar a través del cual se retransmiten los partidos, ya sea en directo o en diferido. Las posibilidades de esta tecnología son muy grandes, desde la visualización del partido en 3D, a la elección del ángulo de visión o la velocidad de retransmisión, así como contenidos personalizados que son presentados al usuario según sus demandas.

El uso de Internet para gestionar apuestas deportivas merecería un estudio aparte si nos fijamos en el volumen de dinero que se genera. La posibilidad de realizar apuestas antes y durante los partidos abre una nueva vía para el uso de las herramientas de análisis notacional por parte de los apostantes.

2.4 Representación de información y conocimiento sobre fútbol en el ordenador.

El uso de sistemas y esquemas de almacenamiento en el ordenador para la información sobre el deporte del fútbol surge como necesidad inmediata ante la aplicación de esta herramienta en los primeros sistemas de análisis notacional. Las tradicionales bases de datos, desarrolladas a partir de los años 1970s han sido, con diferencia, el medio más utilizado para representar los datos de jugadores, equipos y partidos.

El uso de bases de datos como mecanismo de almacenamiento de la información permite un rápido acceso a la misma, pero hoy en día no es capaz de ofrecer todas las capacidades que el sector demanda, tanto desde el punto de vista de los profesionales como de cara al aficionado. Al igual que en otros ámbitos de aplicación, se han buscado nuevos esquemas de representación del conocimiento que permitan almacenar y tratar la información de una forma más rica que mediante el uso de las técnicas tradicionales. El uso de mecanismos de representación que incluyan las complejas relaciones entre los conceptos del dominio y que permitan la integración entre diferentes representaciones de la misma es uno de los campos de investigación en este ámbito. Las ontologías, en este sentido, son uno de estos posibles mecanismos que se han estudiado últimamente por lo que, a continuación, se ofrecerá una

introducción y una breve descripción de alguno de los modelos de conocimiento creados en el entorno del fútbol.

2.4.1 Las ontologías como mecanismo de representación del conocimiento en el fútbol.

El concepto de ontología como mecanismo de representación del conocimiento aparece en los años 1990s en el ámbito de la investigación en Inteligencia Artificial, más concretamente en el de la Ingeniería del Conocimiento (Gruber, 1993). Las ontologías son representaciones formales de conocimiento que pueden ser manejadas por los ordenadores. Se podrían comparar tanto a los tesauros como a los sistemas orientados a objetos propios de algunos lenguajes de programación o de algunos tipos de bases de datos.

Una ontología está formada por una representación explícita de los conceptos de un determinado dominio, así como de las relaciones que existen entre estos conceptos. Esta representación permite recoger la semántica del dominio de tal forma que el propio modelo de conocimiento la contiene, no siendo necesario herramientas ni funciones externas para implementarla. Este hecho hace que las ontologías sean estructuras de conocimiento independientes de las aplicaciones que se creen en base a ellas y, por tanto, reutilizables para diferentes aplicaciones o incluso para la realización y/o integración en otras ontologías.

2.4.1.1 Algunas ontologías para el dominio del fútbol.

En el ámbito del fútbol han aparecido algunos estudios para la representación del conocimiento de este dominio mediante el formalismo de las ontologías. Crampes y otros (1998) investigaron la posibilidad de este tipo de representación para construir narraciones de un partido basadas en una serie de eventos interrelacionados. En 2002 se construyó una ontología (Ranwez Soccer Ontology) para este propósito en la que se representan conceptos del fútbol como reglas, acciones o atributos del jugador[3]. Las tablas 2.1 y 2.2 recogen el conjunto de clases (que representan a los conceptos del dominio) y de propiedades (que representan a las relaciones entre conceptos) que se construyeron.

Conjunto de clases en la ontología Ranwez Soccer Ontology v2				
Action	*Dangerous_play*	*Indirect_free_kick*	*Period*	*Tallied_shoot*
Actor	*DefensiveMidfielder*	*Indirect_free_kicking*	*Person*	*Team*
Advantage_rule	*Directed*	*Injury_time*	*Place*	*Thigh_trap*
Applause	*Direct_free_kick*	*Inswinger*	*Play*	*Throw_in*
Area	*Direct_free_kicking*	*Integer-type*	*Player*	*Time*
Attacker	*Dive*	*Juggling*	*Player_Action*	*Timekeeper*
AttackingMidfielder	*Diving_header*	*Kick*	*Point*	*Touch_Line*

[3] Se puede consultar en http://www.daml.org/ontologies/273

Attribute	*Do_foul*	*Kickoff*	*Point_in_time*	*Tournament*
Audience	*Do_handball*	*Lead_pass*	*President*	*Trainer*
Back	*Do_obstruction*	*League*	*Punch_out*	*Trap*
Back_header	*Do_Professional_foul*	*Line*	*Push_pass*	*True_value*
Back_tackle	*Dribble*	*Linesman*	*Qualitative_attribute*	*TV-spectator*
Ball	*Drop_ball*	*Linesman_action*	*Real-type*	*VIP*
Banana_kick	*Drop_kick*	*Linkman*	*Red_Card*	*Volley*
Beat	*Duration*	*Lob*	*Referee*	*Wall*
Begin	*Encourage*	*Long_pass*	*Referee_action*	*Wall_pass*
Be_Offside	*End*	*Marking*	*Rise_the_flag*	*Whistle*
Be_replaced	*End_Time*	*Match*	*Run*	*Wing*
Bicycle_kick	*Entity*	*Match_action*	*Run_upfield*	*Yellow_Card*
Block	*False_value*	*Measure*	*Sanction*	
Boo	*Fault*	*Midfield*	*Save*	
Boolean-type	*Feint*	*MidfieldAnchor*	*Scissor_kick*	
Breakaway	*Field*	*Midfielder*	*Score*	
Cap	*Flick_header*	*Net*	*Sending_off*	
Caution	*Foot_trap*	*Nutmeg*	*Shielding*	
Center	*Forward*	*Object*	*Shoot*	
Center_Circle	*Free_kick*	*Official*	*Shoulder_charge*	
Center_kick	*Free_kicking*	*Official_action*	*Shout*	
Center_line	*Front_header*	*Offside*	*Side_tackle*	
Center_Spot	*Front_tackle*	*Offside_trap*	*Sliding_tackle*	
CentralDefender	*Give_Sanction*	*Organization*	*Soccer_rule_attribute*	
Charge	*Goal*	*OtherPlayer*	*Speaker*	
Chest_trap	*Goalkeeper*	*Other_player_action*	*Spectator*	
Chip_pass	*Goalkeeper_action*	*Outlet_passes*	*Spectator_action*	
Chip_shoot	*Goal_Area*	*Out_of_bounds*	*Square_pass*	
Clear	*Goal_kick*	*Overlap*	*Start_time*	
Club	*Goal_Line*	*Overtime*	*Steal*	
Corner	*Hacking*	*Pass*	*Stop*	
Corner_Arc	*Halftime*	*Penalty*	*Stoppage*	
Corner_Area	*Half_volley_shot*	*Penalty_Arc*	*Stopper*	
Corner_Flag	*Handball*	*Penalty_Area*	*Substitute*	
Corner_kick	*Header*	*Penalty_kick*	*Sudden_death*	
Counter_attack	*Hit*	*Penalty_spot*	*Supporter*	
Cross	*Hold_opponent*	*Penetrate*	*Sweeper*	
Cut_down_the_angle	*Hook*	*Penetrating_pass*	*Tackle*	

Tabla 2. 1 Conjunto de clases en la ontología Ranwez Soccer Ontology v2

Conjunto de propiedades en la ontología Ranwez Soccer Ontology v2	
agent	*name*
aggregate	*nationality*
club_colors	*national_team*
club_name	*object*
club_president	*supporter_colors*
club_team	*team_club*
club_town	*team_goalkeeper*
date_of_birth	*team_substitute*
ephemeral_instance	*team_supported*
forname	*team_trainer*
height	*town_club*
match_date	*user_specific*
match_first_team	*weight*
match_hour	
match_name	
match_referee	
match_second_team	
match_tournament	
match_town	

Tabla 2. 2 Conjunto de propiedades en la ontología Ranwez Soccer Ontology v2

Esta ontología se utilizaba para anotar las acciones llevadas a cabo en los partidos de fútbol.

En 2004 se propuso una nueva ontología, a cargo de Moller, para integrarla en el proyecto SWAN (Semantic Web Annotator), que consiste en la extracción automática de metadatos a partir del contenido en lenguaje natural de las páginas web. Esta ontología contiene un mayor número de conceptos, incluyendo algunos relacionados con los que rodean a un partido de fútbol (más allá de los jugadores y las acciones propias de un partido)[4].

COACH UNILANG es un lenguaje desarrollado por Reis y Lau (2002), que pretende recoger los conceptos utilizados en el dominio del fútbol y ser de aplicación tanto al deporte practicado por personas como por robots (dentro de la famosa competición "RoboCup"). En este lenguaje, los conceptos se agrupan en áreas conceptuales:

- Regiones del campo. Representa diferentes regiones con diferentes formas que habitualmente se mencionan al hablar de un partido de fútbol.
- Periodos de tiempo. Representados por su duración ó intervalo de tiempo.
- Tácticas. Permite hacer referencia a diferentes configuraciones de ataque o defensa de los equipos, así como a formaciones, tipos de jugador y otras situaciones.

[4] Esta ontología se puede consultar en http://sw.deri.org/~knud/swan/ontologies/soccer

El lenguaje *Clang* (Chen y otros, 2002) se desarrolló también en el entorno del torneo RoboCup como una forma de estandarizar y así eliminar los malentendidos en la comunicación entre un entrenador y sus jugadores. Se basó en el lenguaje mencionado anteriormente (COACH UNILANG) y también permite definir condiciones, acciones y regiones. Las condiciones se construyen a partir de conexiones lógicas entre proposiciones que, a su vez, están relacionadas con conceptos como las posiciones de los jugadores, la posición de la pelota y el modo de juego. Las acciones, por su lado, son las órdenes que se pueden enviar a los jugadores. El lenguaje está muy orientado a dirigir a los jugadores para que realicen ciertas acciones y también muy centrado en la competición con agentes "artificiales" (robots), siendo de prácticamente nula aplicación para equipos formados por personas.

De forma más reciente, algunos proyectos se han centrado en el desarrollo de ontologías más completas para representar el dominio del fútbol. Abreu y otros (2010) desarrollan una ontología, denominada SocOn, con el lenguaje OWL (Ontology Web Language, un estándar del consorcio W3C para la representación de metadatos semánticos) al que dedicaremos más atención por su mayor grado de elaboración y el número de conceptos y relaciones que contiene. Otras ontologías, como FutbOWLó M3, también basadas en este lenguaje, serán tratadas más adelante.

2.4.1.1.1 Representación de conceptos en la ontología SocOn

La ontología SocOn contiene conceptos reflejados como clases OWL que pueden recogerse en diferentes agrupaciones conceptuales:

- Objetos. Este grupo está dedicado a los objetos que toman parte en la descripción del dominio. Entre otros se pueden citar el campo de juego, la pelota, los jugadores y los equipos.
- Regiones. Se propone una división del terreno de juego en diferentes zonas. Estas divisiones deben ser elegidas con cuidado para simplificar la definición posterior de otros conceptos como las formaciones de los equipos.
- Periodos. Definen los diferentes periodos del juego.
- Eventos. Representan a las acciones, sus condiciones y sus resultados. Como ejemplos se pueden citar los pases, disparos, la posesión del balón, etc.
- Situaciones. Representan conceptos como ataques, saque de banda, córner, etc.
- Jugadores. Representan las características de los jugadores, sus comportamientos y sus posiciones a lo largo del partido.
- Equipos. Representan a los conceptos relacionados con las estrategias de equipo.

- *Los conceptos básicos*

La jerarquía de clases puede verse en la figura 2.10.

Figura 2. 10 Jerarquía de clases en la Ontología SocOn.

Existe una jerarquía de propiedades, que se utiliza para definir las relaciones que existen entre los objetos. La figura 2.11 muestra esta jerarquía, así como un ejemplo de las relaciones que hay entre algunos de los objetos.

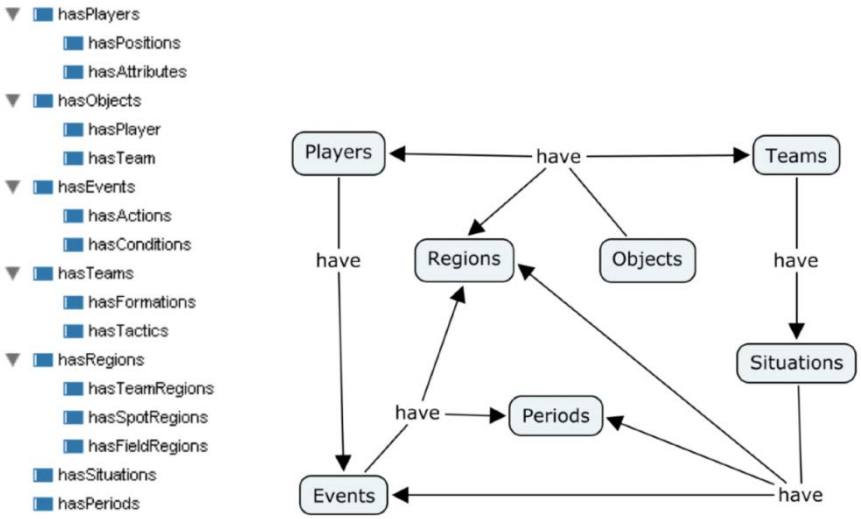


Figura 2. 11 Ejemplo de jerarquía y relaciones entre objetos en la Ontología SocOn.

La ontología utiliza también una estructura para almacenar los datos de entrada que, básicamente, consisten en la posición, velocidad, aceleración y dirección de los jugadores y de la pelota (figura 2.12)

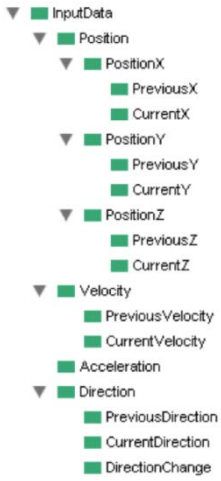


Figura 2. 12 Almacenamiento de datos de entrada en la Ontología SocOn.

- *Regiones del campo*

En cuanto a las regiones, se definen tres tipos:

- Regiones de campo, consiste en una división del campo en N partes de acuerdo a las necesidades de granularidad de la representación.
- Regiones variables, definidas en base a las anteriores, son importantes para caracterizar alguna situación concreta del partido, por ejemplo un penalti, córner, disparo a gol, etc.
- Regiones de equipo, definidas también en base a las primeras, son importantes para caracterizar la formación del equipo.

En la figura 2.13 pueden verse un par de ejemplos de regiones de campo, una con 14 áreas y otra con 36.

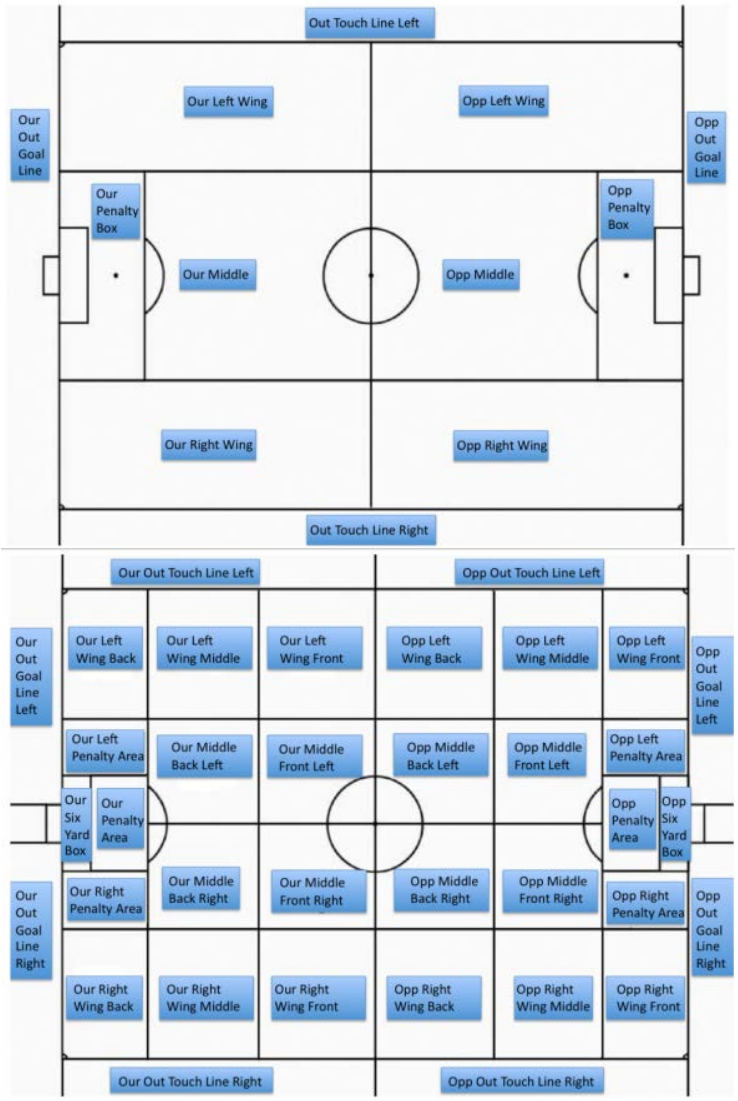


Figura 2. 13 Ejemplos de regiones de campo en la Ontología SonOn.

Las regiones de equipo se definen para describir la organización de los diferentes jugadores a los largo del partido. La figura 2.14 muestra un ejemplo. Para describir la posición relativa de cada jugador se utiliza una malla de 7x5 cuadrados.

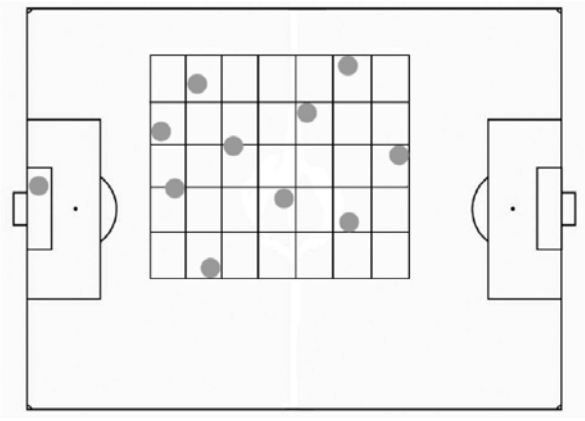


Figura 2. 14 Regiones de equipo en la Ontología SocOn.

- *Los períodos de tiempo*

Se definen tres períodos de tiempo principal en la ontología: "Normal", "Extra" y "Penaltis". Tanto el Normal como el Extra son divididos en "Primera Parte" y "Segunda Parte", permitiendo, además, la división de cada una de las partes en períodos de 15 minutos.

- *Los eventos*

Un evento se define en SocOn por medio de condiciones y acciones que son agregadas a los jugadores o a la pelota a lo largo de la celebración del partido. Las condiciones se dividen en tres grupos:

- Condiciones sobre las distancias, usadas para verificar la distancia relativa entre jugadores y entre jugadores y la pelota. Se definen tres tipos: distancia pelota-jugador, jugador-pelota y jugador-jugador.
- Condiciones sobre la pelota. Indican el estado de la pelota:
    - "Balltouch" indica cambio del a dirección de la pelota sin incremento de la velocidad.
    - "Ballkick" para cuando se incrementa la velocidad.
    - "Ballpossession" se cumple en el periodo entre dos "balltouch" o dos "ballkick", siempre que los toques sean realizados por jugadores del mismo equipo.
    - "Air ball" para cuando el balón tienen una coordenada z mayor de cero.
    - "Ballout of thefield" se cumple cuando la pelota está fuera del terreno de juego.
    - "Stop Ball" cuando la pelota está parada.
- Condiciones sobre los jugadores. Definen los estados de los jugadores en relación a difrentes acciones en el juego. Se pueden dividir en:
    - "Ballpossession" se cumple cuando un jugador ejecuta un "balltouch" o un "ballkick".
    - "Marking" esta acción se cumple para un jugador si es el que más cerca está de un oponente (tenga aquel la pelota o no).
    - "Pressing", igual que el anterior pero el oponente teniendo la pelota.
    - "Catch theball", ocurre cuando un jugador agarra la pelota (solo el portero puede hacer esto legalmente).
    - "Behindtheball line", esta situación ocurre cuando un jugador está detrás de la línea del balón (desde el punto de vista de ataque de ese equipo).

- "Offside position", ocurre cuando el jugador atacante está más allá que el último defensor oponente (el fuera de juego posicional no se considera).

En cuanto a las acciones, se define una jerarquía de las mismas:

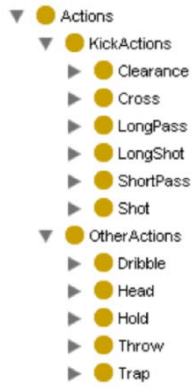


Figura 2. 15 Jerarquía de acciones en la Ontología SocOn.

Las acciones se clasifican como "Successful" si se cumplen las condiciones inicial y final para una acción específica o "Unsuccessful" en caso contrario (por ejemplo si un oponente intercepta un pase o cuando el balón sale del campo al dar el pase).

- *Las situaciones*

Las situaciones son eventos que ocurren durante el transcurso del partido. La figura 2.16 muestra las incluidas en la ontología.

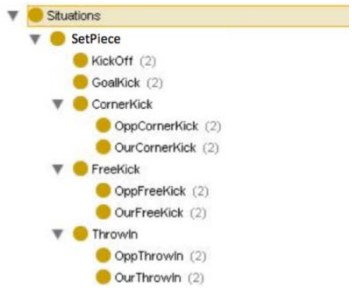


Figura 2. 16 Situaciones en la Ontología SonOn.

Cada situación aparece y desaparece ante determinados eventos. Por ejemplo la situación "Throw-in" (saque de banda) empieza cuando la pelota abandona el terreno de juego y termina cuando la pelota está otra vez en juego en el campo.

- *Los jugadores*

La ontología recoge la representación de las posiciones, características y comportamientos de los jugadores a lo largo del partido. Al comienzo del mismo a cada jugador se le asigna una **posición** de acuerdo a la formación que se haya elegido para el equipo. Estas posiciones se definen en base a la región de equipo mencionada anteriormente y descrita mediante una cuadrícula de 7x5. Las posiciones serían, así, las siguientes (figura 2.17):

	1	2	3	4	5
1	Right Back (RB)	Centre Back (CB)			Left Back (LB)
2					
3	Right Wing Back (RWB)	Defensive Midfielder Centre (DMC)			Left Wing Back (LWB)
4	Right Midfielder (RM)	Midfielder Centre (MC)			Left Midfielder (LM)
5	Right Att. Mid. (RAM)	Attacking Midfielder Centre (AMC)			Left Att. Mid. (LAM)
6	Right Wing (RW)	Striker (SS)			Left Wing Forward (LWF)
7		Centre Forward (CF)			

Figura 2. 17 Posiciones de los jugadores en la Ontología SocOn.

A lo largo del juego las posiciones pueden ir variando y nuevas configuraciones pueden introducirse en la ontología.

Las características de los jugadores consisten en datos estadísticos obtenidos y relacionados con las acciones de los mismos a lo largo del juego. Estas características están agrupadas en cuatro categorías

- Precisión. De acuerdo a si las acciones del jugador han sido "Successful" ó "Unsuccessful". La precisión de la acción tiene cinco niveles:
  - Bad - cuando menos del 20% de las acciones son "Successful".
  - Weak - cuando de un 20% a un 40% de las acciones son "Successful".
  - Reasonable - cuando de un 40% a un 50% de las acciones son "Successful".
  - Good - cuando de un 60% a un 80% de las acciones son "Successful".
  - Excellent - cuando más de un 80% de las acciones son "Successful".

- Capacidad, representa la habilidad de ejecutar una acción específica. Se evalúa en cinco acciones específicas:
  - Receptioncapacity - será mayor dependiendo del número de jugadores oponentes que el jugador que hace la recepción tenía en el momento de recibir la pelota. Será "Bad" si no había oponentes, "Weak" si tenía un oponente cerca, "Reasonable" si tenía dos oopnentes cerca, "Good" si tenía tres y "Excellent" si tenía al menos cuatro oponentes en su proximidad.
  - Dribblecapacity - de igual forma que el anterior dependiendo de si ha regateado a un oponente (Weak), a dos (Reasonable) a tres (Good) o a cuatro ó más (Excellent).
  - Interceptioncapacity - similar a las anteriores pero para la acción de interceptar la pelota.

- Tacklecapacity - capacidad de recuperar la pelota cuando ésta está en posesión de un jugador del equipo contrario.
- Capacity to catch theball - porcentaje de pelotas que el portero logra parar ante disparos de gol.

- Velocidad, se relaciona con la velocidad en la implementación de una acción. Se tiene en cuenta la velocidad de cada jugador con y sin la pelota en acciones como los pases y centros largos y cortos, así como la velocidad de la propia pelota. Esta velocidad se categoriza en cinco niveles: Muy Despacio, Despacio,Normal, Rápido y Muy Rápido que corresponden al rango cuantitativo entre 15 y 30 km/h para los jugadores y entre 60 y 105 km/h para la pelota.

- Tendencia, representa un patrón de comportamiento del jugador a lo largo del partido, representando las acciones que más frecuentemente realiza un jugador. Estas acciones pueden ser los disparos, los pases largos y cortos, los centros, los regates y las carreras.
- *Representación del equipo y sus tácticas*

Al principio del partido, a cada equipo se le caracteriza con su formación inicial y tipo de táctica.

La formación se especifica mediante una secuencia de cuatro números, que puede ir desde 11-0-0-0 hasta 0-0-0-11, indicando el primer dígito el portero (será siempre un 1), el segundo el número de defensores, el tercero el número de centrocampistas y el cuarto el número de atacantes. Según los autores, se puede indicar mayor grado de granularidad si se quiere reflejar el hecho de que un centrocampista tenga un corte más defensivo ó más atacante.

En cuanto a los tipos de táctica, se distinguen 7 grupos:

- Estilo de pases (Cortos, Mezcla y Largos), representa el porcentaje de cada tipo de pase que el equipo ejecuta. Si alguno de los tipos de pases representa el 65% o más del total de los pases el equipo se caracteriza por tener ese tipo de pase.
- Ritmo de juego (Muy Lento, Lento, Normal, Rápido, Muy Rápido), caracteriza el ritmo de las acciones ofensivas, es decir, el tiempo que el equipo invierte en cada ataque.
- Uso del campo (Flanco Derecho, Flanco Izquierdo, Ambos Flancos, Mitad, Mezcla), caracteriza la región del campo que con más frecuencia utiliza el equipo.
- Grado de riesgo (Muy Seguro, Seguro, Normal, Arriesgado, Muy Arriesgado), tiene relación con el número de jugadores que un equipo pone en posición más adelantada

respecto a la pelota en una situación defensiva. Una táctica "muy segura" sería aquella en la que todos los jugadores del equipo están detrás de la línea de la pelota. "Segura" sería con 10 jugadores por detrás, "Normal" con entre 8 y 9, siendo "Muy arriesgada" con menos de 7 jugadores por detrás de la línea de la pelota.

- Mentalidad, que puede ser "Muy defensiva", "Defensiva", "Normal", "Ofensiva" y "Muy Ofensiva", representa la tendencia de un cierto equipo a atacar o a defender el resultado actual. Tiene que ver con el número de jugadores que hay por delante de la pelota en una situación de ataque.
- Línea Defensiva ("Retrasada", "Normal" ó "Avanzada"), hace referencia a la posición del equipo en un momento defensivo, medida en relación a la posición de los jugadores defensivos respecto a la línea de gol.
- Anchura del Equipo (Juntos, Normal, Separados) ,de acuerdo a la distancia que mantienen los jugadores más cercanos a cada una de las dos bandas en una situación de ataque.

La formulación de los conceptos y la elección de los rangos cualitativos y cuantitativos de cada una de las características modeladas se realizó en base a cuestionarios efectuados a diversos expertos del ámbito en cuestión, sobre todo entrenadores de fútbol de diversos niveles.

La ontología SocOn se utilizó sobre todo para representar el partido y las acciones de los jugadores y del equipo durante la duración del evento, aplicándose en la práctica en el ámbito de la liga de fútbol de robots (Robo Cup), pero no se ha aplicado a casos de juego con seres humanos. La ontología tampoco serviría para ofrecer una historia narrativa del desarrollo del encuentro con un ámbito más general, como podría ser la crónica periodística de un partido.

2.4.1.1.2 La ontología FootbOWL

La ontología FootbOWL (Bouayad-Agha y otros, 2011) se creó con el fin de ofrecer crónicas de partidos de fútbol mediante un mecanismo de generación de lenguaje natural a partir de los datos almacenados en esa ontología.

Esta ontología está compuesta por otras dos que son complementarias respecto a la tarea que se pretende implementar. Para este trabajo lo que interesa conocer es la ontología de más bajo nivel de las dos mencionadas, ya que es la que se dedica a modelar el dominio del fútbol, mientras que la segunda ontología está orientada a generar los resúmenes de los partidos en lenguaje natural.

La ontología de fútbol tiene, a su vez, dos partes bien diferenciadas. Una de ellas está dedicada a la información estructural de la competición (modela los equipos, las fases de la competición,

los partidos, los jugadores, etc.). La otra está dedicada a la representación de los eventos que ocurren en un partido (penaltis, goles, tarjetas, etc.). La ontología de información estructural consta de 24 clases y 42 propiedades, con 4041 instancias, mientras que la de eventos está constituida por 23 clases y 8 propiedades, con 63623 instancias.

Las principales clases de la parte de información estructural son:

- Competition.
- Match.
- Period.
- Person.
- Result.
- Season.
- Team.
- TeamCompositionRelation.
- Title.

En el caso de la ontología de eventos se puede citar:

- ActionFault.
- Card.
- Corner.
- Fault.
- FaultKick.
- Goal.
- GoalKick.
- Interception.
- Offside.
- Pass.
- Stop.
- Throw-in.
- Shot.
- Substitution.

A partir del conocimiento almacenado en la ontología de fútbol se infieren nuevos conocimientos que se almacenan en la ontología de más alto nivel y que, como se ha mencionado, está dedicada a generar conocimiento y estructuras que sirvan para realizar una crónica del partido. De esta forma, se infiere que equipo "gana" a otro a partir del resultado

numérico del partido almacenado en la primera ontología o se infiere si un resultado es "abultado" a partir de la diferencia de goles existente, y así con otra serie de informaciones. En total se utilizan 93 reglas para generar este conocimiento extra.

2.4.1.1.3 La ontología M3

El sistema de ontologías M3 proporciona una descripción semántica formal de contenido multimedia, así como un enlace de este tipo de conceptos con los de dominios específicos de aplicación, entre ellos el fútbol. La figura 2.18 muestra algunos de los conceptos modelados en este dominio, alguno de los cuales está directamente relacionado con este deporte.

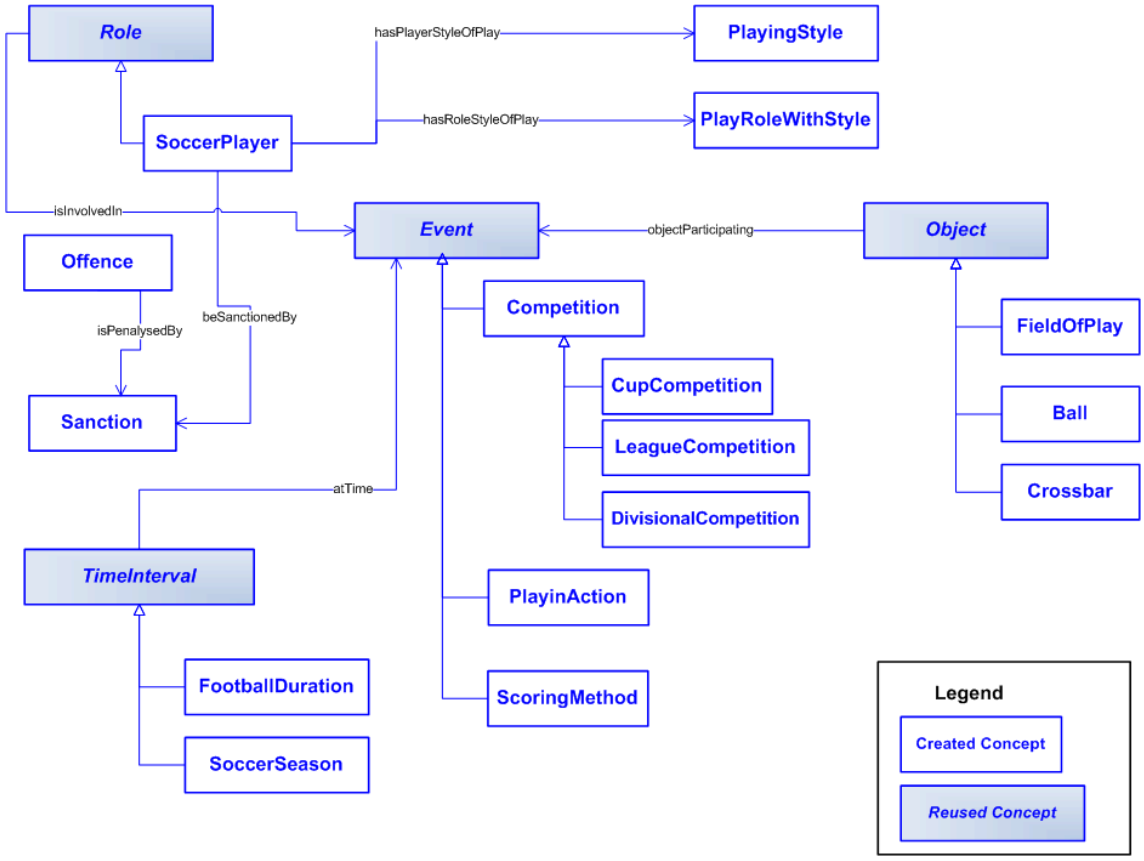


Figura 2. 18 Algunos conpetos de la Ontologia FootbOWL

Para el caso específico del fútbol, el total de clases modeladas es de 41, se pueden ver en la tabla junto con las propiedades y las instancias incluidas en la ontología.

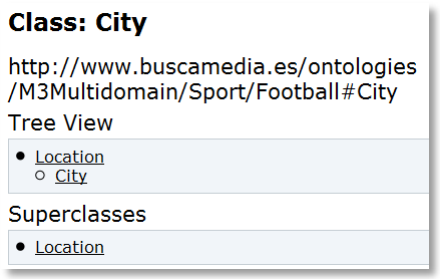
Football: Classes (41)	Football: ObjectProperties (44)	Football: DatatypeProperties (11)
• Competition • CupCompetition • Division • DivisionalCompetition • FirstTeamPlayer • FootballGoverningBody • FootballMatch • FootballPeriod • LeagueCompetition • LineUpPlayer • Location • MatchInCompetition • MatchResult • MultiStageCompetition • Offence • PlayRolewithStyle • PlayingAction • PlayingStyle • RefereeInMatch • Round • Sanction • ScoringMethod • SoccerPlayerRole • SoccerRefereeRole • SoccerSeason • Stadium • SubstitutePlayer • Team • TeamInMatch • TeamRole • TimeInstant • Role • Event • Object • Situation • TimeIndexedSituation • TimeInterval • Thing	• atSeason • beSanctionedBy • belongsTo • belongsToTeam • entersFieldIn • hasCoach • hasDivision • hasLineUp • hasPeriod • hasPlayerStyleOfPlay • hasResult • hasRole • hasRoleStyleOfPlay • hasStyleOfPlay • involvesCompetition • involvesMatch • isFirstTeamPlayer • isLocatedIn • isMatchPlayedIn • isPenalisedBy • isPersonInvolvedIn • isPlayedIn • isPlayedInRound • isPlayerStyleOfPlay • isRolePlayedIn • isRolePlayedby • isRoleStyleOfPlay • isStyleOfPlayOf • isSubstitutePlayer • isSubstitutedBy • isTeamInvolvedIn • isTeamRolePlayedIn • leavesFieldIn • partOf • playRoleStyle • playsIn • resultOf • eventIncludedIn	• dimensions • hasDate • hasStartingTime • hasTimeInstant • homeResult • length • roundNumber • sportNumber • visitorResult • weight • width

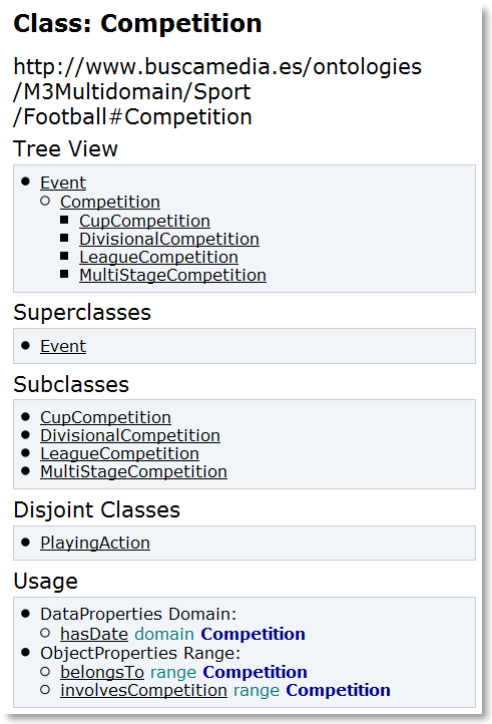
• Group • Organization • Person	• objectIncludedIn • roleIncludedIn • isParticipantIn • includesEvent • atTime • label	
Football: Instances (109)		
• Area • AssistantCoach • AssistantReferee • Ball • CentreCircle • CentreMark • Coach • Competition • CornerFlagpost • Crossbar • CupCompetition • Division • DivisionalCompetition • FieldOfPlay • First_Division • First_Period • Flagpost • FootballDuration • FootballGoverningBody • FootballMatch • Footballer • FourthOfficial • GoalArea • GoalLine • Goalpost • HalfLine • HalfwayLine • LeagueCompetition • MultiStageCompetition • Offence • PenaltyArc	• Second_Division • Second_Division_B • Second_Period • SoccerRole • SpanishLeagueFirstDivision • SpanishLeagueSecondDivision • SpanishLeagueSecondDivisionB • Spectator • Team • Team2 • Third_Division • UEFAChampionsLeague • UEFAEuro • WorldCup • area • assistantCoach • assistantReferee • backheal • ball • by_head • charge_opponent • chilena • coach • collective_play • controversy_play • corner_kick • direct_free_kick • espectacular_play • expulsion • first_period • foul	• goalArea • goalKeeper • goal_kick • gol_tonto • homeTeam • in_the_area • individual_move • jump_opponent • kick_off • kick_opponent • left_goalpost • left_leg • out_of_area • penaltyArea • penalty_kick • personal_move • principalReferee • push_opponent • red_card • referee • right_goalpost • right_leg • second_period • soccerDefense • soccerMidfielder • soccerPlayer • soccerStriker • spectator • strike_opponent • tackle_opponent • throw_in

• PenaltyArea • PenaltyMark • Player • PlayingStyle • PrincipalReferee • Referee • Sanction • ScoringMethod	• fourthOfficial • free_kick • funny_play • goal10	• trip_opponent • visitingTeam • volley • yellow_card

Tabla 2. 3 Clases para el caso específico del futbol en la Ontología FootbOWL

Las siguientes figuras contienen descripciones de cada una de las clases de la ontología. Estas descripciones incluyen cómo unos conceptos se relacionan con otros a través de las propiedades que contienen.





Class: CupCompetition

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#CupCompetition

Tree View

- Competition
  - CupCompetition

Superclasses

- Competition

Class: Division

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#Division

Annotations

- rdfs:comment: "http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#FootballMatch"

Tree View

- Division

Members

First_Division, Second_Division, Second_Division_B, Third_Division

Usage

- ObjectProperties Range:
  - hasDivision range **Division**

Class: DivisionalCompetition

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#DivisionalCompetition

Tree View

- Competition
  - DivisionalCompetition

Superclasses

- Competition

Members

SpanishLeagueFirstDivision, SpanishLeagueSecondDivision, SpanishLeagueSecondDivisionB

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - hasDivision domain **DivisionalCompetition**

Class: FirstTeamPlayer

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#FirstTeamPlayer

Annotations

- rdfs:comment: "Player (with a number) who is 'first team player' in a match." (en)

Tree View

- LineUpPlayer
  - FirstTeamPlayer

Superclasses

- LineUpPlayer

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - isSubstitutedBy domain **FirstTeamPlayer**
  - leavesFieldIn domain **FirstTeamPlayer**
- ObjectProperties Range:
  - hasLineUp range **FirstTeamPlayer**
  - isFirstTeamPlayer range **FirstTeamPlayer**

Class: FootballGoverningBody

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#FootballGoverningBody

Annotations

- rdfs:comment: "http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#FootballMatch"

Tree View

- Organization
  - FootballGoverningBody

Superclasses

- Organization

Class: FootballMatch

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#FootballMatch

Tree View

- Event
  - FootballMatch

Superclasses

- Event

Usage

- DataProperties Domain:
  - hasStartingTime domain **FootballMatch**
- ObjectProperties Domain:
  - belongsTo domain **FootballMatch**
  - hasPeriod domain **FootballMatch**
  - hasResult domain **FootballMatch**
  - isMatchPlayedIn domain **FootballMatch**
  - isPlayedIn domain **FootballMatch**
  - isPlayedInRound domain **FootballMatch**
- ObjectProperties Range:
  - involvesMatch range **FootballMatch**
  - playsIn range **FootballMatch**

Class: FootballPeriod

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#FootballPeriod

Annotations

- rdfs:comment: "http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#FootballMatch"

Tree View

- TimeInterval
  - FootballPeriod

Superclasses

- TimeInterval

Members

first_period, second_period

Usage

- ObjectProperties Range:
  - hasPeriod range **FootballPeriod**

Class: LeagueCompetition

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#LeagueCompetition

Tree View

- Competition
  - LeagueCompetition

Superclasses

- Competition

Members

UEFAChampionsLeague

Class: LineUpPlayer

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#LineUpPlayer

Tree View

- Thing
  - LineUpPlayer
    - FirstTeamPlayer
    - SubstitutePlayer

Superclasses

- Thing

Subclasses

- FirstTeamPlayer
- SubstitutePlayer

Usage

- DataProperties Domain:
  - sportNumber domain **LineUpPlayer**
- ObjectProperties Domain:
  - playsIn domain **LineUpPlayer**
- ObjectProperties Range:
  - isRolePlayedby range **LineUpPlayer**

Class: Location

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#Location

Tree View

- Thing
  - Location
    - City

Superclasses

- Thing

Subclasses

- City

Usage

- ObjectProperties Range:
  - isLocatedIn range **Location**

Class: MatchInCompetition

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#MatchInCompetition

Tree View

- TimeIndexedSituation
  - MatchInCompetition

Superclasses

- TimeIndexedSituation

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - atSeason domain **MatchInCompetition**
  - involvesCompetition domain **MatchInCompetition**
  - involvesMatch domain **MatchInCompetition**

Class: MatchResult

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#MatchResult

Tree View

- Thing
  - MatchResult

Superclasses

- Thing

Usage

- DataProperties Domain:
  - homeResult domain **MatchResult**
  - visitorResult domain **MatchResult**
- ObjectProperties Range:
  - hasResult range **MatchResult**

Class: MultiStageCompetition

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#MultiStageCompetition

Tree View

- Competition
  - MultiStageCompetition

Superclasses

- Competition

Members

UEFAEuro, WorldCup

Class: Offence

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#Offence

Annotations

- rdfs:comment: "http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#FootballMatch"

Tree View

- Offence

Members

charge_opponent, jump_opponent, kick_opponent, push_opponent, strike_opponent, tackle_opponent, trip_opponent

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - isPenalisedBy domain **Offence**
- ObjectProperties Range:
  - resultOf range **Offence**

Class: PlayRolewithStyle

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#PlayRolewithStyle

Annotations

- rdfs:comment: "http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#FootballMatch"

Tree View

- PlayRolewithStyle

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - isPlayerStyleOfPlay domain **PlayRolewithStyle**
  - isRoleStyleOfPlay domain **PlayRolewithStyle**
  - isStyleOfPlayOf domain **PlayRolewithStyle**
- ObjectProperties Range:
  - hasPlayerStyleOfPlay range **PlayRolewithStyle**
  - hasRoleStyleOfPlay range **PlayRolewithStyle**
  - playRoleStyle range **PlayRolewithStyle**

Class: PlayingAction

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#PlayingAction

Tree View

- Event
  - PlayingAction

Superclasses

- Event

Disjoint Classes

- Competition

Members

corner_kick, free_kick, goal_kick, kick_off, penalty_kick, throw_in

Class: PlayingStyle

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#PlayingStyle

Annotations

- rdfs:comment: "http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#FootballMatch"

Tree View

- PlayingStyle

Members

controversy_play, espectacular_play, funny_play, personal_move

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - hasRoleStyleOfPlay domain **PlayingStyle**
- ObjectProperties Range:
  - hasStyleOfPlay range **PlayingStyle**
  - isRoleStyleOfPlay range **PlayingStyle**

Class: RefereeInMatch

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#RefereeInMatch

Tree View

- Situation
  - RefereeInMatch

Superclasses

- Situation

Usage

- ObjectProperties Range:
  - isPersonInvolvedIn range **RefereeInMatch**
  - isRolePlayedIn range **RefereeInMatch**

Class: Round

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#Round

Tree View

- TimeInterval
  - Round

Superclasses

- TimeInterval

Usage

- DataProperties Domain:
  - roundNumber domain **Round**
- ObjectProperties Range:
  - isPlayedInRound range **Round**

Class: Sanction

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#Sanction

Annotations

- rdfs:comment: "http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#FootballMatch"

Tree View

- Sanction

Members

expulsion, foul, red_card, yellow_card

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - resultOf domain **Sanction**
- ObjectProperties Range:
  - beSanctionedBy range **Sanction**
  - isPenalisedBy range **Sanction**

Class: ScoringMethod

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#ScoringMethod

Annotations

- rdfs:comment: "http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#FootballMatch"

Tree View

- Event
  - ScoringMethod

Superclasses

- Event

Members

backheal, by_head, chilena, collective_play, direct_free_kick, goal10, gol_tonto, in_the_area, individual_move, left_leg, out_of_area, right_leg, volley

Class: SoccerPlayerRole

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#SoccerPlayerRole

Annotations

- rdfs:comment: "http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#FootballMatch"

Tree View

- Role
  - SoccerPlayerRole

Superclasses

- Role

Members

goalKeeper, soccerDefense, soccerMidfielder, soccerPlayer, soccerStriker

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - beSanctionedBy domain **SoccerPlayerRole**
  - hasPlayerStyleOfPlay domain **SoccerPlayerRole**
  - isRolePlayedby domain **SoccerPlayerRole**
- ObjectProperties Range:
  - isPlayerStyleOfPlay range **SoccerPlayerRole**

Class: SoccerRefereeRole

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#SoccerRefereeRole

Tree View

- Role
  - SoccerRefereeRole

Superclasses

- Role

Members

assistantReferee, fourthOfficial, principalReferee, referee

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - isRolePlayedIn domain **SoccerRefereeRole**

Class: SoccerSeason

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#SoccerSeason

Tree View

- TimeInterval
  - SoccerSeason

Superclasses

- TimeInterval

Usage

- ObjectProperties Range:
  - atSeason range **SoccerSeason**

Class: SoccerSeason

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#SoccerSeason

Tree View

- TimeInterval
  - SoccerSeason

Superclasses

- TimeInterval

Usage

- ObjectProperties Range:
  - atSeason range **SoccerSeason**

Class: SubstitutePlayer

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#SubstitutePlayer

Tree View

- LineUpPlayer
  - SubstitutePlayer

Superclasses

- LineUpPlayer

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - entersFieldIn domain **SubstitutePlayer**
- ObjectProperties Range:
  - isSubstitutePlayer range **SubstitutePlayer**
  - isSubstitutedBy range **SubstitutePlayer**

Class: Team

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#Team

Tree View

- Group
  - Team

Superclasses

- Group

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - hasCoach domain **Team**
  - hasStyleOfPlay domain **Team**
  - isTeamInvolvedIn domain **Team**
- ObjectProperties Range:
  - belongsToTeam range **Team**

Class: TeamInMatch

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#TeamInMatch

Tree View

- Situation
  - TeamInMatch

Superclasses

- Situation

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - hasLineUp domain **TeamInMatch**
- ObjectProperties Range:
  - isTeamInvolvedIn range **TeamInMatch**
  - isTeamRolePlayedIn range **TeamInMatch**

Class: TeamRole

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#TeamRole

Tree View

- Role
  - TeamRole

Superclasses

- Role

Members

homeTeam, visitingTeam

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - isTeamRolePlayedIn domain **TeamRole**

Class: TimeInstant

http://www.buscamedia.es/ontologies/M3Multidomain/Sport/Football#TimeInstant

Tree View

- Thing
  - TimeInstant

Superclasses

- Thing

Usage

- DataProperties Domain:
  - hasTimeInstant domain **TimeInstant**
- ObjectProperties Range:
  - entersFieldIn range **TimeInstant**
  - leavesFieldIn range **TimeInstant**

Class: Role

http://www.ontology.se/odp/content/owl/ParticipantRole#Role

Tree View

- Thing
  - Role

Superclasses

- Thing

Disjoint Classes

- Object

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - roleIncludedIn domain **Role**
- ObjectProperties Range:
  - roleOfParticipant range **Role**

Class: Event

http://www.ontologydesignpatterns.org/cp/owl/participation.owl#Event

Tree View

- Event

Superclasses

- [SOME hasParticipant [/www.ontologydesignpatterns.org/cp/owl/participation.owl#Object]

Disjoint Classes

- Object

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - hasParticipant domain **Event**
- ObjectProperties Range:
  - isParticipantIn range **Event**

Class: Object

http://www.ontologydesignpatterns.org/cp/owl/participation.owl#Object

Tree View

- Object

Superclasses

- [SOME isParticipantIn Event]

Disjoint Classes

- Event

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - isParticipantIn domain **Object**
- ObjectProperties Range:
  - hasParticipant range **Object**

Class: Situation

http://www.ontologydesignpatterns.org/cp/owl/situation.owl#Situation

Tree View

- Situation

Superclasses

- [MinCardinality 1 isSettingFor owl:Thing]

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - isSettingFor domain **Situation**
- ObjectProperties Range:
  - hasSetting range **Situation**

Class: TimeIndexedSituation

http://www.ontologydesignpatterns.org/cp/owl/timeindexedsituation.owl#TimeIndexedSitua

Tree View

- Situation
  - TimeIndexedSituation

Superclasses

- Situation
- [MinCardinality 1 atTime owl:Thing]
- [MinCardinality 1 forEntity owl:Thing]

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - atTime domain **TimeIndexedSituation**
  - forEntity domain **TimeIndexedSituation**
- ObjectProperties Range:
  - hasTimeIndexedSetting range **TimeIndexedSituation**
  - isTimeIndexFor range **TimeIndexedSituation**

Class: TimeInterval

http://www.ontologydesignpatterns.org/cp/owl/timeinterval.owl#TimeInterval

Tree View

- TimeInterval

Superclasses

- DataMaxCardinality 1 hasIntervalEndDate rdfs:Literal]
- DataMaxCardinality 1 hasIntervalStartDate rdfs:Literal]

Usage

- DataProperties Domain:
  - hasIntervalDate domain **TimeInterval**
  - hasIntervalEndDate domain **TimeInterval**
  - hasIntervalStartDate domain **TimeInterval**

Class: Thing

http://www.w3.org/2002/07/owl#Thing

Tree View

- Thing
  - Domain
  - Material
  - Shot
  - VideoShot

Subclasses

- Domain
- Material
- Shot
- VideoShot

Class: Group

http://xmlns.com/foaf/0.1/Group

Tree View

- Group

Class: Person

http://xmlns.com/foaf/0.1/Person

Tree View

- Person

Equivalent Classes

- Person
- Person

Usage

- ObjectProperties Domain:
  - appears domain **Person**
- ObjectProperties Range:
  - exhibits range **Person**

2.5 Resumen y conclusión.

Como puede comprobarse, los mecanismos de representación del conocimiento en el ordenador son cada vez más importantes a la hora de ofrecer información tanto al profesional como al aficionado al fútbol. De la potencia de este mecanismo de representación depende la funcionalidad que pueda obtenerse del software que lo maneje, generando así ventajas para los usuarios que los utilicen.

Las aplicaciones orientadas al ámbito profesional se centran en el análisis de las acciones del jugador y del equipo dentro de cada partido o entrenamiento. La información relevante se relaciona con el esfuerzo físico, la táctica y la técnica, y la representación del conocimiento está dirigida a representar estos conceptos. Por su lado, las aplicaciones orientadas al ámbito del aficionado se centran en la descripción menos pormenorizada de los aspectos más técnicos pero con más hincapié en otros aspectos como la opinión y las repercusiones sociales de las actividades de jugadores y equipos, tanto en el ámbito deportivo como en el extra-deportivo.

Las bases de datos han sido el mecanismo tradicional de representación del conocimiento en este y otros ámbitos, pero su nivel de representación no puede hacer frente a las necesidades planteadas hoy día. Otros mecanismos, como las ontologías, han sido empleados para este mismo propósito y han demostrado su mayor adecuación a la representación del contenido semántico del dominio. Sin embargo, el uso de las herramientas y técnicas estandarizados para desarrollar estas estructuras conceptuales, como es el caso del lenguaje OWL, no han demostrado todavía ser suficientes para recoger toda la información y el conocimiento que el dominio del fútbol necesita (Calvanese y otros., 2007).

3. RESUMEN DE VEBOR

3.1 Justificación

El «lenguaje» responde a una necesidad primordial del cerebro: es figurativo. Y siendo figurativo, con evidentes toques naturalistas, es descriptivo, y multicapa, para colmar tres propósitos:

1. **Concreción /Abstracción.** *Tiene ambas capacidades para mejor adaptarse a nuestro «estado de consciencia».*
2. **Significado.** *Cumple con el hecho, irrevocable, de que alcanza significado cuando nosotros le otorgamos significado por haberlo experimentado.*
3. **Persistencia.** *Se adapta a nuestras limitadas y distintas capacidades de almacenamiento y computación.*

Para mejor comprender nuestro cerebro conviene hacer un breve paréntesis. El *dictum* de Wittgenstein, *˝De lo que no se puede hablar es mejor callarse, ya que lo que no se puede expresar es lo místico, lo que se muestra a sí mismo*.” Es percha o invocación muy socorrida para enfatizar el origen misterioso del lenguaje, invitando a no entorpecer el fatigoso trabajo de los lingüistas, que sienten que trabajan con la materia prima del pensamiento, la sal y la pimienta de las relaciones humanas, el arquitecto del cerebro y el que explica la evolución humana. A mayor abundamiento, Ludwing Wittgenstein en las anotaciones de su *Tractatus logico-philosofhicus*, utilizó la numeración ordinal para su *dictum*(6.53) lo que añade autoridad sintáctica, procedente del lenguaje simbólico numérico. Práctica, la de la numeración decimal, que hizo furor en el ensayo y hoy es hábito en cualquier disciplina.

Los seres humanos tenemos una característica singular, sorprendente. Tenemos unas cámaras portentosas, los ojos, pero no tenemos pantallas. Tenemos unos 105 millones de foto-receptores por cada ojo, un valor que si lo trasladáramos a una cámara digital nos daría una resolución de 105 megapíxeles (las más caras del mercado ofrecen 40 megapíxeles). El investigador español Luis Martínez Otero nos recuerda que «la resolución de nuestro ojo es brutal aunque, en realidad, solo envía un millón de cables al cerebro, o lo que es lo mismo, un megapíxel de información». Si cada receptor mandara la información, directamente, a la corteza, necesitaríamos 105 millones de cables y un nervio óptico tan grueso como el propio ojo. El consumo energético del sistema, en tal supuesto, sería insostenible. ¿Qué hace el cuerpo, que hace, entonces, nuestro sistema de visión?

Para aliviar un proceso atestado de información, entra en función el núcleo geniculado lateral del tálamo que comprime la información y luego la descomprime. Hace lo que hacen los mejores programas de tratamiento de imágenes, las interpola cuando quiere ampliarlas.

«El núcleo geniculado lateral del tálamo tiene más células que la retina, el doble de neuronas excitadoras, con lo cual vemos que existe una expansión y que, de alguna manera, se ha doblado la capacidad. Además hemos demostrado que cada neurona tiene información independiente, es decir, que no son redundantes, cada una de ellas interpola la información».

Así lo cuenta Luis Martínez Otero y se trae a colación para reforzar nuestra premisa, tenemos unas cámaras portentosas, el ojo, y un portentoso aparato visual de respaldo, pero no tenemos pantallas. Vemos, registramos información pero no poseemos recursos biológicos de emisión.

Somos capaces de percibir señales luminosas, pero no somos capaces, biológicamente, de emitirlas. Somos capaces de percibir imágenes, pero no somos capaces de emitir imágenes. Disponemos de cámaras pero no disponemos de pantallas o proyectores lumínicos. ¿Por qué estamos dotados de una portentosa capacidad para percibir imágenes y no disponemos de capacidad para emitirlas?

Es mucho más importante, para la supervivencia, la percepción de imágenes que su emisión. La supervivencia de nuestros antepasados dependía, fundamentalmente, de percibir bien la realidad que les rodeaba y no tanto de emitir señales al entorno. Nada ha cambiado. Con auxilio de la tecnología, ahora, podemos emitir imágenes. Cabe suponer que las estrategias de comunicación con otros individuos estaban subordinadas a la imperativa necesidad de salvaguardar la propia vida. La cooperación entre individuos, la colaboración eficaz, exige comunicación estructurada (desarrollo y evolución) y soporte biológico para hacerlo, es decir capacidad para recibir y emitir señales.

La capacidad nativa, biológica, para emitir señales está menos desarrollada —no todos podemos emitir, correctamente, una melodía— que la capacidad de percibirlas. Hasta fechas muy recientes no hemos sido capaces de estructurar un sistema de comunicación visual y sonora eficiente (radio y televisión).

Los seres humanos, biológicamente, somos capaces de emitir exclusivamente señales acústicas y las señales visuales que emitimos se derivan de nuestro semblante y los movimientos corporales con un escaso nivel de estructuración. Razón que explica que los lenguajes mejor estructurados se construyeran con soporte acústico. Los lenguajes escritos, visuales, caligráficos o ideográficos, adaptados a nuestra capacidad para percibir y procesar imágenes, es oportuno insistir en ello, son posteriores al acústico y respetan sus reglas o respetan, dicho

de otro modo, esa suerte de gramática universal (interacción con el entorno, con el contexto) que se corresponde con nuestras capacidades para el arte de la representación.

NO HA SIDO POSIBLE —hasta la fecha— identificar una lengua originaria, la que corresponde al Homo sapiens, una protolengua. Aceptamos, tácitamente, la existencia de una lengua protoindoeuropea (PIE) origen de las nueve grandes familias lingüísticas. No sabemos, y es lo que queda, señalar y marcar los eslabones que unen a los distintos troncos. ¿Buscamos, acaso, lo inexistente o lo accesorio e irrelevante? Lo único cierto es que buscamos la lengua PIE en la esperanza de que su hallazgo, de producirse, explique al Homo sapiens, explique las reglas y fines de la comunicación y explique nuestro conocimiento. Que explique al Homo sapiens aunque sea parcialmente.

Tenemos alrededor de 3.000 idiomas diferentes. Solo en África se han identificado alrededor de 1.500 idiomas con desigual base social. Y que de los 3.000 idiomas hablados solo 600 cuenten con más de 100.000 hablantes. ¿Por qué la diferencia, tanta diferencia, si los utiliza una única especie? ¿Por qué una especie, es la pregunta, que comparte características genéticas se diferencia en su habla o sistema de comunicación? La respuesta viene dada por un hecho singular, compartimos capacidad biológica para comunicarnos y nos diferenciamos en el uso de recursos simbólicos para compartir conocimiento, que unos y otros hemos creado, porque nuestra naturaleza lo permitía, arbitrariamente.

Tenemos por costumbre y es más que probable que estemos hablando de una muy mala costumbre, muy perturbadora: estudiar de manera separada y aún más, divorciada, los recursos simbólicos (ruidos) del sistema de sonido, por un lado y, por otro, los recursos simbólicos (caligrafía, imágenes, estáticas o no) del sistema visual. Y lo hacemos, a sabiendas, de que el verdadero objetivo de ambos sistemas, no existe otro, es la comunicación, el traspaso de conocimiento individual o personal en cualquier forma, entre individuos, de uno a uno, de muchos a muchos, de uno a muchos.

¿Forman el tacto, el olfato y las papilas gustativas, los sistemas biológicos que los sostienen, parte del sistema de comunicación? Naturalmente que sí. ¿Podría ser de otro modo? Si la comunicación sirve al propósito del uso de variados recursos simbólicos para traspasar conocimiento, el olfato, el tacto, las papilas gustativas y nuestro sistema de alerta para percibir vacío, peso, velocidad, temperatura, dolor, placer y peligro, trabajo y recompensa, necesariamente, son sistemas que forman parte, indisociable de la comunicación, de nuestro sistema integrado de comunicación. ¿Podría ser de otro modo?

Nuestro afán por disociar, por fracturar el sistema integrado de comunicación, puede que sea la causa principal directa, responsable del poco éxito científico en la búsqueda de una protolengua precursora. El problema subyacente, que no hemos superado, que estamos lejos

de superar, que explica el despropósito, es suponer que el lenguaje precede al conocimiento, que el «significante» precede al «significado» Que los símbolos, en suma, son los que crean conocimiento. ¿Qué razón, sustantiva, legitima que el símbolo alumbra el conocimiento? No existe. Utilizamos los símbolos para acotar el conocimiento. ¿Puede ser de otro modo? ¿Qué es primero el *Homo sapiens* o el lenguaje? ¿Crear símbolos es una forma de conocimiento? Claro que sí, cuando, en efecto, se crean. ¿Quién los crea? ¿Tiene el *Homo sapiens* hardware biológico nativo, suficiente, con capacidad para generar, emitir y procesar símbolos? Está demostrado.

Nos entretenemos buscando fonemas, morfemas y características morfosintácticas, como si de tal búsqueda se dedujera conocimiento germinal. El trabajo lingüístico sobre el abundante uso de símbolos que utiliza el *Homo sapiens* conduce al examen de la estructura formal de la comunicación, del «significante» sin que afecte a la forma y organización del conocimiento. ¿Tiene sentido la arqueología lingüística? Es evidente que lo tiene. No debe inferirse, en todo caso, que aporte luz, por sí misma, sobre nuestras capacidades biológicas para la comunicación y si podemos o no implementarlas con la tecnología o, mejor, con el conocimiento de nuestra época y el venidero.

La automatización del conocimiento y el prototipado de herramientas de comunicación que minimicen el «significante» sin «significado», es misión que se propone ***Vebor.*** Dedicamos horas, días, semanas, meses, años, décadas, siglos a desentrañar la realidad despojada de «significante», que no apunta a parte alguna, que simula sentido pero en falso. Es mucho tiempo el que se pierde, el que perdemos, el que hacemos perder, el que nos hacen perder, el que consumimos en balde, cuando el tiempo, precisamente, que todavía no es reversible, era, es, y seguirá siendo, entre escaso y muy escaso.

La organización del lenguaje, su morfosintaxis, depende, exclusivamente, del conocimiento que se posee en cada época. Y es atinente afirmar que la organización del lenguaje, en el tiempo presente, es rehén de una organización arcaica del conocimiento. El «significante» logró un nivel de organización muy alto en siglos pasados, (independizándose del conocimiento), que ha devenido en fuentes de equívocos y en azote para el propio conocimiento, el que ha inundado de confusión, de zozobra, de ruidos, de símbolos, vacíos de contenido. Y es posible la afirmación que hacemos porque el conocimiento, el «significado» evoluciona, avanza, y las reglas morfosintácticas, el «significante», no, permanecen estancados.

¿Las estructuras morfosintácticas convencionales, que en algún tiempo sirvieron a la expansión del conocimiento son, en el tiempo presente, un baldón? Es el caso. Las citadas estructuras morfosintácticas están afectando al conocimiento, al «significado» y su evolución

de manera negativa. Decimos que presionan sobre el conocimiento, sobre el «significado», lo esclavizan y comprimen. No estamos hablando de las múltiples acepciones de una palabra que nuestro hardware biológico (el que gestiona y administra la comunicación) puede discriminar, hablamos de su ineficiencia en el más amplio sentido de la palabra, de su complejidad, tanta como la que aquí se necesita para expresar muy pocas ideas.

Vebor, es un lenguaje automatizable, que puede ser operado por los humanos y por las máquinas, simultáneamente. Quiere ser, de manera voluntaria, la causa de una comunicación más exitosa y eficiente, porque pone el acento en su función cooperativa, en la eficiencia que se alcanza cuando se cumplen principios de:

1. **Contención.** *Menor asignación de recursos de significante*
2. **Cualidad.** *Requiere menos datos (información) aunque mejor asignados.*
3. **Relación.** *Mejor definición de vínculos.*
4. **Valor.** *Reduce la polisemia facilitando su lectura y comprensión.*
5. **Consistencia.** *Descarta la vacuidad. No es posible la ausencia de contenido.*
6. **Belleza.** *Apertura a nuevos recursos expresivos.*
7. **Dualidad.** *Puede ser operado por humanos y máquinas (hechas por humanos).*
8. **Ubicuidad.** *Economía espacial o indiferente a la geo-posición idiomática del usuario o máquina.*
9. **Historicidad.** Puede ser almacenado y recuperado de manera automática.

La programación orientada a objetos, que distingue entre «comportamiento» o código y «estado» o datos, bien conocida, es de aplicación a las características estructurales que proponemos para ***Vebor.*** Necesitaremos una programación orientada y relacional. Orientada a:

1. **Funciones.** *Misión + procedimiento + comportamiento + estado.*
2. **Recursos.** *Procedimiento + comportamiento + estado.*
3. **Objetos.** *Comportamiento + estado.*

Lo que tenga que ser opaco o translúcido deberá serlo, y lo que deba ser ambiguo o preciso, será reconocible. Lo que tenga que ser cierto, estará expedito de dudas, lo que tenga que ser en grado de hipótesis o con rango de conjetura, estará señalizado. Lo que pueda contarse con una imagen o con desplazamiento, será de aplicación. Lo que reproduzca o sea de utilidad a la capacidad relacional de los hombres, será desarrollado. Lo que contribuya a la convergencia de lenguajes, funciones y propósitos será desplegado.

No es pequeño el reto de ***Vebor***. Es muy exigente en consumo de energía y no es fácil generarla, acumularla y organizarla. Nuestros reflejos están condicionados por una larga

tradición, por el laborioso y forzado entrenamiento para familiarizarnos con sonidos (el ruido) y las imágenes (caligrafía) de las distintas lenguas. Ascender peldaños, romper, acaso, el corsé caligráfico y fónico de los idiomas no es tarea sencilla. Y tampoco lo es, levantar nuevas reglas que respeten los «principios» y estrategias de «programación orientada» de ***Vebor***.

3.2 La gramática de Vebor

La gramática de Vebor puede dividirse en dos partes, la sintaxis y la semántica. La sintaxis se ocupa de los símbolos. La semántica se ocupa del significado. Mediante la sintaxis se especifican los símbolos que pueden usarse y las reglas de conexión entre ellos. Vebor no renuncia al uso de ningún tipo de símbolos, aunque tiene una orientación visual. Por eso los símbolos visuales serán dominantes, tanto estáticos como dinámicos. Pero la estructura de Vebor permitirá la inclusión de símbolos vinculados a otras señales con capacidad de percepción por parte de los seres humanos, como son las acústicas, olorosas y táctiles.

El reto de todo lenguaje consiste en ser capaz de replicar bien los conceptos y los vínculos que forman parte de su estructura. No es tarea fácil. Por eso la comunicación humana está llena de confusión, que a su vez es fuente de multitud de conflictos, personales y sociales.

¿Cómo aborda Vebor los problemas de la semántica? Comencemos haciendo la siguiente reflexión. La estructura conceptual de un lenguaje es muy importante porque influye poderosamente en la organización mental de las nuevas generaciones. El idioma no es inocuo desde el punto de vista de la estructura mental. El idioma influye y mucho. Por eso, si un idioma contiene una estructura conceptual arcaica está influyendo negativamente en el progreso del conocimiento. Ha de tenerse en cuenta que los idiomas que usamos actualmente fueron creados o son herederos de épocas cuyo conocimiento científico era muy primitivo, comparado con el conocimiento científico actual. El resultado práctico es que su estructura conceptual, además de ser manifiestamente mejorable, está siendo una rémora para el avance del conocimiento.

Hecha la reflexión anterior, Vebor intenta construir una estructura conceptual lo más rigurosa posible. Para ello contemplamos todos los conocimientos científicos disponibles y estructuramos el lenguaje para que esté abierto e incorpore los avances científicos que se vayan produciendo. Pensamos que de esta forma se ganará en claridad y en rigor, favoreciendo los procesos de aprendizaje. Además Vebor diferencia entre conceptos primarios y conceptos secundarios. Conceptos primarios son aquellos que necesitamos definir previamente a que el lenguaje pueda ser autosuficiente. Los conceptos primarios se definen

usando los lenguajes convencionales, nuestros idiomas. Los conceptos secundarios son aquellos que se definen usando el propio lenguaje, es decir, combinando su sintaxis con su semántica. Las definiciones de Vebor se reforzarán, siempre que sea posible, con señales directas. Normalmente serán señales visuales. Las imágenes, tanto estáticas como dinámicas, favorecen la identificación de todos aquellos conceptos que sean susceptibles de ofrecer una percepción visual.

Vebor ofrece una peculiaridad notable frente a los lenguajes convencionales. En Vebor no se le puede asignar a un concepto o a una individualidad una característica que no figure en su definición. Por ejemplo no podrá decirse “esa piedra está triste”, ya que la tristeza no es una característica que esté en la definición de piedra. Sin embargo si podrá decirse “la observación de esa piedra me produce tristeza”, porque la tristeza si es una característica del ser humano. En Vebor se podrán asignar a cada concepto o individualidad valores o calificaciones propias de las características que contengan las correspondientes definiciones. Como Vebor es un lenguaje asistido por computador está en condiciones de controlar este tipo de exigencias. Son exigencias encaminadas a evitar la confusión y el error. Esta es una de las ventajas más notables de ser un lenguaje asistido por computador.

Lo expresado en el párrafo anterior obliga a que las definiciones en Vebor contengan todas las características que se consideren convenientes para el uso del concepto correspondiente. Las definiciones en Vebor son muy exigentes. Obviamente cualquier definición está abierta a incrementar su número de características si la experiencia en el uso del lenguaje así lo aconseja.

Aunque Vebor no renuncia al uso de ningún tipo de símbolo, la sintaxis básica de Vebor es visual, tanto estática como dinámica. Vebor trabaja con las tres dimensiones espaciales y con el tiempo, que permite generar animaciones. La sintaxis visual de Vebor está orientada a sacar el máximo partido posible a la gran capacidad de procesamiento visual que tenemos los seres humanos. El ojo es un receptor que puede procesar muchas señales luminosas en paralelo, es decir, simultáneamente. Esta característica es la que hace posible que el ojo pueda procesar mucha información en poco tiempo. Los lenguajes convencionales tienen una estructura secuencial, bien adaptada tanto a las características de emisión de nuestro sistema vocal, como a las características de percepción del oído. A diferencia del oído el ojo está organizado para el procesamiento paralelo. Por eso, si queremos que Vebor se adapte bien a la percepción visual, debe tener una estructura que favorezca el procesamiento paralelo.

La descripción de la sintaxis de Vebor se irá haciendo de forma paralela a la descripción de la semántica. Pero hay un hecho crucial que conviene resaltar, **la sintaxis de Vebor no es**

autónoma. La sintaxis en Vebor es completamente dependiente de la semántica. En Vebor hay dos cosas que no son posibles:

1. Que una expresión sintáctica tenga dos significados.
2. Que una expresión sintáctica no tenga ningún significado.

Las dos características que se acaban de enumerar determinan que en Vebor la ambigüedad se intenta reducir a niveles despreciables en términos prácticos. Al tener la sintaxis bajo el control de la semántica estamos en condiciones de abordar la automatización de la representación del conocimiento expresado en Vebor.

Otra característica de la sintaxis de Vebor es que admite sinónimos. En Vebor un mismo concepto o individualidad puede ser representado por varias expresiones sintácticas. El objetivo de esta característica es flexibilizar la expresividad visual del lenguaje, para que pueda adaptarse a usuarios diversos y en diversas situaciones. Por ejemplo, un usuario experimentado del lenguaje, en un ámbito concreto de conocimiento, no requerirá de tanta información visual para entender el mensaje, como un usuario novel y con poco conocimiento sobre el asunto.

3.3 Conceptos básicos

- *Los identificadores*

En Vebor todos los conceptos y las individualidades llevan asociado un identificador. En principio en Vebor los identificadores son visuales pero no se renuncia, si pareciese oportuno, al uso de identificadores acústicos o táctiles. La construcción de los identificadores visuales está sujeta a las siguientes reglas:

1. Un identificador puede consistir en un gráfico, estático o dinámico
2. Un identificador puede consistir en una cadena de letras y de caracteres numéricos con las siguientes condiciones:
    a. El primer carácter no puede ser numérico.
    b. Pueden usarse los guiones medio "-"y bajo "_".
    c. El uso de mayúsculas y minúsculas es indiferente.
    d. El uso de acentos es indiferente.
3. Cuando la cadena de caracteres se corresponda con una palabra del lenguaje natural solo tiene el valor de ser una regla nemotécnica que ayude al uso del lenguaje.
4. Un mismo identificador solo puede referirse a un concepto o individualidad.

5. Cualquier identificador admite tener sinónimos, es decir, otros identificadores que se refieran al mismo concepto o individualidad. Será habitual el uso de sinónimos en el uso de palabras orientadas al manejo de Vebor por personas de diferentes idiomas. También se consideran sinónimos el uso de un gráfico y de una cadena de caracteres para representar lo mismo.

Los identificadores pueden estar asociados a un idioma (español, chino, inglés, etc.) o no. En el segundo supuesto están los identificadores gráficos.

- *Las señales*

El conocimiento se construye a partir de las señales. Señal es la energía capaz de activar un receptor biológico o un sensor tecnológico. Tanto el receptor como el sensor transforman el tipo de energía recibido en otro tipo capaz de circular por el sistema de proceso al que esté conectado el receptor o el sensor. En el caso de los receptores biológicos se transforma en energía neuronal y en el caso de los sensores normalmente en energía electrónica.

La señal que percibe un receptor en un tiempo concreto es una individualidad. El conjunto de todas las individualidades obtenidas por todos los receptores concretos constituyen un conjunto, que denominamos el conjunto de las señales. Atendiendo a los diversos tipos de receptores que existen las señales pueden clasificarse en varios grupos. Así hablaremos de señales visuales, acústicas, térmicas, etc. Inicialmente en Vebor solo trabajaremos con señales visuales.

- *Las características*

Las señales nos permiten construir en el cerebro una representación de la realidad. Porque eso es el conocimiento, la representación que tenemos en el cerebro de la realidad, del mundo que nos rodea. Las señales que tenemos en el cerebro están formadas por energía modulada por la realidad. Es la modulación de esa energía, hecha por la realidad, la que nos proporciona la información que tenemos de la realidad. Por ejemplo, cuando percibimos el color de un objeto, lo que llega a nuestro ojo es energía del espectro óptico filtrada por el objeto que observamos. Ese filtrado de la energía luminosa puede considerarse una modulación hecha por el objeto, modulación que nos proporciona información de las características del objeto.

Para organizar mejor la representación de la realidad, el cerebro agrupa las señales atendiendo a diversos criterios obtenidos de la experiencia. La agrupación de señales da lugar a lo que denominamos características. Cada característica tiene sus propios límites. La elección de los límites de una característica se hace atendiendo a criterios de utilidad descriptiva. Son criterios adquiridos a base de experiencia. Las señales que forman parte de una característica tienen

aspectos comunes o relacionados y aspectos diferentes. Los aspectos comunes o relacionados establecen los límites de la característica, su definición. Los aspectos diferentes determinan el rango de la característica. Por ejemplo en la característica color de una radiación luminosa lo común es que se percibe por el ojo. Todas las radiaciones electromagnéticas que es capaz de percibir el ojo forman parte de la característica. Lo diferente es que hay radiaciones luminosas con frecuencias distintas. La diferencia en las frecuencias determina el rango de la característica. Para medir las frecuencias necesitamos un instrumento tecnológico, ya que el ojo no mide frecuencias. Las diferencias de frecuencia el ojo las interpreta como diferentes tonalidades de color.

- *Las Individualidades*

A partir de las señales y su agrupación en características el cerebro humano es capaz de identificar las distintas individualidades que configuran la realidad que nos rodea. Por comparación somos capaces de separar los diferentes elementos de la realidad. Cada individualidad está formada por un conjunto de señales (características) que tienen alguna diferencia con las demás. Esas diferencias son las que permiten identificar a cada individualidad, diferenciándola del resto. En definitiva, una individualidad es una manifestación de la realidad que puede diferenciarse de cualquier otra manifestación de dicha realidad. Esa manifestación puede ser estática o dinámica, simple o compleja.

Las individualidades se identifican mediante un conjunto de características, cuyos valores pueden variar a lo largo del tiempo, pero dentro de unos determinados rangos. Cuando esos rangos se sobrepasan la individualidad entra en crisis, pudiendo llegar a deteriorarse o incluso desaparecer. En el caso de los seres vivos, la enfermedad es un estado de crisis que puede desembocar en la muerte. En el caso de los elementos inanimados el deterioro puede terminar en una pérdida de funcionalidad o en la destrucción. Una casa con fallos estructurales deja de ser habitable, y si la estructura colapsa la casa deja de existir.

- *La Unidad*

Unidad es cualquier manifestación de la realidad que pueda usarse como referencia para compararla con otras manifestaciones de la realidad, similares o relacionadas con la unidad en cuestión. Una unidad puede ser una individualidad. Pero también puede ser un conjunto de características con unos rangos de valores más o menos amplios.

- *La cuantificación*

La cuantificación es uno de los pilares de la construcción del conocimiento. La cuantificación es un proceso que consiste en analizar y memorizar las veces que una determinada unidad se repite en el espacio, si es un elemento, o en el tiempo, si es una acción. Una vez identificado un tipo de unidad, por comparación, podemos comprobar cuántas veces se repite esa unidad.

- *La calificación*

No siempre es posible realizar la cuantificación de una característica. Para poder hacer una cuantificación es necesario disponer de una unidad de medida externa al cerebro y objetivable. Sin una unidad de medida bien identificada y de carácter universal no es posible la cuantificación. Con frecuencia los seres humanos evaluamos aspectos de la realidad usando unidades de medida internas al cerebro y de una gran subjetividad, porque sus límites o son confusos y no están claramente definidos. Por ejemplo cuando evaluamos los niveles de ética, de alegría o de simpatía. En estos casos la cuantificación no es posible. En Vebor usamos cinco niveles básicos de calificación que a su vez pueden subdividirse con el fin de aumentar la precisión deseada en la calificación. Los niveles básicos son los siguientes:

- Muy mal ↓↓
- Mal ↓
- Normal ↔
- Bien ↑
- Muy Bien ↑↑

Los niveles intermedios de matización se especificarán como sigue

  - ↓↓
- Muy mal ↓↓
  - ↓⇣
- Mal ↓
  - ⇣
- Normal ↔
  - ↑⇡
- Bien ↑
  - ↑⇑
- Muy Bien ↑↑
  - ↑⇞

- *La Clase*

Una clase se define mediante un conjunto de características con un determinado rango o conjunto de valores cada una de ellas. Ejemplos de clases son coche, vaca, nadar, ilusión y flor.
El conjunto de las clases lo dividiremos en dos grupos, las clases raíz y las clases subordinadas. Una clase raíz es aquella cuyas características se definen en la propia clase, y no hereda características de ninguna otra clase. Una clase subordinada es aquella que hereda todas las características de otra clase, a la que llamaremos progenitora. Una clase subordinada puede contener características específicas que no estén en su clase progenitora. Toda clase subordinada ha de ser más restrictiva que su clase progenitora. Eso quiere decir que contendrá menos individualidades. Las restricciones pueden generarse por dos vías. Una es añadiendo características nuevas. La otra es reduciendo los rangos de las características de la clase progenitora. La estructura de las clases es jerárquica. Van de lo más general a lo más concreto.

- *El estado*

El estado es una característica de las individualidades. Se define como el conjunto de valores de las características de una individualidad en un intervalo temporal concreto. Además el estado puede incorporar una o más características de valoración general sobre la individualidad en el intervalo temporal en el que se define ese estado. La valoración puede referirse a su funcionalidad, su estética, su salud, etc.
El estado está vinculado al cambio de las individualidades a lo largo del tiempo. Por eso las individualidades del dominio del tiempo no tienen estado. No tiene sentido hablar del estado de un segundo concreto o de un año concreto.

- *Los dominios*

Para organizar bien el conocimiento conviene reflexionar sobre cómo se construye. El conocimiento se construye a partir de las señales que nos proporcionan nuestros receptores (ojos, oído, tacto, etc.) directamente o con la ayuda de sensores tecnológicos. Los receptores construyen esas señales a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos. Es importante reflexionar sobre este hecho.
Vebor se organiza a partir de los siguientes dominios primarios:

- **Conceptos preliminares (▪)**
- **Las fuerzas (✳)**
- **El tiempo (⌛)**
- **El espacio (❒)**

- **Los elementos (❖)**
- **Las acciones (⏵)**
- **Las relaciones (⇆)**

A partir de los dominios primarios se construyen lo que hemos denominado los dominios secundarios. Los dominios secundarios tienen por objetivo describir una parcela concreta, más o menos amplia, de conocimiento. Debe quedar claro que entendemos por conocimiento cualquier procesamiento de señales realizado por un ser humano. Ejemplos de dominios secundarios son el deporte, la biología, la música, el cine, la mecánica, etc. Cada dominio secundario tendrá su propio identificador. Todos ellos serán subclases de la clase "dominio-secundario".

3.4 Algunas definiciones

A continuación se relacionan unas cuantas definiciones pertenecientes a Vebor. Con ello se pretende dar una idea de la estructura conceptual que tiene este lenguaje.

Fuerza = Es la energía que permite mantener y/o modificar los valores de las características de los elementos, es decir, su estado. Las fuerzas son el motor del Mundo.

Tiempo = El tiempo es una conceptualización de los cambios. El tiempo es el resultado de las acciones. Las acciones producen cambios en el valor de las características de los elementos**. *La secuencia de cambios que se producen en el valor de una característica de un elemento es el tiempo de esa característica***. Cada característica de cada elemento tiene su propia dinámica temporal, es decir, su secuencia de cambios. El conjunto de las dinámicas temporales de todas las características de todos los elementos forman el Universo del Tiempo. Las acciones son el motor del tiempo. Si no hay acciones no hay forma de medir el tiempo.

Unidad-T = Se define la unidad temporal (Unidad-T) como cualquier intervalo temporal que pueda usarse como patrón de referencia para medir el tiempo.

Transición-T. Es una clase raíz del dominio del tiempo. Una transición viene definida por el cambio en el contenido de una característica de una individualidad concreta. El amanecer es

una transición que viene determinada por la salida del sol sobre un punto de la corteza terrestre.

Intervalo-T. El Intervalo-T es una clase raíz del dominio del tiempo. Sirve para expresar el número de unidades temporales que hay entre dos Transiciones-T.

Presente. El Presente es una clase primaria del dominio del tiempo. Se define como el intervalo temporal en el que se está realizando una acción o un proceso. La duración del intervalo "Presente" es imprecisa, pero en general de corta duración. El Presente es un intervalo dinámico, es decir, que cambia continuamente. El Presente se desplaza al mismo ritmo que lo hace la vida. El Presente es el único intervalo en el que podemos observar la realidad. Las observaciones realizadas en tiempo Presente pueden memorizarse para construir el tiempo Pasado. El Presente se usa en los procesos de diálogo entre dos o más personas.

Alineación-Meridiano-0. Es una subclase perteneciente a la clase Transición. Se define como el instante en el que el sol está perpendicular al meridiano cero.

Punto. Llamaremos punto a una forma que tenga un solo elemento. Eso es tanto como decir que cada elemento de una forma es un punto o que una forma es una agrupación de puntos.

Línea. La línea es un tipo de forma que está constituida por un conjunto de elementos contiguos, con la condición de que cada elemento ha de ser contiguo de otros dos y solo de dos. Dos elementos son contiguos cuando están tan próximos como permiten las fuerzas que los gobiernan. En lo anterior puede sustituirse elemento por punto, si así se desea, ya que en el ámbito de las formas son sinónimos. Toda línea tiene un punto inicial y otro final. Entre dos puntos existen muchas líneas posibles.

Longitud. La longitud es una característica de las líneas. Es el número de puntos o de elementos "iguales" que constituyen una línea. El elemento usado para construir la línea es la unidad de medida. La longitud siempre va asociada a una línea. Es conveniente que el elemento usado para determinar la longitud sea lo más esférico posible. Además, cuanta más pequeña sea la dimensión de dicho elemento más precisa será la medida de la longitud. Cualquier elemento puede usarse como unidad de longitud. Por eso se define la **Unidad-Longitud** como cualquier elemento que se use para medir la longitud de una línea.

Distancia. La distancia entre dos puntos es la longitud de la línea más corta entre dichos puntos.

Sentido. Una línea puede recorrerse del punto inicial al final y viceversa. A cada una de las dos formas de recorrer una línea se le llama sentido. Si se va del punto inicial al final se llama "directo" y al contrario se le llama "inverso".

Línea-Recta. Dados dos puntos, la línea-recta que une ambos puntos es la línea de distancia menor entre ambos puntos.

Dirección. La dirección es el sentido en el que recorremos una línea recta.

Ángulo. El ángulo es una característica de dos líneas rectas, A y B, cuyo punto inicial es común. El ángulo entre la línea A y la línea B mide cuánto hay que girar sobre el punto inicial la línea A para hacerla coincidir con la línea B. Se considera que el giro total de una línea hasta hacerla coincidir consigo misma es de 360 grados. Esto quiere decir que todo el ámbito de giro de una línea puede dividirse en cuatro ángulos iguales de 90º.

Perpendicularidad = Dos líneas-rectas se dice que son perpendiculares cuando forman un ángulo de 90º.

Grado. El grado es la unidad de medida de los ángulos. Se define teniendo en cuenta que el ángulo máximo posible es de 360º.

Acción = Es la aplicación de una o más fuerzas a uno o más elementos durante un periodo de tiempo, con el resultado de que se produzca un cambio de estado o también de que se impida un cambio de estado.

3.5 Identificadores gráficos

Como ya se ha dicho Vebor tiene una clara vocación visual, aunque no renuncia al uso de cualquier identificador que pueda considerarse útil en una determinada situación. Los identificadores visuales están todavía en una fase de desarrollo muy incipiente. Se muestran a continuación algunos ejemplos con el objetivo de dar una idea de su potencialidad.

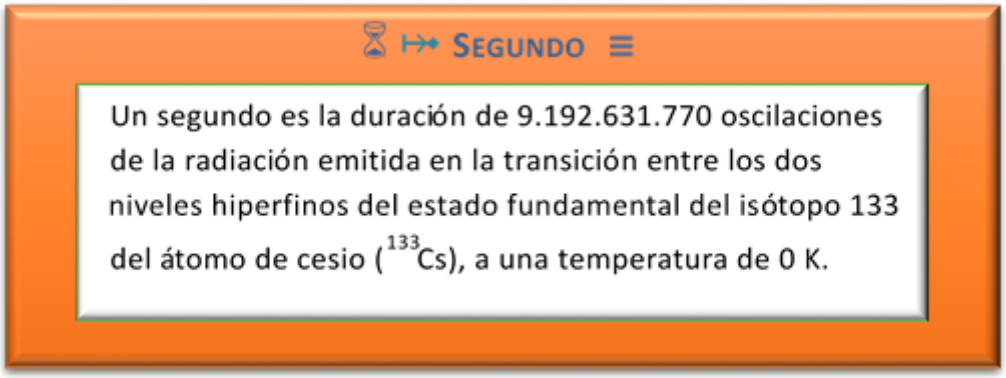


Figura 3-1 Definición de Segundo

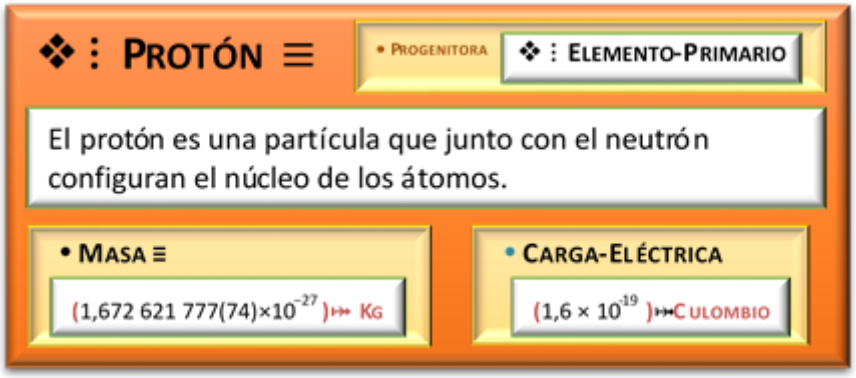


Figura 3-2 Definición de Protón

Figura 3-3 Definición de Acción

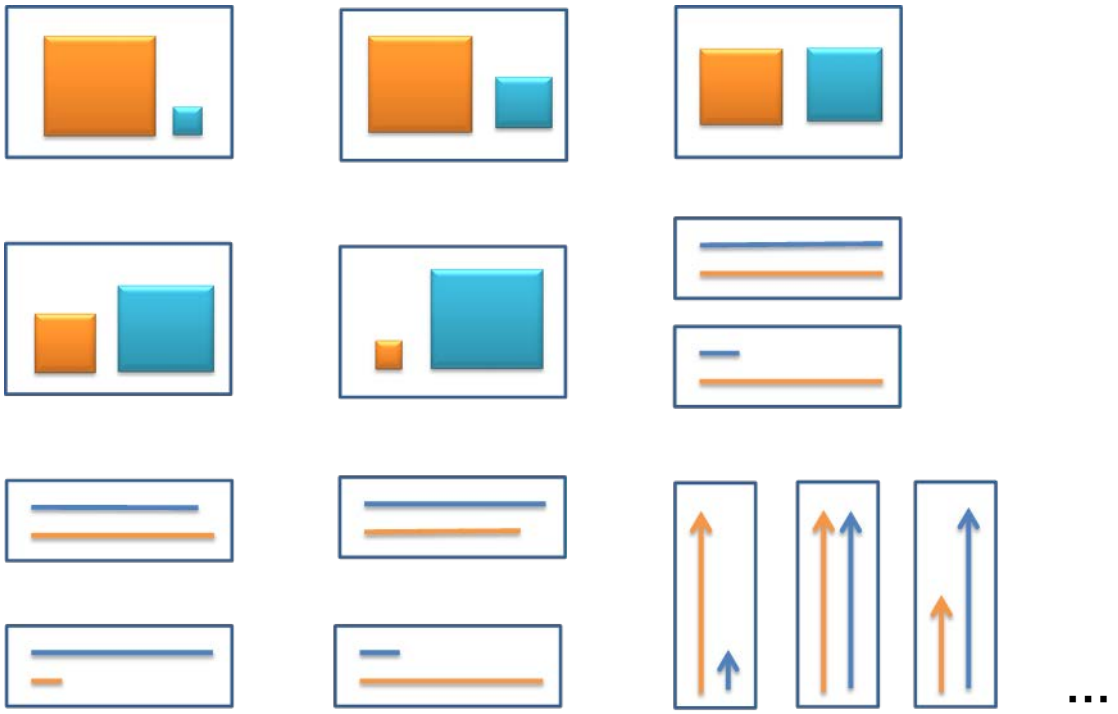


Figura 3-4 Ejemplos de definiciones de tamaño

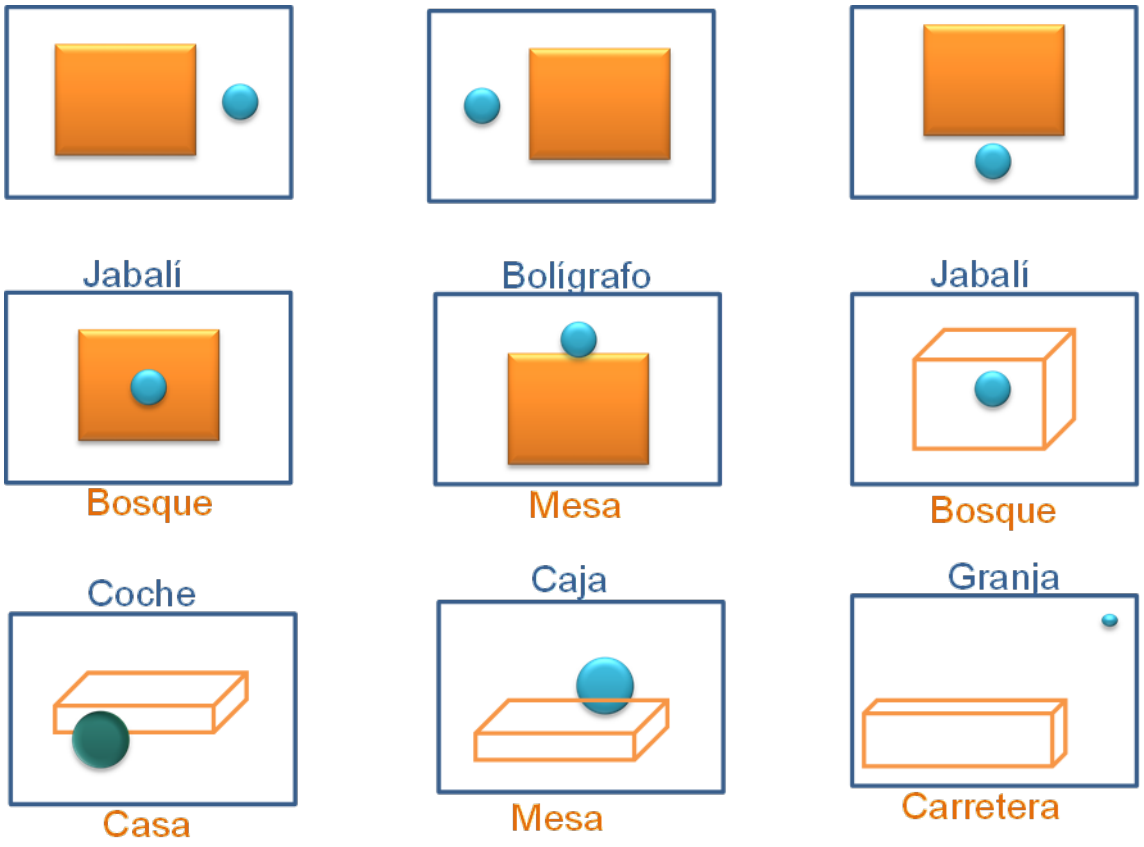


Figura 3-5 Ejemplos de definiciones de ubicación

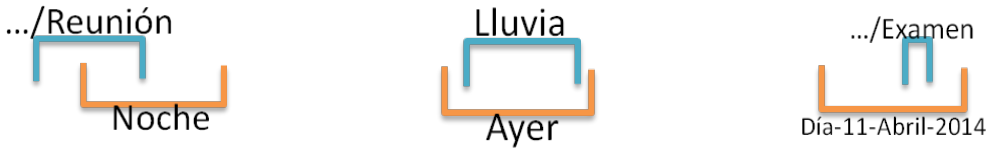


Figura 3-6 Ejemplos de sucesos en el tiempo

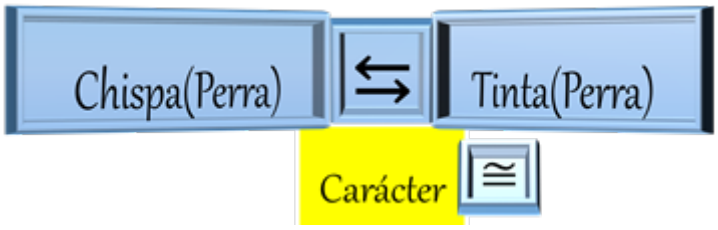


Figura 3-7Comparación entre dos animales (perras)

Figura 3-8 Definición de relación profesional entre dos personas

Figura 3-9 Definición de marea un día concreto

Figura 3-10 Definición de número de rayos caídos un día concreto

Figura 3-11 Comparación fuerza de la gravedad

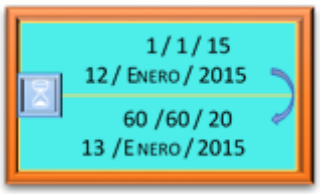


Figura 3-12 Definición intervalo temporal

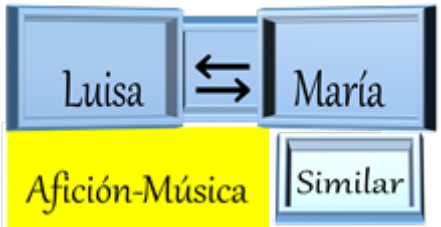


Figura 3-13 Comparación afición dos personas

Figura 3-14 Definición Átomo de Oxígeno

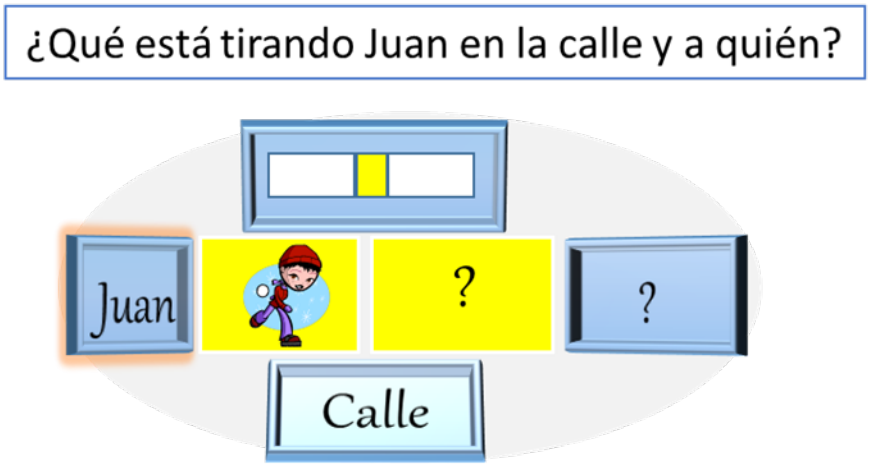


Figura 3-15 Pregunta

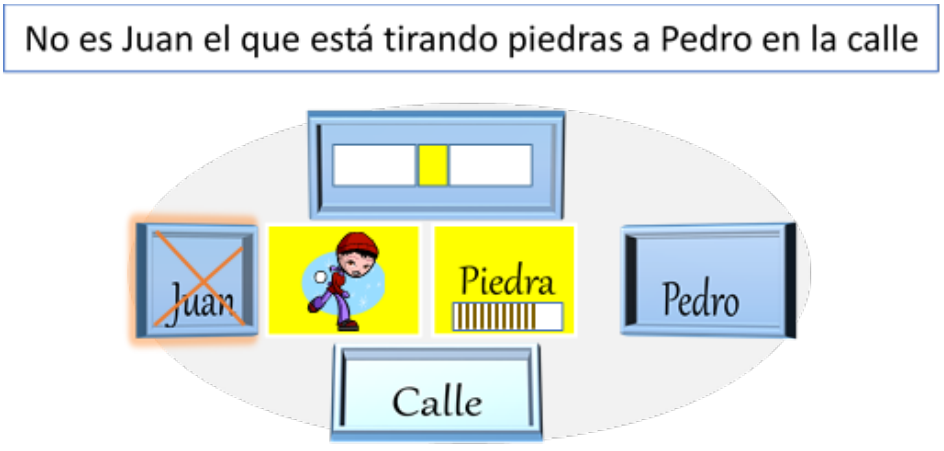


Figura 3-16 Definición de un hecho (1)

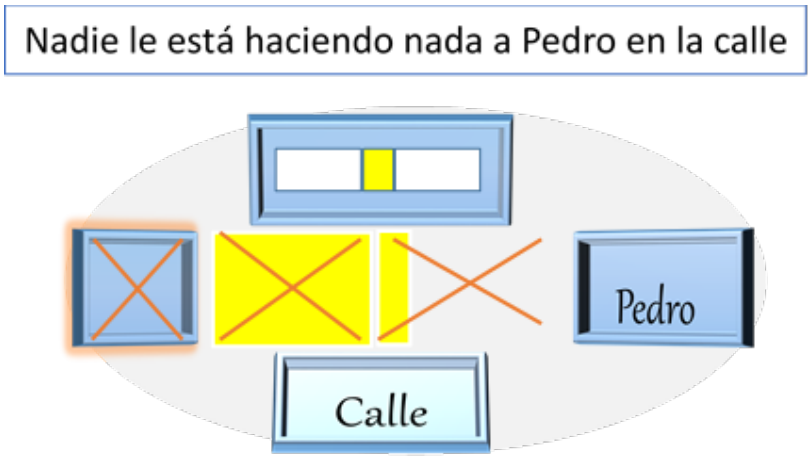


Figura 3-17 Definición de un hecho (2)

Figura 3-18 Definición de un hecho (3)

Figura 3-19 Ejemplo de suceso en el tiempo

4 APORTACIONES DE LA TESIS

4.1 Introducción

Como ya se ha dicho el objetivo de la tesis consiste en sentar las bases para generar una base de conocimiento usando la gramática de Vebor. Se ha elegido el dominio del futbol para implementar la metodología y estructura conceptual necesarias.

Usando una terminología propia de la Ingeniería del Conocimiento puede decirse que la gramática de Vebor lo que permite es desarrollar ontologías en cualquier dominio de conocimiento, con la particularidad de que la estructura conceptual de dichas ontologías está unificada. Uno de los problemas clásicos de las ontologías es que el uso y comprensión de una ontología por parte de quien no la ha desarrollado es complejo y confuso. Con Vebor ese problema desaparece. Y desaparece porque en Vebor la sintaxis está supeditada a la semántica, el significado domina al significante. De esta forma el rigor semántico está garantizado. Cada expresión sintáctica solo puede tener un significado, significado que es muy fácil de comprobar ya que Vebor es un lenguaje asistido por computador.

En este capítulo se desarrollan los conceptos más relevantes del dominio del futbol respetando la gramática de Vebor. Los conceptos básicos del dominio del futbol constituyen lo que podemos llamar una ontología del futbol. Una vez definidos dichos conceptos ya resulta posible construir documentos relacionados con el futbol. El conjunto de la ontología y de los documentos que se vayan generan constituyen lo que hemos llamado la base de conocimiento del dominio del futbol.

La metodología que se sigue en esta tesis para generar una base de conocimiento en el dominio del futbol puede aplicarse a cualquier otro dominio de conocimiento.

4.2 Conceptos previos

Al ser este un trabajo pionero en el uso de Vebor algunos de los conceptos definidos aquí como primarios es previsible que con un desarrollo más avanzado de Vebor, serán definidos como conceptos secundarios. Ha de tenerse en cuenta que hay conceptos tanto primarios como secundarios que no pertenecen a ningún dominio específico, porque forman parte de lo que podemos llamar dominios transversales que se usan en todos o la mayoría de los dominios específicos. Esos conceptos están definidos en la gramática básica de Vebor.

Antes de entrar en los conceptos específicos del dominio del futbol es necesario definir algunos conceptos, que siendo más generales, aún no han sido definidos en el diccionario de Vebor y que son necesarios aquí. Esos conceptos son los siguientes:

◗⁝ Actividad-Física

Es el movimiento de uno o más músculos por parte de un ser biológico.

◗⁝ Actividad-Física-Humana

Es una clase cuya progenitora es "◗⁝ Actividad-Física". Además la característica autor tiene el valor "❖⁝ Ser-Humano". Este es un concepto secundario ya que se define a partir de otros definidos previamente.

◗⁝ Ejercicio-Fortalecimiento

Es una clase cuya progenitora es "◗⁝ Actividad-Física-Humana". Además la característica "• Calificación→• Estado-Físico→• Autor" tiene el valor de "Excelente". Es un concepto secundario.

◗⁝ Memorizar

Es una clase del dominio de las acciones que consiste en almacenar en una memoria un estado o un procedimiento (secuencia de acciones). Tiene la siguiente característica:

- **•Objeto**

  El contenido de esta característica puede ser un estado o un procedimiento.

❖⁝ Organización

Es una clase del dominio de los elementos. Su progenitora es "❖⁝Sistema". Además tiene las siguientes características:

- **(N) ↦ MIEMBRO**

  Donde cada miembro es un Ser-Humano

- **(N) ↦ RECURSO**

  Donde cada recurso es (N) ↦ Elemento

- **Sede**

  La sede es una individualidad de la clase Escenario

⌘⁝ Deporte

Es un dominio secundario. Agrupa a todas las actividades humanas que tienen como principal objetivo la competición en el ámbito físico, tanto de fuerza como de habilidad.

El dominio del deporte está integrado por las siguientes características:

- **Federación**

  Es una característica específica del dominio del deporte. Cada disciplina deportiva puede tener una o más federaciones. La federación es una subclase de "❖⁝ Organización ".

  Las características y valores específicos de la clase federación son los siguientes:

  - **Presidente → Miembro**
  - **Secretario → Miembro**
  - **(0;1) ↦ Tesorero → Miembro**
  - **(N) ↦ Vocal → Miembro**
  - **(N) ↦Equipo → Recurso**
  - **(N) ↦Árbitro → Recurso→ Ser-Humano {•Función (Árbitro) }**

    La función del árbitro es observar la competición y aplicar las normas. La actuación del árbitro se formula mediante la acción condicional.

  - **Objetivo**

    El objetivo de la federación es establecer las normas de cada disciplina deportiva en el ámbito de su competencia.

  - **Dependencia**

    Es una característica tipo clase que indica la organización que autoriza la creación de la federación y que establece las leyes a las que ha de someterse.

  - **Reglamento**

    Conjunto de características que definen el lugar donde se puede practicar un deporte y las reglas que lo gobiernan.

- **Club**

  Es una característica específica del dominio del deporte. Club es una clase cuya progenitora es "❖⁝ Organización ".

  Las características y valores específicos de la clase club son los siguientes:

  - **Presidente → Miembro**
  - **Secretario → Miembro**
  - **(0;1) ↦ Tesorero → Miembro**

- **(N) ↦ Vocal → Miembro**
- **(N) ↦Equipo → Recurso**
- **(N) ↦Deportista → Recurso→ Ser-Humano {•Carnet }**

  Carnet es un documento que acredita la vinculación deportiva de quien lo posee con el club que se indique, con especificación de derechos y obligaciones.

- **Objetivo**

  Participar con sus equipos en las competiciones que organicen las federaciones de las que depende.

- **Dependencia**

  Es una característica tipo clase que indica la federación de la que depende.

- **Reglamento**

  Conjunto de normas que definen los derechos y obligaciones de todas las personas vinculadas al club, así como el uso de los recursos de los que dispone.

- **Equipo**

  Es una característica específica del dominio del deporte. Equipo es una clase cuya progenitora es "❖: Organización ".

  Las características y valores específicos de la clase Equipo son los siguientes:

  - **(N) ↦Deportista → Club (N)**
  - **(N)↦Entrenador → Ser-Humano {•Función (Entrenador) }**

    La función entrenador consiste en adiestrar al equipo para que este consiga sus objetivos deportivos.
  - **(N)↦Preparador-Físico→ Ser-Humano {•Función (Preparador-Físico) }**

    La función preparador físico consiste en preparar físicamente al equipo para que este consiga sus objetivos deportivos.
  - **(0;N)↦Médico → ⌘: Medicina**
  - **(0;N)↦Fisioterapeuta → ⌘: Medicina**

- **Evento-Deportivo**

  Conjunto de características, estados y acciones realizadas por uno o más individuos, que tienen por objetivo conseguir la mejor puntuación, de acuerdo con las "normas" del deporte que se esté practicando. Está formado por las siguientes características:

  - **Lugar**
  - **Tiempo**
  - **(N)↦Árbitro → Federación**
  - **(N)↦Reglamento → Federación**

- **Competición**

  - **(N)↦Evento-Deportivo**

- **Estrategia**

  Conjunto de reglas orientadas a tener éxito en la práctica de un deporte. Estas reglas se formulan mediante la acción condicional (⇆⁝ Acción-Condicional (N))

- **Entrenamiento-Físico**

  Es una clase cuya progenitora es "◗⁝ **Ejercicio-Fortalecimiento**". Incorpora la siguiente característica:

  - **Modo**

    Sirve para indicar la intensidad con la que se realiza el entrenamiento. Admite 5 niveles, expresados con números o con palabras.

- **Entrenamiento-Táctico**

  Es una clase cuya progenitora es "◗⁝**Memorizar**". Lo específico de esta clase es que la característica "•Objeto" está formada por la característica "• Estrategia"

- **Hincha**

  Hincha es una clase cuya progenitora es "❖⁝ Ser-Humano", y que tiene como característica específica:

  - **Atracción-Emocional {• Equipo (N) / • Deportista (N)→Club (N) }**

    (Es una característica tipo calificación con cinco niveles.)

- **Espectador**

  Espectador es una clase cuya progenitora es "❖: Ser-Humano", y que tiene como característica específica:

  - **Observar {• Evento-Deportivo }**

Algunas de las características incluidas en el dominio del deporte tienen la categoría de concepto secundario ya que se definen a partir de otros conceptos previamente definidos. Son las siguientes:

- **Competición**
- **Entrenamiento-Táctico**
- **Hincha**
- **Espectador**

4.3 Conceptos específicos

En este apartado se relacionan y definen los conceptos primarios y secundarios relativos al dominio del futbol. Ha de tenerse en cuenta que hay conceptos tanto primarios como secundarios que no pertenecen a ningún dominio específico, porque forman parte de lo que podemos llamar dominios transversales que se usan en todos o la mayoría de los dominios específicos. Esos conceptos están definidos en la gramática básica de Vebor y algunos de ellos se usan aquí.

⌘: Futbol

Es una clase cuya progenitora es "⌘: Deporte". La clase futbol hereda de su progenitora la característica "•Reglamento" que se concreta en esta clase con las siguientes características:

1. **• Lugar**

   Esta es una característica transversal de Vebor que aquí admite como valor la clase "❒: Campo-Futbol". Esta es una clase del dominio del espacio que está definida por las siguientes características:

   1.1. **• Progenitora**

   La clase progenitora de Campo-Futbol es "❒: Escenario". Escenario es una característica transversal.

   1.2. **• Forma**

La forma es una característica de los elementos, que a su vez es heredada por los escenarios, que son agrupaciones de elementos. La característica forma es también una clase que pertenece al dominio del espacio. Cuando una característica y una clase son coincidentes llevan el mismo identificador. En el caso que nos ocupa solo mostraremos una de las características propias de la clase forma. El resto no se muestran por razones de espacio y sobre todo porque es más apropiado definirlas en formato digital y no de forma textual. La característica que se muestra a continuación es la "• VISUALIZACIÓN". Es una característica tridimensional, que en su versión informática es dinámica. Aquí mostramos una de sus vistas estáticas:

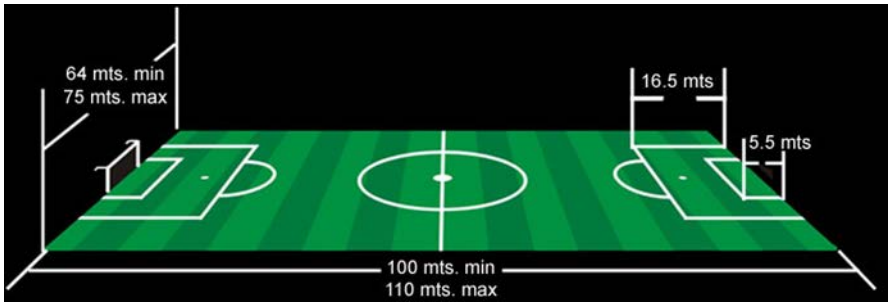


Figura 4-1 Característica "Visualización" de la clase "Campo-Futbol"

Una de las características de la clase escenario es "• **(N)↦Elemento**". Esto quiere decir que un escenario tiene "N" elementos. A su vez cada elemento puede estar compuesto por otros elementos. Cada uno de los elementos tendrá un identificador. A continuación se relacionan algunos de los elementos que forman un campo de futbol. No se entra a describir todos sus detalles ya que no se considera necesario para los objetivos de la tesis.

1.3. •Campo-Juego

Es la zona del campo de futbol donde se desarrolla el juego. El campo de juego es un prisma rectangular recto, cuya base es la superficie del césped. Una vista estática y en planta de esta característica es la siguiente:

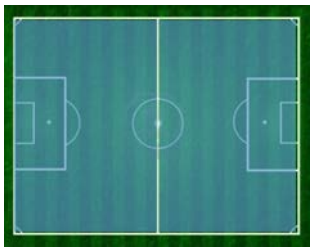


Figura 4-2 Vista estática y en planta de la característica Campo-Juego.

El campo de juego se subdivide a su vez en dos mitades:

- Campo-1
- Campo-2

Cada una de ellas es la mitad del campo de juego asignado de forma arbitraria. Una vista estática y en planta de una de ellas es la siguiente:

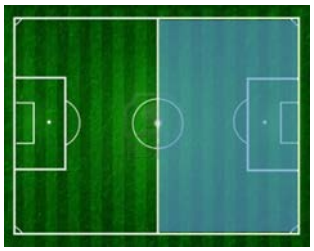


Figura 4-3 Característica Campo-Juego en la que se destaca Campo-1.

Cada uno de los dos campos se subdivide a su vez en dos partes:

- Área-Grande
- Fuera-Área-Grande

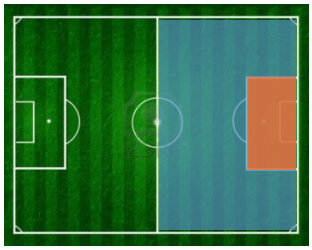


Figura 4-4 Detalle de Área-Grande y Fuera-Área-Grande.

El área grande se subdivide a su vez en dos partes:

- Área-Pequeña
- Fuera-Área-Pequeña

La zona denominada Fuera-Área-Grande se subdivide a su vez en tres partes:

- Lateral-Derecho
- Lateral-Izquierdo
- Frontal-Área-Grande

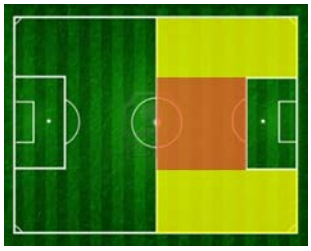


Figura 4-5 Detalle división Área-Grande.

Cada una de las zonas del campo que se han definido hasta ahora admiten, además, ser subdivididas en partes iguales, tanto vertical como horizontalmente. Las divisiones pueden hacerse en dos partes, en tres o en más, dependiendo del grado

de detalle con el que se quiera expresar el lugar donde se desarrolla una acción. Si, por ejemplo, decidimos dividir en lateral derecho en dos partes verticales nos referiríamos a ellas como:

- Lateral-Derecho-V-1/2-1
- Lateral-Derecho-V-1/2-2

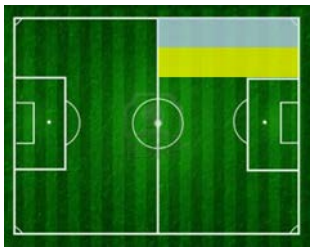


Figura 4-6 Detalle división Lateral-Derecho.

Puesto que Vebor admite sinónimos, si se desea, pueden introducirse descriptores más próximos al lenguaje textual. Por ejemplo:

- Lateral-Derecho-V-1/2-1 = Lateral-Derecho-Exterior
- Lateral-Derecho-V-1/2-2 = Lateral-Derecho-Interior

Si se desea dividir la zona Frontal-Área-Grande en dos zonas horizontales tendríamos:

- Frontal-Área-Grande-H-1/2-1
- Frontal-Área-Grande-H-1/2-2

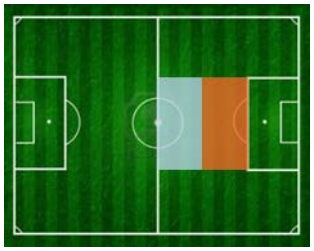


Figura 4-7 Detalle división Frontal-Área-Grande

También es posible realizar intersecciones, como por ejemplo:

- [Frontal-Área-Grande-H-1/2-1] ⋂ [Frontal-Área-Grande-V-1/3-1]

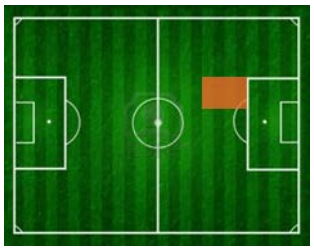


Figura 4-8 Detalle intersección Frontal-Área-Grande

En cada uno de los dos campos se contemplan también los siguientes elementos:

- Córner-A
- Córner-B
- Banderín-A
- Banderín-B
- Punto-Penalti
- Semicírculo-Área
- Portería

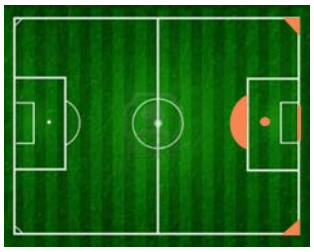


Figura 4-9 Visualización elementos Campo-1.

La portería es una estructura formada por dos postes perpendiculares al suelo de 2,44 m de alto, unidos en su parte superior por un travesaño de 7,32 m. Están ubicados en el centro del fondo del Campo-1 y pertenecen al Campo-1.

Una imagen estática y con perspectiva de esta característica es la siguiente:

Figura 4-10 Imagen estática y con perspectiva del elemento Portería.

Como ya se indicó anteriormente las subdivisiones anteriores y los elementos descritos son idénticos para el Campo-1 y el Campo-2. Por eso es preciso añadir a cada identificador las expresiones C1 o C2. Además los campos estarán asignados al Equipo-A o al Equipo-B. Esto implica añadir las expresiones EA o EB. Se muestran a

continuación algunos ejemplos que incorporan la expresión completa de cada identificador:

- C1-EA-Lateral-Izquierdo-V-1/2-1
- C2-EB-Lateral-Izquierdo-V-1/2-2
- C1-EA-Área-Pequeña
- C2-EB-Área-Grande
- C2-EA = Campo-2-EA

Hay un par de elementos que pertenecen al conjunto del Campo-Juego y que son:

- Punto-Central
- Círculo-Central

1.4. •Campo-Exterior

El Campo-Exterior es la parte del Campo-Futbol que es exterior al Campo-Juego. Hay una parte del Campo-Exterior que limita con el Campo-1 y otra parte que limita con el Campo-2. A su vez cada una de estas partes se subdivide en las siguientes partes:

- Interior-Portería
- Fondo-A
- Fondo-B
- Lateral-A
- Lateral-B

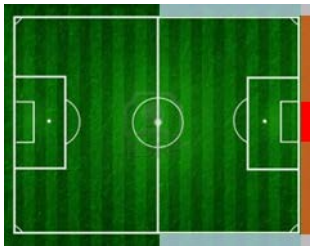


Figura 4-11 Partes de Campo-Exterior de Campo-1

Las cinco partes anteriores admiten dos opciones que se indicarán con las expresiones C1 o C2 y también asociándolas a uno de los dos equipos, es decir EA o EB.

Otras características similares a las anteriores se relacionan a continuación:

1.5. •Banquillo-1

1.6. •Área-Técnica-1

1.7. •Banquillo-2

1.8. •Área-Técnica-2

1.9. •Vestuario-A

Sala destinada a que se cambien de ropa los futbolistas del equipo-A. Suele incluir duchas y aseos.

1.10. •Vestuario-B

Sala destinada a que se cambien de ropa los futbolistas del equipo-B. Suele incluir duchas y aseos.

1.11. •Grada

Lugar destinado a que los espectadores presencien un partido. Esta característica tiene a su vez otras dos características que son:

1.11.1. •Posición

Sirve para indicar en qué lado del campo están posicionadas. Hay cuatro opciones: **Fondo-1; Fondo-2; Lateral-1; Lateral-2**

1.11.2. •Tipo

Sirve para indicar la calidad o categoría de la grada. Puede haber muchas opciones: **Tribuna; Palco; Preferente; Anfiteatro**; Etc.

1.12. •Sala-Prensa

Lugar destinado a las ruedas de prensa.

2. • Equipo

Esta es una característica que se hereda del dominio del deporte y que se concreta dentro de la característica reglamento indicando cuántos deportistas componen cada equipo de futbol. Para ello se acota en valor de "N" dentro de la característica "Deportista"

2.1. •(N)↦Deportista ; N = T + S + R ; T = 11 ; S = 6 ; R ≦ 10

Siendo N = número total de jugadores del equipo

T = número de jugadores titulares

S = número de jugadores suplentes

R = número de jugadores reservas

3. •Posición-Balón

Es una subclase de la clase transversal Posición. Esta característica sirve para indicar la posición del balón en un determinado intervalo temporal. Además nos indica en qué parte del campo se encuentra el balón. Consta de las siguientes características:

3.1. •Posición

Proporciona las tres coordenadas espaciales referidas al sistema de referencia establecido en el correspondiente campo de futbol. La medida de la posición en la que se encuentra el balón va siempre asociada a una transición temporal.

3.2. •Tiempo

Indica el intervalo temporal que se inicia con la transición temporal en la que se midió la posición del balón.

3.3. •Lugar

Indica la parte del campo en la que se encuentra el balón. Los valores posibles son los definidos en los apartados 1.3 y 1.4

4. •Acción-Balón

Es una subclase de la clase transversal Acción. Esta característica tiene lugar cuando un jugador actúa sobre el balón. Puede actuar con cualquier parte del cuerpo. Sus características son las siguientes:

4.1. Jugador

4.2. Tiempo

4.3. Posición

4.4. Parte-Cuerpo. Admite los siguientes valores:

- Cabeza
  - Cara
  - Frente
  - Superior
  - Posterior
  - Lateral derecho
  - Lateral izquierdo
- Tronco
  - Pecho

        - Vientre
        - Espalda
        - Hombro derecho
        - Hombro izquierdo
    - Extremidades-Superiores
        - Mano derecha
        - Mano izquierda
        - Puño derecho
        - Puño izquierdo
        - Brazo derecho
        - Brazo izquierdo
        - Dos manos
    - Extremidades-Inferiores
        - Muslo derecho
        - Muslo izquierdo
        - Rodilla derecha
        - Rodilla izquierda
        - Espinilla derecha
        - Espinilla izquierda
        - Pie derecho
            - Puntera
            - Empeine
            - Tacón
            - Interior
            - Exterior
        - Pie izquierdo.
            - Puntera
            - Empeine
            - Tacón
            - Interior
            - Exterior

4.5. Tipo. Admite los siguientes valores:

- Golpear:
    - Suave
    - Fuerte

- Muy fuerte

- Coger
- Desviar
- Lanzar con una o dos manos
- Interceptar
- Amortiguar

4.6. Objetivo. Admite los siguientes valores:

- Pasar a un compañero
- Echar fuera del campo
- Meter gol
- Alejar de la portería propia
- Impedir que entre en portería propia

4.7. Parámetros-Balón-Antes

4.7.1. Altura

- Baja, por debajo de la rodilla
- Media, entre la rodilla y el pecho
- Alta, entre el pecho y el máximo nivel donde se pueda saltar para golpear con la cabeza.

4.7.2. Velocidad

- Lenta
- Media
- Rápida
- Muy rápida.

4.7.3. Ángulo vertical

- Hacia arriba
- Horizontal
- Hacia abajo

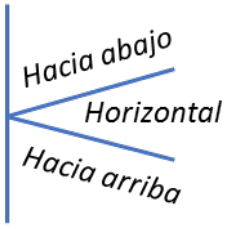


Figura 4-12 Visualización del parámetro Ángulo horizontal

4.7.4. Dirección horizontal. La dirección horizontal del balón se indica tomando como referencia al jugador en el momento de realizar la acción, independientemente de que este esté de pie o en el suelo o saltando o inclinado. Las opciones son:

- Delante
- Detrás
- Lateral derecho
- Lateral izquierdo

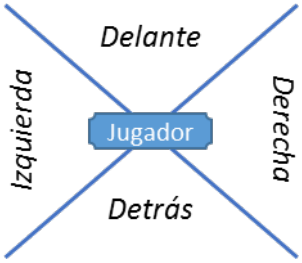


Figura 4-13 Visualización del parámetro Dirección horizontal

4.7.5. Sentido. El sentido en el que circula el balón se hace en relación al jugador y tiene dos valores:

- Acercándose
- Alejándose

4.8. Parámetros-Balón-Después

4.8.1. Velocidad

- Lenta
- Media
- Rápida
- Muy rápida.

4.8.2. Ángulo vertical

- Hacia arriba
- Horizontal
- Hacia abajo

4.8.3. Dirección horizontal. La dirección horizontal del balón se indica tomando como referencia al jugador en el momento de realizar la acción, independientemente de que este esté de pie o en el suelo o saltando o inclinado. Las opciones son:

- Delante

- Detrás
- Lateral derecho
- Lateral izquierdo

4.9. Parámetros-Jugador

4.9.1. Posición relativa al campo. La posición relativa al campo se establece en relación a la portería del campo en el que está el jugador (Campo-1 o Campo-2). Las opciones pueden ser:

- Delante, si la portería está delante del jugador
- Detrás, si la portería está a la espalda del jugador
- Derecha, si la portería está a la derecha del jugador
- Izquierda, si la portería está a la izquierda del jugador

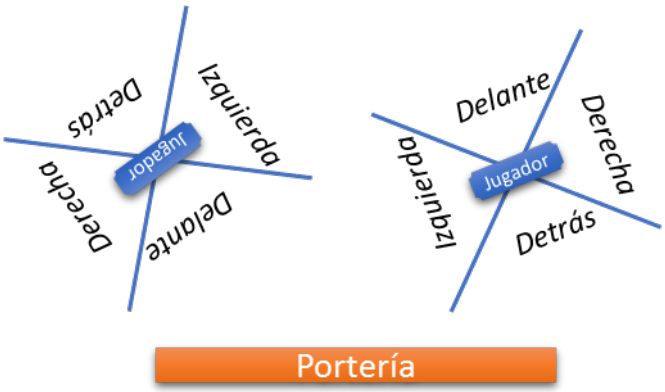


Figura 4-14 Visualización del parámetro Posición relativa al campo

Si se desea ser más preciso pueden usarse las siguientes opciones:

- Delante-Derecha
- Delante-Izquierda
- Detrás-Derecha
- Detrás-Izquierda

4.9.2. Posición relativa al suelo. Admite los siguientes valores:

- Vertical:
  - Suelo
  - Aire
- Horizontal:

- Suelo
- Media altura

- Inclinado:
  - Derecha
  - Izquierda
  - Delante
  - Detrás

4.9.3. Dinámica. Admite los siguientes valores:

- Parado
- Movimiento
  - Lento
  - Rápido
  - Muy rápido

4.9.4. Fracaso-Éxito. Se evalúa cualitativamente, atendiendo al grado de cumplimiento del objetivo de la acción.

4.9.5. Técnica. Se hace una evaluación cualitativa, atendiendo a la calidad técnica en la ejecución de la acción.

4.9.6. Causa-Fracaso

Una Acción-Balón puede no tener éxito por las siguientes razones:

- Mala ejecución técnica del jugador que realiza la Acción-Balón con la que se inicia la trayectoria.
- Poca colaboración del compañero que debía recibir el balón
- Buena anticipación de un jugador contrario
- Mal estado del terreno de juego

Hay algunos tipos de Acción-Balón que por ser muy repetitivos o muy característicos conviene asignarles un identificador propio. Al definirlos se concretan alguna o algunas de las características propias de la Acción-Balón, quedando otras sin concretar. Posteriormente se definirán algunas de ellas.

5. •Trayectoria-Balón

Es una subclase de la característica transversal Trayectoria-Espacial. Esta característica sirve para indicar la secuencia de posiciones del balón en una secuencia correlativa de intervalos temporales. Cada trayectoria del balón contiene**(N)↦**Posición-Balón, cada

una de ellas con sus tres características (tiempo, posición, lugar). Además cada trayectoria incluye la característica "•inicio" y la característica "•final". El inicio siempre se produce con una Acción-Balón. El final admite dos opciones. La primera consiste en un Acción-Balón. La segunda se produce cuando el balón sale fuera del Campo-Juego.

Una Trayectoria-Balón puede incluir lo que denominamos "Rebote". El Rebote se produce cuando el balón choca contra otro jugador (sin que este lo haya intentado), contra el árbitro, contra la portería, contra el banderín de córner o contra el suelo. Sus características son:

5.1. Inicio
- Acción-Balón

5.2. (N) ↦Posición-Balón

5.3. (N) ↦Rebote

5.4. Final
- Acción-Balón
- Fuera-Campo-Juego

6. •Conducción-Balón

Es una subclase de Acción. Es una secuencia de **(N)↦**Trayectoria-Balón, que se inician y finalizan en el mismo jugador.

6.1. (N) ↦Trayectoria-Balón (Jugador→Acción-Balón→ Inicio = Jugador→Acción-Balón→ Final)

7. •Tiempo-Juego

Es el conjunto de intervalos temporales pertenecientes al "**• Tiempo**" de un partido en los que el árbitro autoriza el juego.

8. •Gol

Es una Trayectoria-Balón que contiene un estado "n" con valor de la característica lugar igual a "Campo-Juego" y además el estado "n+1" tiene por valor de la característica lugar "Interior-Portería-1" o "Interior-Portería-2". El gol es el resultado de una acción válida en el campo de juego, cuyo autor es un jugador de un equipo.Sus características son:

8.1. Partido

8.2. Equipo

8.3. Autor

8.4. Acción-Balón

8.5. Portería

8.6. Intervalo-Temporal

9. • Resultado

9.1. Partido

9.2. (N) ↦Gol - Equipo-A

9.3. (N) ↦Gol - Equipo-B

10. •Córner-F-Equipo-A

Es una Trayectoria-Balón que contiene un estado "n" con valor de la característica lugar igual a "Campo-Juego" y además el estado "n+1" tiene por valor de la característica lugar "**Corner-1-A**" o "**Corner-1-B**" o "**Corner-2-A**" o "**Corner-2-B**", y con la condición de que el autor de la Trayectoria-Balón sea jugador del Equipo-B.

11. •Córner-F-Equipo-B

Es una Trayectoria-Balón que contiene un estado "n" con valor de la característica lugar igual a "Campo-Juego" y además el estado "n+1" tiene por valor de la característica lugar "**Corner-1-A**" o "**Corner-1-B**" o "**Corner-2-A**" o "**Corner-2-B**", y con la condición de que el autor de la Trayectoria-Balón sea jugador del Equipo-A.

12. •Fuera-Banda-F-Equipo-A

Es una Trayectoria-Balón que contiene un estado "n" con valor de la característica lugar igual a "Campo-Juego" y además el estado "n+1" tiene por valor de la característica lugar "**Lateral-A**" o "**Lateral-B**", y con la condición de que el autor de la Trayectoria-Balón sea jugador del Equipo-B.

13. •Fuera-Banda-F-Equipo-B

Es una Trayectoria-Balón que contiene un estado "n" con valor de la característica lugar igual a "Campo-Juego" y además el estado "n+1" tiene por valor de la característica lugar "**Lateral-A**" o "**Lateral-B**", y con la condición de que el autor de la Trayectoria-Balón sea jugador del Equipo-A.

14. •Sacar-Banda

Es una Acción-Balón que se inicia en el "**Lateral-A**" o " **Lateral-B**". El balón ha de estar por encima de la cabeza del jugador que realiza la acción. La acción es del tipo lanzamiento con las dos manos.

15. •Sacar-Córner

Es una Acción-Balón que se inicia en el "**Corner-1-A**" o "**Corner-1-B**" o "**Corner-2-A**" o "**Corner-2-B**". El balón ha de estar parado y en el suelo. La acción es del tipo golpeo con el pie.

16. •Acción-No-Permitida

Hay una serie de acciones que puede realizar un jugador en el Campo-Juego y que no están permitidas. Son las siguientes:

- **Empujar**
- **Zancadillear**
- **Sujetar**
- **Golpear**
- **Tocar el balón con la mano o el brazo (se exceptúa el portero)**

17. •Falta

Es una acción. Cuando el árbitro considera que un jugador ha realizado una Acción-No-Permitida interrumpe el juego e indica que se ha cometido una falta. Obviamente el árbitro puede equivocarse en su apreciación, pero su decisión es irrevocable. El juego se reanuda colocando el balón en el lugar donde se ha cometido la falta. La falta la saca, golpeando con el pie, un jugador del equipo que no cometió la falta. Cuando la falta se produce dentro del área se denomina penalti. Sus características son:

17.1. Jugador-Sancionado

17.2. Jugador-Receptor

17.3. Posición-Jugador

17.4. Tiempo

18. •Sacar-Falta

Es una Acción-Balón que se inicia en el lugar donde se señaló una falta. El balón ha de estar parado y en el suelo. La acción es del tipo golpeo con el pie. Si el equipo que saca

la falta lo desea puede pedir al árbitro que ningún jugador del equipo contrario esté a menos de nueve metros de distancia.

19. •Tirar-Penalti

Es una Acción-Balón que se inicia en el Punto-Penalti. El balón ha de estar parado y en el suelo. La acción es del tipo golpeo con el pie. Es una acción que se realice después de que el árbitro ha señalado penalti. Es una acción que tiene dos condiciones:

- El portero ha de estar quieto y en la línea de la portería
- Ningún jugador distinto al que realiza la acción puede estar dentro del área ni dentro del semicírculo del área.

20. •Tarjeta-Amarilla

Es una acción. Cuando el árbitro considera que un jugador ha realizado una Acción-No-Permitida con un cierto componente de peligrosidad para el contrario o de reiteración, puede, además de indicar la falta, sacar Tarjeta-Amarilla al jugador. La acumulación de tarjetas amarillas acarrea sanciones orientadas a no permitir jugar algún partido, de acuerdo con las normas establecidas en el reglamento

21. •Tarjeta-Roja

Es una acción. Cuando el árbitro considera que un jugador ha realizado una Acción-No-Permitida con un alto componente de peligrosidad para el contrario o de reiteración, puede, además de indicar la falta, sacar Tarjeta-Roja al jugador. La Tarjeta-Roja implica la expulsión del jugador del partido y acarrea además la prohibición de jugar uno o más partidos futuros. Dos tarjetas amarillas en un partido equivalen a una tarjeta roja.

22. •Posición-Jugador

Es la posición que tiene un jugador dentro del campo de juego. Cuando se realice por medios electrónicos con apoyo visual se usarán coordenadas numéricas y podrá visualizarse sobre una imagen del Campo-Juego. Además podrá incluir la posición del resto de jugadores para facilitar la percepción colectiva del conjunto.

Cuando se desee expresar la posición sin apoyo visual la expresividad se reduce considerablemente. Podrá usarse la posición relativa al campo y también la relativa al resto de jugadores.

22.1. Posición-Relativa-Campo. Admite las siguientes opciones:

- Dentro

- Área-Pequeña
- Circulo-Central
- Etc.

- Cerca
  - Punto-Penalti
  - Corner-1-A
  - Etc.
- Lejos
  - Portería-1
  - Área-Grande
  - Etc.

22.2. Posición-Relativa-Jugadores. Admite las siguientes opciones:

- Derecha
  - Jugador-X
  - Etc.
- Izquierda
  - Jugador-X
  - Etc.
- Delante
  - Jugador-X
  - Etc.
- Detrás
  - Defensa
  - Etc.
- Cerca
  - Portero-Contrario
  - Etc.
- Lejos
  - Jugador-X
  - Etc.

23. •Desplazamiento-Jugador

Es la secuencia de Posición-Jugador sobre el Campo-Juego que realiza un jugador sin balón a lo largo de un determinado intervalo temporal. El Desplazamiento-Jugador siempre tiene un objetivo.

23.1. (N) ↦Posición-Jugador

23.2. Objetivos. Admite las siguientes opciones:

- Facilitar-Pase-Compañero
- Impedir-Pase-Contrario
- Realizar-Acción-Balón
- Atraer-Jugador-Contrario

23.3. Intervalo-Temporal

23.4. Fracaso-Éxito. Se evalúa cualitativamente, atendiendo al grado de cumplimiento del objetivo de la acción.

23.5. Causa-Fracaso

Un Desplazamiento-Jugador puede no tener éxito por las siguientes razones:

- El jugador comete una infracción (Fuera-Juego, …)
- El desplazamiento no fue apropiado
- El equipo contrario reaccionó a tiempo.

También puede suceder que se dé una combinación de más de una de las razones anteriores.

24. •Jugada

Una Jugada consta de una o más Acción-Balón. Además puede incluir una o más Desplazamiento-Jugador. Son acciones realizadas por uno o más jugadores del mismo equipo en un determinado momento del partido. Los elementos de una Jugada son los siguientes:

24.1. (N) ↦Acción-Balón

24.2. (N) ↦Desplazamiento-Jugador

24.3. Intervalo-Temporal

24.4. Tipo

- Improvisada
- Acción-Táctica

24.5. Objetivos:

- Retener el balón
- Perder tiempo

- Realizar un contraataque
- Salir del campo propio
- Aproximarse al área contraria
- Realizar disparo a puerta

24.6. Finalización:

- El balón sale fuera del Campo-Juego
- El equipo pierde el balón
- Se cambia el objetivo de la jugada
- El árbitro indica falta

24.7. Fracaso-Éxito. Se evalúa cualitativamente, atendiendo al grado de cumplimiento del objetivo de la acción. Cuando una jugada cuyo objetivo sea realizar disparo a puerta y se consiga el objetivo se añadirán las siguientes opciones:

- Gol
- Parada
- Fuera
- Se desvía

24.8. Causa-Fracaso-Éxito

- Atribuido a uno o más jugadores (calificar cualitativamente)
- Atribuido al tipo de jugada (calificar cualitativamente)
- Atribuido al estado del terreno de juego (calificar cualitativamente)

24.9. Estética. Se hace una evaluación cualitativa.

25. •Acción-Defensa

Es un conjunto de Desplazamiento-Jugador realizadas por uno o más jugadores del mismo equipo en un determinado momento del partido. Toda Acción-Defensa va orientada a neutralizar una Jugada del equipo contrario. Los elementos de una Acción-Defensa son los siguientes:

25.1. (N) ↦Desplazamiento-Jugador

25.2. (N) ↦Acción-No-Permitida

25.3. Intervalo-Temporal

25.4. Tipo

- Improvisada
- Acción-Táctica

25.5. Objetivos:

- Impedir salida de balón
- Provocar fuera de juego
- Parar contraataque
- Dificultar el pase
- Dificultar el disparo a puerta
- Quitar el balón

25.6. Finalización:

- El balón sale fuera del Campo-Juego
- El equipo consigue el balón
- Se cambia el objetivo de la Acción-Defensa
- El árbitro indica falta

25.7. Fracaso-Éxito. Se evalúa cualitativamente, atendiendo al grado de cumplimiento del objetivo de la acción.

25.8. Causa-Fracaso-Éxito

- Atribuido a uno o más jugadores (calificar cualitativamente)
- Atribuido al tipo de jugada (calificar cualitativamente)
- Atribuido al estado del terreno de juego (calificar cualitativamente)

25.9. Estética. Se hace una evaluación cualitativa.

26. •Estado-Juego

Es una descripción dinámica hecha en un determinado momento del partido. Está orientada a describir la posición de los jugadores, el tipo de acción que está haciendo cada equipo, el cansancio de los jugadores, etc. Incluye los siguientes elementos:

26.1. Posición-Jugador

26.2. Jugada

26.3. Acción-Defensa

26.4. Estado-Jugador

26.5. Tiempo

27. • Acción-Táctica

Está orientada a definir la Jugada o la Acción-Defensa que debe hacerse ante un determinado Estado-Juego. Son acciones pre-programadas, en contraposición a las acciones improvisadas.

Cada entrenador establece previamente un conjunto de (N) ↦ Acción-Táctica que entrena con sus jugadores con el objetivo de que se apliquen adecuadamente durante el desarrollo de los partidos. Los elementos de una Acción-Táctica son los siguientes:

27.1. Estado-Juego

27.2. Jugada o Acción-Defensa

28. •Estrategia

Es el conjunto de acciones tácticas programadas para realizar en un partido. Los elementos de una Estrategia son los siguientes:

28.1. (N) ↦ Acción-Táctica

28.2. Objetivo (Conseguir un determinado resultado)

28.3. Éxito (Si o No, dependiendo de si se consigue o no el objetivo).

28.4. Estética. Se hace una evaluación cualitativa.

29. •Juego

Es el conjunto de Jugadas y de Acción-Defensa realizadas por un equipo en un partido. Los elementos de una Estrategia son los siguientes:

29.1. Partido

29.2. Equipo

29.3. (N) ↦ Jugada

29.4. (N) ↦ Acción-Defensa

29.5. Coincidencia-Estrategia. Se hace una evaluación cualitativa.

29.6. Objetivo (Conseguir un determinado resultado)

29.7. Éxito (Si o No, dependiendo de si se consigue o no el objetivo).

29.8. Estética. Se hace una evaluación cualitativa.

30. •Partido

Enfrentamiento deportivo entre dos equipos, denominados Equipo-A y Equipo-B y que tiene las siguientes características:

30.1. Competición

30.2. Equipo-A

30.3. Equipo-B

30.4. Fecha

30.5. Inicio

30.6. Tiempo = Primer-T + Prol1 + Descanso + Segundo-T + Prol2

- Duración → Primer-T = (45) ↦minuto
- Duración → Prol1 = (?) ↦minuto
- Duración → Descanso = (15) ↦minuto
- Duración → Segundo-T = (45) ↦minuto
- Duración → Prol2 = (?) ↦minuto
- Duración → Descanso-Prorroga = (5) ↦minuto
- Duración → Primer-T-P = (45) ↦minuto
- Duración → Prol1-P = (?) ↦minuto
- Duración → Segundo-T-P = (45) ↦minuto
- Duración → Prol2-P = (?) ↦minuto

El tiempo de las prolongaciones es decidido por el árbitro en función del tiempo perdido. La prórroga y sus tiempos asociados tienen lugar en los partidos con exigencia de vencedor y cuando el resultado del partido normal o de la eliminatoria haya finalizado en empate.

30.7. (N) ↦ Tarjeta-Amarilla

30.8. (N) ↦ Tarjeta-Roja

30.9. (N) ↦ Falta

30.10. (N) ↦ Penalti

30.11. (N) ↦Córner

30.12. (N) ↦Fuera-Banda

31. •Evaluación-Arbitraje

Es una acción que puede ser realizada tanto por un profesional como por un aficionado. Tiene un alto componente de subjetividad. Sus características son las siguientes:

31.1. Autor de la evaluación

31.2. Calificación global subjetiva

31.3. Forma física

31.4. Posicionamiento

31.5. Personalidad

31.6. Nivel de dificultad del partido

31.7. Control disciplinario

31.8. Nivel de aciertos

31.9. Errores graves

31.10. Colaboración auxiliares

31.11. Arbitraje tendencioso a favor de un equipo

- Equipo favorecido
- Nivel de tendencia

31.12. Calificación global deducida (*se obtiene automáticamente a partir de las calificaciones subjetivas parciales*)

32. •Evaluación-Jugador

Es una acción que puede ser realizada tanto por un profesional como por un aficionado. Algunas características tienen un alto componente de subjetividad. Sus características son las siguientes:

32.1. Autor de la evaluación

32.2. Calificación global subjetiva

32.3. Forma física

32.4. Actitud

32.5. Calidad técnica

32.6. Errores cometidos

32.7. Agresividad

32.8. Faltas cometidas

32.9. Faltas recibidas

32.10. Jugadas brillantes

32.11. Tarjetas

32.12. Goles

32.13. Minutos jugados

33. •Crónica-Partido

Es una descripción de los aspectos más relevantes sucedidos en un partido. Sus características son las siguientes:

33.1. Partido

33.2. Estrategia

33.3. Juego

33.4. Evaluación-Arbitraje

33.5. Evaluación-Jugador

33.6. Tiempo

33.7. Autoridades

33.8. Periodistas

33.9. Afición

33.10. Campo

Considero que los conceptos definidos en los párrafos anteriores constituyen el diccionario básico de Vebor para el dominio del futbol. Como todo diccionario queda abierto a su perfeccionamiento, tanto por modificación de características y conceptos, como por incorporación de otros nuevos.

4.4 Identificadores gráficos

Como ya quedó reflejado en los apartados anteriores el objetivo de esta tesis no es el de centrarse en los aspectos gráficos de Vebor. El objetivo de la tesis es organizar la estructura conceptual del dominio del futbol usando la gramática de Vebor. También se ha insistido a lo largo del documento en que Vebor es un lenguaje que admite sinónimos, es decir, que cualquier concepto o individualidad puede asociarse a tantos identificadores como se desee. Los identificadores pueden ser alfanuméricos, gráficos sencillos, imágenes estáticas, imágenes animadas, o cualquier otra señal vinculada a alguna energía física que pueda ser procesada de forma útil por un ser humano.

Con el fin de dar una ligera idea de la potencialidad visual que ofrece Vebor se muestra a continuación un ejemplo correspondiente a la crónica de un partido de futbol. La presentación inicial sería la siguiente:

Figura 4-15 Identificador gráfico de Crónica-Partido

Como puede observarse fácilmente la estructura gráfica permite la presentación en una pantalla convencional de ordenador con un formato apaisado, pero también puede presentarse en un teléfono colocando los distintos módulos secuencialmente en formato columna.

Cada módulo de los ofrecidos en el gráfico anterior contiene un resumen de alguno de los aspectos del partido. El autor de la crónica, si lo desea, puede ampliar esa información y ofrecérsela al lector sobre una pantalla complementaria, simplemente seleccionando el módulo sobre el que se desea obtener más información.

Seleccionando el módulo correspondiente al resultado se puede obtener una información más detallada sobre los goles como muestra el siguiente gráfico:

Figura 4-16 Identificador gráfico correspondiente al módulo resultado.

Se usa el color verde para remarcar los goles del equipo que ganó el partido. Y se usa el color rojo para resaltar los goles del equipo que perdió el partido. Además en cada gol se incluye un botón cuya activación permitirá visualizar un trozo de vídeo donde se incluye la secuencia del

gol correspondiente. El gráfico anterior está en formato apaisado, pero la aplicación informática también admite la presentación en formato columna.

Si se desea obtener más información sobre el arbitraje basta con seleccionar el módulo correspondiente, obteniéndose el siguiente gráfico:

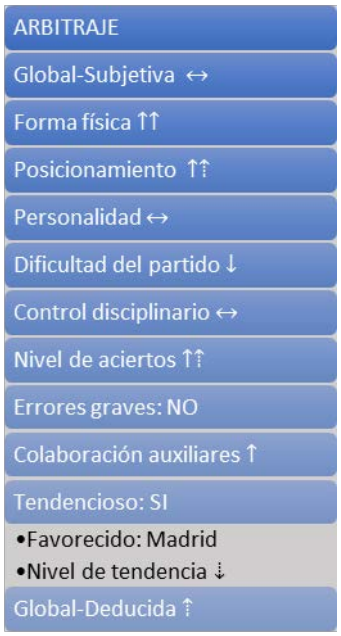


Figura 4-17 Módulo arbitraje.

Cuando se desee obtener más información sobre uno de los jugadores destacados bastará con seleccionar el jugador correspondiente. Un ejemplo es el siguiente:

Figura 4-18 Módulo correspondiente a un jugador.

Obviamente Puede obtenerse información complementaria del resto de los módulos. No se incluyen más ejemplos por considerar que los ya mostrados ilustran suficientemente la idea que desea transmitirse. También conviene indicar que es posible ampliar la información mostrada en los sucesivos niveles. Esto queda a elección del autor de la crónica.

5 VALIDACIÓN EXPERIMENTAL

5.1 Objetivos de la validación.

Este capítulo se refiere la validación realizada, que tiene como objetivo establecer la validez de las hipótesis que se encuentran en la raíz de esta tesis y que son:

1. “sentar las bases para generar una base de conocimiento usando la gramática de Vebor.”
2. “organizar la estructura conceptual del dominio del futbol usando la gramática de Vebor.”
3. “demostrar que dicha estructura conceptual es consistente y de fácil compresión para la mayoría de los potenciales usuarios de este lenguaje.”

Se trata de definir un método que permita establecer los parámetros de una validación dirigida a medir las hipótesis arriba indicadas.

El planteamiento que aquí se seguirá es una ***validación cualitativa***. Cuyas características como el enfoque en conceptos relevantes, la valoración de la experiencia e intuición y el no ser necesario una muestra numerosa de individuos nos permitirán realizar un análisis de calidad.

La evaluación mediante el juicio de expertos, método de validación cada vez más utilizado en la investigación, “consiste, básicamente, en solicitar a una serie de personas la demanda de un juicio hacia un objeto, un instrumento, un material de enseñanza, o su opinión respecto a un aspecto concreto” (Cabero y Llorente, 2013:14).

5.2 Diseño del experimento.

El objetivo es recoger información sobre la comprensión de la estructura conceptual del dominio del fútbol usando la gramática de Vebor.

Se trata de mostrar aleatoriamente una serie de conceptos específicos relativos al dominio del futbol y analizar el grado de comprensión de los mismos.

5.3 Ejecución del experimento.

Se ha dividido en dos fases: la primera dirigida a un grupo de 6 personas compuesto por (3) alumnos y (3) profesores, y la segunda dirigida a un grupo de 8 en el que aparecían (3) alumnos, (3) profesores y (2) profesionales del ámbito deportivo.

En la primera fase, llevada a cabo en un aula de la Escuela de Ingeniarías Industrial e Informática se proyectaron en el aula una serie de conceptos y se pidió que los participantes que rellenarán un cuestionario electrónico indicando el grado de comprensión de dichos conceptos. La duración fue de 40 minutos.

La mecánica del experimento consistía en proyectar un concepto de forma aleatoria y durante un plazo máximo de dos minutos los participantes evaluaban su grado de comprensión.

En la segunda fase se llevó a cabo una semana más tarde en la misma aula. Antes de la realización del experimento se explicó a los participantes durante un tiempo de 15 minutos en qué consistía la base de conocimiento generada y la gramática de Vebor. A continuación se les pidió que rellenaran el cuestionario electrónico durante 40 minutos.

5.4 Cuestionario de validación.

El cuestionario es el mismo para los dos grupos. Está dividido en cuatro secciones, que se corresponden con el grado de comprensión que de cada concepto tiene el participante.

	NULA(↓↓)	BAJA(↓)	BUENA(↑)	EXCELENTE (↑↑)
Concepto 1				
Concepto 2				
…				
…				
…				
…				
…				
Concepto 19				
Concepto 20				

Tabla 5.1Tabla para recogida de datos sobre comprensión de conceptos.

La tabla 5.1 muestra los conceptos numerados de 1 a 20, que se mostrarán de forma aleatoria a los dos grupos. La comprensión de cada concepto se valorará sólo una vez en su fila correspondiente marcando la columna que el participante estime oportuna.

5.5 Resultado de la validación.

5.5.1 Análisis cualitativo

Durante la realización de los dos experimentos se realizaron las siguientes observaciones:

a. Grupo 1. Los participantes rellenaron el cuestionario sin dificultades. Hubo que responder a preguntas en torno a la valoración para aclarar la escala de valores en dos casos. El tiempo de 40 minutos fue suficiente.
b. Grupo 2. Los participantes rellenaron el cuestionario sin problemas. No fueron necesarios los 40 minutos, la prueba se dio por finalizada en 35 minutos.

5.5.2 Resultados.

Los resultados recogidos para el Grupo 1 se pueden ver en la siguiente tabla:

	NULA(↓↓)	BAJA(↓)	BUENA(↑)	EXCLENTE (↑↑)
Concepto 1			4	2
Concepto 2			3	3
Concepto 3		1	4	1
Concepto 4		1		5
Concepto 5	1	1	2	2
Concepto 6			3	3
Concepto 7		2	1	3
Concepto 8		1	1	4
Concepto 9			1	5
Concepto 10		1	2	3
Concepto 11	1		1	4
Concepto 12				6
Concepto 13		1	2	3
Concepto 14			4	2
Concepto 15		1	1	4
Concepto 16		1	3	2
Concepto 17	1			5

Concepto 18	2		2	2
Concepto 19		1	2	3
Concepto 20		2	1	3
TOTALES	5	13	37	65

Tabla 5.2 Resultados del Grupo 1.

Para el Grupo 2 los resultados fueron los siguientes:

	NULA(↓↓)	BAJA(↓)	BUENA(↑)	EXCLENTE (↑↑)
Concepto 1		1	2	5
Concepto 2		1	1	6
Concepto 3			1	7
Concepto 4				8
Concepto 5				8
Concepto 6			2	6
Concepto 7				8
Concepto 8			2	6
Concepto 9	1	1	2	4
Concepto 10		2	1	5
Concepto 11		2	2	4
Concepto 12			4	4
Concepto 13			3	5
Concepto 14		3		5
Concepto 15	1	2	2	3
Concepto 16		1	3	4
Concepto 17			1	7
Concepto 18		1	1	6
Concepto 19			2	6
Concepto 20		1	2	5
TOTALES	2	15	31	112

Tabla 5.3 Resultados del Grupo 2

5.5.3 Comparación de resultados de la Validación cualitativa.

A continuación se muestra el resumen total de resultados.(Tabla 5.4)

	NULA(↓↓)	BAJA(↓)	BUENA(↑)	EXCLENTE (↑↑)
Grupo 1	5	13	37	65
Grupo 2	2	15	31	112

Tabla 5.4 Resumen de resultados.

En la tabla 5.5 se puede apreciar el resumen de resultados en porcentaje para establecer una comparación válida.

	NULA(↓↓)	BAJA(↓)	BUENA(↑)	EXCLENTE (↑↑)
Grupo 1	4%	11%	31%	54%
Grupo 2	1%	9%	19%	70%

Tabla 5.5 Resumen de resultados en porcentaje.

Se observa que la suma de las interpretaciones BUENA(↑) y EXCLENTE (↑↑) está muy cercana en los dos grupos. Grupo 1, 85% y Grupo 2, 89%.

6 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

6.1 Conclusiones

Con el desarrollo de esta tesis se ha llegado a las siguientes conclusiones:

1. El dominio del futbol resultó ser conceptualmente más complejo de lo que podía pensarse al comenzar la tesis. Han sido muchos y diversos los conceptos necesarios para definir su estructura básica.
2. El uso de Vebor facilitó la definición de los conceptos, a pesar de la complejidad comentada en el apartado anterior.
3. Quedó bien patente en el desarrollo de la tesis que la gramática de Vebor está muy estructurada y reduce extraordinariamente los niveles de ambigüedad.
4. Se comprobó experimentalmente que los conceptos definidos fueron bien comprendidos y aceptados por una muestra cualificada de personas.
5. Vebor es una herramienta útil para el desarrollo de ontologías, ofreciendo la ventaja de que las ontologías desarrolladas con Vebor tienen un alto de nivel de estandarización, con todas las ventajas que ello conlleva.

6.2 Trabajos futuros

Tal como se formuló en el apartado de objetivos el primer trabajo futuro que se plantea es el de definir los identificadores visuales asociados a los conceptos que se han desarrollado en esta tesis. Deberán ser identificadores que aprovechen toda la riqueza visual de las cuatro dimensiones visuales, es decir, de las tres dimensiones espaciales más el tiempo, o sea, las animaciones. La introducción de identificadores visuales muy expresivos tiene por objetivo facilitar el procesamiento de la información por parte de los seres humanos, que tenemos una gran capacidad para la percepción visual y su procesamiento.

La segunda línea de trabajo que se propone es el desarrollo de un editor de Vebor. Se trata de una herramienta informática que permita generar documentos usando el lenguaje Vebor. Dadas las características de este lenguaje, su uso, sin apoyo informática, no resulta operativo. Por eso resulta muy importante que se desarrolle cuanto antes una aplicación informática que favorezca el desarrollo de Vebor.

Y finalmente la tercera línea de trabajos futuros que se proponen consiste en definir, en otros ámbitos de conocimiento, los conceptos propios de esos ámbitos, de una forma similar como se ha hecho en esta tesis para el dominio del futbol

Referencias.

(Abreu y otros 2010) P. Abreu, M. Faria, L. P. Reis, and J. Garganta. Representação de conhecimento no domínio do futebol: Desenvolvimento de uma ontologia. In Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação, pages 414–419, 2010.

(Baillie y Jose, 2003) Baillie, M. and. Jose, J. (2003). Audio-based event detection for sports video. In Proceedings of the international conference on Image and video retrieval, pages 300–310.Springer, 2003.

(Bate, 1998) Bate, R. (1988). Football chance: tactics and strategy, in Science and Football (eds T. Reilly, A. Lees), pages 293–301. E % FN Spon London, 1998.

(Benesh y Benesh, 1956) Benesh, J. and Benesh, R. (1956). Reading Dance – The Birth of Choreology. Souvenir Press, London.

(Borrie y otros, 2002) Borrie, A., Jonsson, G., and Magnusson. M. (2002). Temporal pattern analysis and its applicability in sport: an explanation and exemplar data. Sport Science Journal, pages 845–852, October 2002.

(Bouayad-Agha y otros, 2011) Bouayad-Agha, N.; Casamayor, G.; Wanner, L.; Díez, F.; López, S. (2011). FootbOWL: Using a generic ontology of football competition for planning match summaries. En actas del congreso "Extended Semantic Web Conference" (ESWC 2011).

(Cabero y Llorente, 2013:14) Cabero Almenara, J. and Llorente Cejudo, M. C. (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las Tecnologías de la información y comunicación (TIC). Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación • Volumen 7, N° 2 Julio-Diciembre 2013.

(Calvanese y otros., 2007) Calvanese, D., De Giacomo, G. Lembo, D., Lenzerini, M., Rosati, R (2007). Can OWL model football leagues? In Proceedings of the 2007 International Workshop on OWL: Experiences and directions (OWLED 2007), 2007.

(Carling y otros, 2007) Carling, C., Williams, A. and Reilly, T. (2007). Handbook of Soccer Match Analysis - ASystematic Approach to Improving Performance. Routledge, Second edition, 2007.

(Chen y otros, 2002) Chen, M., Foroughi, E., Heintz, S., Kapetanakis, S., Kostiadis, K., Kummeneje, J., Noda,I., Obst, O., Riley, P., Steffens, T., Wang, Y. and Yin, X. (2015). RoboCupSoccer server. Available at http://sourceforge.net/projects/sserver/, consulted in 10/07/2015.

(Crampes y otros 1998) Crampes, M., Veuillez J., and Ranwez, S. (1998). Adaptive narrative abstraction. In Proceedings of the ACM conference on Hypertext and hypermedia : links, objects, time and space—structure in hypermedia systems, pages 97–105, 1998.

(Dobler y otros, 1989) Dobler, H., Schnabel, G. and Thieb, G. (1989). Grundbegriffe der Sportspiele. Sportverlag, 1989.

(Downey, 1973) Downey, J.C. (1973). The Singles Game. EP Publications, London, 1973.

(Dufour 1993) Dufour, W. (1993). Computer-assisted scouting in soccer, in Science and Football III (eds T. Reilly, J. Clarys and A. Stibbe), E & FN Spon, London, pp. 160–166.

(Eom 1988) Eom, H.J. (1988). A mathematical analysis of team performance in volleyball. Canadian Journal of Sports Sciences, (1998) 13, 139–141.

(Frank y Miller, 1991) Frank, I. M. and Miller, G. (1991). Training coaches to observe and remember. Sports Sciences Journal, 9(3):285–297, 1991.

(Franks y Nagelkerke 1988) Franks, I.M. and Nagelkerke, P. (1988). The use of computer interactive video technology in sport analysis. Ergonomics, (1988) 31, 1593–1603.

(Garganta 1997a) Garganta, J. (1997). Modelação da dimensão táctica do jogo de futebol. In J. Oliveira and F. Tavares, editors, Estratégia e Táctica nos Jogos Desportivos, pages 63–82. Porto: Centro de Estudos dos Jogos Desportivos, 1997.

(Garganta 1997b) Garganta, J. (1997). Modelação táctica do jogo de futebol. Estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento, PhD thesis, sport faculty of Porto University, 1997.

(Gerish y Reichelt 1993) Gerisch, G. and Reichelt, M. (1993). Computer- and video-aided analysis of football games, in Science and Football II (eds T. Reilly, J. Clarys and A. Stibbe), E & FN Spon, London, pp. 167–173.

(Gong y otros, 1995) Gong, Y., Sin, L., Chuan, C., Zhang, H. and Sakauchi, M. (1995). Automatic parsing of TVsoccer programs. In IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems, pages 167–174, 1995.

(Grehaigne y otros 1996) Grehaigne, J.F., Bouthier, D. and David, B. (1996). Soccer: the players' action zone in a team, in Notational Analysis of Sport – I & II (ed. M.D. Hughes), CPA, UWIC, Cardiff, pp. 27–38.

(Grehaigne, 1989) Grehaigne, J. (1989). Football de mouvement-versune aprochesystémique du jeu, PhDThesis, univ.bourgogne, 1989.

(Grehaigne, 1992) Grehaigne, J. (1992). L´ Organization du jeuenfootball. Paris:ÉditionsActio, 1992.

(Gruber, 1993) Gruber, T. (1993). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. In Human-Computer Studies Journal, pages 907–928. Kluwer Academic Publishers, 1993.

(Harris y Reilly 1988) Harris, S. and Reilly, T. (1988). Space, team work and attacking success in soccer, in Science and Football (eds T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W. Murphy), E & FN Spon, London, pp. 322–329.

(Hughes 2001) Hughes, M. (2001). From Analysis to Coaching – The Need for Objective Feedback. UKSI Website: www.uksi.com, November.

(Hughes y Bartlett, 2002) Hughes, M. and Bartlett, R. (2002). The use of performance indicators in performance analysis. Sports Science Journal, 20(10):739–54, 2002.

(Hughes y otros, 1988) Hughes, M.D., Robertson, K. and Nicholson, A. (1988). An analysis of 1984 World Cup of association football, in Science and Football (eds T. Reilly, A. Lees, K. Davids and W. Murphy), E & FN Spon, London, pp. 363–367.

(Hughes y Wells 2002) Hughes, M. and Wells, J. (2002). Analysis of penalties taken in shoot-outs. International Journal of Performance Analysis Sport (Electronic), 2, 55–72.

(Hutchinson, 1970) Hutchinson, A. (1970). Labanotation – The System of Analysing and Recording Movement. Oxford University Press, London.

(Lames y Hansen, 2001) Lames, M. and Hansen, G. (2001). Designing observational systems to support top-levelteams in game sports. Performance Analysis Journal, 1(1):85–91, 2001.

(Lobo, 2007) Lobo, L. (2007). Planeta do Futebol: Em busca da alma, dos magos e das táticas que fizeram história (As origens e o presente do futebol moderno). Prime Books, 2007.

(Mayhew y Wenger 1985) Mayhew, S.R. and Wenger, H.A. (1985). Time–motion analysis of professional soccer. Journal of Human Movement Studies, 11, 49–52.

(McGarry y Franks 1997) McGarry, T. and Franks, I.M. (1997). In search of invariance in championship squash, in Notational Analysis of Sport – I & II (ed. M. D. Hughes), CPA, UWIC, Cardiff.

(McGarry y Franks, 1994) McGarry, T. and Franks, I.M. (1994). A stochastic approach to predicting competition squash match play. Journal of Sports Sciences, 12, 573–584.

(McGarry y Franks, 1995) McGarry, T. and Franks, I.M. (1995). Winning squash: predicting championship performance from a priori observation, in Science and Racket Sports (eds T. Reilly, M. Hughes and A. Lees), E &FNSpon, London.

(McGarry y otros 2002) McGarry, T., Anderson, D.I., Wallace, S.A., Hughes, M. and Franks, I.M. (2002).Sport competition asa dynamical self-organizing system.Journal of Sports Sciences, 20, 771–81.

(Naphade y otros, 1998) Naphade, M., Kristjansson, T., Frey, B. and Huang, T. (1998). Probabilistic multimedia objects (multiobjects): A novel approach to video indexing and retrieval in multimedia systems. In Proceedings of the International Conference of Image Processing, pages536–540, 1998.

(O'Donnovan, 2010) O'Donovan, J. (2010). Future of BBC Content and Data…or how metadata came to rule the world. British Broadcasting Corporation. Available online: http://www.policyscience.net/fischhoff160.wolfram4bbc.pdf

(Partridge y Franks 1989a, b) Partridge, D. and Franks, I.M. (1989a). A detailed analysis of crossing opportunities from the 1986 World Cup (Part I). Soccer Journal, May–June, 47–50.

(Partridge y Franks 1989a, b) Partridge, D. and Franks, I.M. (1989b). A detailed analysis of crossing opportunities from the 1986World Cup (Part II). Soccer Journal, June–July, 45–48.

(Pearce y Hughes 2001) Pearce, M. and Hughes, M. (2001). Substitutions in Euro 2000, in Pass.com (ed. M.D. Hughes), CPA, UWIC, Cardiff, pp. 303–316.

(Perl 2001) Perl, J. (2001). Artificial neural networks in sports: concepts and approaches. International Journal of Performance Analysis Sport (Electronic), 1, 100–107.

(Pettit y Hughes 2001) Pettit, A. and Hughes, M. (2001) Crossing and shooting patterns in the 1986 and 1998 World Cups for soccer, in Pass.com (eds M. Hughes and I. M. Franks), CPA, UWIC, Cardiff, pp. 267–76.

(Pinheiro y Coelho, 2002) Pinheiro, F. and Coelho, J.(2002). A Paixão do Povo: História do Futebolem Portugal. Simon and Schuster; 1st edition, edições afrontamento edition, 2002.

(Purdy, 1977) Purdy, J.G. (1977). Computers and sports: from football play analysis to the Olympic games, in Optimal Strategies in Sports (eds S.P. Ladany and R.E. Machol), North Holland, Amsterdam, pp. 196–205.

(Read y Edwards, 1992) Read, B. and Edwards, P. (1992). Teaching children to play games. Leeds: White Line, 1992.

(Reep y Benjamin 1968) Reep, C. and Benjamin, B. (1968). Skill and chance in association football. Journal of the Royal Statistical Society, Series A, 131, 581–5.

(Reilly 1990) Reilly, T. (1990). Football, in Physiology of Sports (eds T. Reilly, N. Secher, P. Snell and C. Williams), E & FN Spon, London, pp. 371–425.

(Reilly y Thomas 1976) Reilly, T. and Thomas, V. (1976). A motion analysis of work-rate in different positional roles in professional football match-play. Journal of Human Movement Studies, 2, 87–97.

(Reis y Lau 2002) Reis, L. P., and Lau, N. (2002). Coach unilang - a standard language for coaching a (robo)soccer team. In RoboCup 2001: Robot Soccer World Cup V, volume 2377, pages 251–265. Springer, January 2002.

(Sanderson y Way, 1977) Sanderson, F.H. and Way, K.I.M. (1977). The development of an objective method of game analysis in squash rackets. British Journal of Sports Medicine, 11, 188.

(Setterwall, 2003) Setterwall, D. (2003). Computerised video analysis of football-techincal and commercial possibilities for football coaching, MSc Thesis in computer science submitted in the University of Stockholm, 2003.

(Teodorescu 1995) Teodorescu, L. (1975). Probleme de teorie si metódica in jocurilesportive. Ed. Sport-Turism, pages 14–15, 1975.

(Thornton, 1971) Thornton, S. (1971). A Movement Perspective of Rudolph Laban. McDonald& Evans, London.

(Withers y otros 1982) Withers R.T., Maricic, Z., Wasilewski, S. and Kelly, L. (1982). Match analyses of Australian professional soccer players. Journal of Human Movement Studies, 8, 158–176.

(Xie y otros, 2001) Xie, L., Xu, P., Chang, S., Divakaran, A. and Sun, H. (2004). Structure analysis of soccer video with domain knowledge and hidden markov models. Pattern Recognition Letters, 25(7):767–775, 2004.

(Xu y otros, 2004) Xu, P., Xie, L. and Chang, S. (2001). Algorithms and system for segmentation and structure analysis in soccer video. In Proceedings of the IEEE International Conference on Multimedia and Expo, pages 928–931, 2001.

(Yamaka y otros, 1993) Yamaka, K., Hughes, M. and Lott, M. (1993). An analysis of playing patterns in the 1990 world cup for association football. In T. Reilly, J. Clarys, and A. Stibbe, editors, Proceedings of the Science and Footaball II, pages 206–214. E&FN Spon London, 1993.

(Yow y otros, 1995) Yow, D., Yeo, B., M. Yeung, and Liu, B. (1995). Analysis and presentation of soccer highlights from digital video. In Proceedings of the Asian Conference on Computer Vision, pages 499–503, 1995.