

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS PURAS Y NATURALES
CARRERA DE INFORMÁTICA



TESIS DE GRADO

**“SISTEMA EXPERTO AREU PARA LA PSICOLOGÍA
DEPORTIVA”**

**PARA OPTAR AL TÍTULO DE LICENCIATURA EN INFORMÁTICA MENCIÓN:
INGENIERÍA DE SISTEMAS INFORMÁTICOS**

Postulante : Freddy Ariel Vargas Crispin
Tutora : Lic. Fátima Consuelo Dolz Salvador M.Sc.
Revisor : Lic. Manuel Ramiro Flores Rojas

LA PAZ – BOLIVIA
2011

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mis queridos padres, hermanos, abuelos y sobre todo a Dios y a la Virgen porque ellos siempre estuvieron presentes en aquellos momentos difíciles; gracias por darme la confianza para poder llegar a la culminación de mi tesis.

AGRADECIMIENTOS

Resulta imposible hacer aquí una enumeración exhaustiva. No obstante, quiero dedicar especialmente este trabajo a las siguientes personas, como muestra de mi agradecimiento hacia ellas:

En primer lugar, debo agradecer a PhD. Guillermo Choque Aspiazu, por haber guiado las bases de este trabajo, a mis directores la Lic. Fátima Dolz, mi tutora, por las recomendaciones y al Lic. Ramiro Flores, mi revisor, por el tiempo dedicado a mi tesis. Finalmente agradecer a todos los docentes y estudiantes de la carrera de Informática y a la Universidad Mayor de San Andrés por permitir mi formación como profesional.

A todos vosotros, gracias.

RESUMEN

En este trabajo se presenta el proceso de construcción de un modelo de sistema experto de diagnóstico, para la detección de problemas conductuales en jugadores de un equipo de fútbol. Específicamente se revisa el conocimiento aplicado a la psicología deportiva tomando en cuenta la evaluación continua que se centra en las conductas o variables y otras relacionadas con ellas, para lo cual se lleva a cabo un análisis funcional de la situación (ambiente deportivo) y del comportamiento que presenta el deportista o equipo deportivo, que permite identificar las condiciones que controlan las mismas. En este caso se desarrolla un prototipo de sistema experto basado en reglas, para el diagnóstico psicológico de jugadores de fútbol, ofreciendo como resultado un apoyo para la toma de decisión adecuada de un cuerpo técnico con respecto al entrenamiento deportivo de jugadores de fútbol en la alta competencia.

Palabras clave: psicología deportiva, sistema experto.

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	Pag.
Agradecimientos	i
Resumen	ii
Índice general	iii
Índice de figuras y tablas	iv
	vii

Capítulo

1.	Fundamentos	
1.1.	Introducción	1
1.2.	Antecedentes	3
1.3.	Planteamiento del problema	4
1.4.	Objetivos	6
1.4.1.	Objetivo general	6
1.4.2.	Objetivos específicos	7
1.5.	Hipótesis	7
1.6.	Justificación	7
1.6.1.	Justificación técnica	7
1.6.2.	Justificación científica	8
1.6.3.	Justificación económica	8
1.6.4.	Justificación social	8
1.7.	Aporte	9
1.8.	Alcance y límites	9
1.9.	Metodología	9
2.	Marco teórico	
2.1.	Psicología deportiva	11
2.1.1.	Definición	12
2.1.2.	Objetivo de la psicología deportiva	14
2.1.3.	Historia de la psicología deportiva	15
2.1.3.1.	Raíces de la psicología deportiva en la psicología experimental (1879 - 1919)	15
2.1.3.2.	Antecedentes inmediatos de la psicología deportiva (1920 - 1945)	15
2.1.3.3.	Investigaciones en aprendizaje motor y desarrollo de la psicología aplicada al deporte (1946 - 1964)	16
2.1.3.4.	Reconocimiento oficial de la psicología deportiva como un nuevo ámbito de aplicación de la psicología (1965 - 1979)	17
2.1.3.5.	Consolidación de la psicología deportiva (1980 - 1993)	17
2.1.3.6.	Afianzamiento en la vertiente aplicada de la psicología de la actividad física y deportiva (1994 - hasta ahora)	18
2.1.3.7.	Inicios de la psicología deportiva en Bolivia	19
2.1.3.7.1.	Divulgación y difusión	19
2.1.3.7.2.	Investigación	20
2.1.3.7.3.	Formación	20

2.1.3.7.4.	Asociacionismo	21
2.1.4.	Ámbitos de actuación de la psicología deportiva	22
2.1.5.	Psicodiagnóstico	25
2.1.5.1.	Nociones generales de psicodiagnóstico	25
2.1.5.2.	Devolución psicológica	26
2.1.5.3.	Psicodiagnóstico en el deporte	27
2.1.6.	Características mentales del alto rendimiento	27
2.1.7.	Procesos psicológicos básicos en la actividad física y el deporte	28
2.1.7.1.	Cognición	29
2.1.7.2.	Creación de estados de ánimo	30
2.1.7.3.	Conducta	30
2.1.7.4.	Motivación	31
2.1.7.4.1.	Motivación intrínseca y extrínseca	32
2.1.7.5.	Necesidades del deportista	33
2.1.7.6.	Manejo del estrés	34
2.1.7.6.1.	Técnicas para manejar el estrés	36
2.1.7.6.1.1.	Ingeniería ambiental	36
2.1.7.6.1.2.	Manejo del estrés somático	36
2.1.7.6.1.3.	Técnicas cognoscitivas para el manejo del estrés	38
2.1.8.	Psicología deportiva en el fútbol	39
2.1.8.1.	Variables psicológicas en el rendimiento futbolístico	40
2.2.	Inteligencia artificial y los sistemas expertos	41
2.2.1.	Sistemas expertos de diagnóstico médico	42
2.2.2.	Sistemas expertos	44
2.2.2.1.	Componentes de un sistema experto	48
2.2.3.	Adquisición del conocimiento	51
2.2.3.1.	Metodologías de adquisición del conocimiento	52
2.2.3.1.1.	Métodos intuitivos	52
2.2.3.1.2.	Métodos de observación o experimentales	52
2.2.3.2.	Tipos de conocimiento	53
2.2.3.3.	Técnicas psicológicas utilizadas	53
2.2.3.4.	Metodología de trabajo del ingeniero del conocimiento	54
2.2.4.	Representación del conocimiento	54
2.2.4.1.	Técnicas de representación del conocimiento	56
2.2.4.1.1.	Lógica	56
2.2.4.1.2.	Armazones	56
2.2.4.1.3.	Reglas de producción	58
2.2.5.	Razonamiento en condiciones de incertidumbre	60
2.2.5.1.	Probabilidad bayesiana	61
2.2.5.2.	Factores de certeza	62
3.	Marco de ingeniería	
3.1.	Ciclo de vida del sistema experto	64
3.1.1.	Modelo incremental	64
3.2.	Arquitectura del sistema experto	66
3.3.	Desarrollo del sistema experto	67
3.3.1.	Comunicación	68
3.3.2.	Planeación	68

3.3.3.	Definición del conocimiento	68
3.3.3.1.	Identificación y selección del origen del conocimiento	69
3.3.3.2.	Adquisición, análisis y extracción del conocimiento	69
3.3.4.	Diseño del conocimiento	69
3.3.4.1.	Definición del conocimiento	69
3.3.4.2.	Diseño detallado	70
3.3.5.	Verificación del conocimiento	70
3.3.6.	Evaluación del sistema	70
4.	Marco aplicativo	
4.1.	Modelado y desarrollo del sistema experto	71
4.1.1.	Comunicación	71
4.1.2.	Planeación	71
4.1.3.	Definición del conocimiento	72
4.1.3.1.	Identificación y selección del origen del conocimiento	72
4.1.3.2.	Adquisición, análisis y extracción del conocimiento	72
4.1.4.	Diseño del conocimiento	73
4.1.4.1.	Definición del conocimiento	73
4.1.4.2.	Diseño detallado	74
4.1.5.	Verificación del conocimiento	75
4.1.6.	Evaluación del sistema	80
4.2.	Prueba de hipótesis	83
5.	Conclusiones y recomendaciones	
5.1.	Conclusiones generales	85
5.2.	Estado de la hipótesis	86
5.3.	Estado de los objetivos	86
5.3.1.	Objetivo general	86
5.3.2.	Objetivos específicos	86
5.4.	Recomendaciones	87
5.5.	Trabajos futuros	87
	Referencias bibliográficas	88
Anexo A.	Listado de puesto y su entrenamiento funcional	93
Anexo B.	Clips	97
Anexo C.	Código fuente del sistema experto	106
Anexo D.	Certificado de asistencia al “I Congreso de Psicología del Deporte y la Actividad Física”	111

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

	Pag.	
Figuras		
1.1	Problemática psicológica frecuente en la práctica deportiva	5
2.1	Partido inaugural de la copa del mundo 1994	20
2.2	Intervención de la psicología deportiva	22
2.3	Elementos de una cultura deportiva	23
2.4	Áreas de aplicación de la psicología deportiva en el deporte de alto rendimiento	23
2.5	Entrevista a Gonzalo Rodríguez (seleccionado Sub-20 de Argentina)	26
2.6	Entrevista a Javier Mascherano (seleccionado de Argentina)	28
2.7	Campos de aplicación de los sistemas expertos	42
2.8	Justificación de la construcción de un sistema experto	46
2.9	Componentes de un sistema experto típico	48
2.10	Componentes de un sistema experto	49
2.11	Representación del conocimiento mediante armazones	57
3.1	Modelo incremental	65
3.2	Modelo lineal para sistemas expertos	66
3.3	Adaptación del modelo lineal a los sistemas expertos	66
3.4	Arquitectura esencial del sistema experto	67
4.1	Estructura de reglas del sistema experto AREU	73
Tablas		
2.1	Eventos sobre psicología deportiva con participación boliviana	21
2.2	Plan general de trabajo del psicólogo en el deporte de alto rendimiento	25
2.3	Cualidades del alto rendimiento en competencia	28
2.4	Características de orientación	34
2.5	Cambios frecuentes asociados al estrés	35
2.6	Cambio de pensamientos negativos a positivos	38
2.7	Clasificación de las cualidades psicológicas deportivas	39
2.8	Variables en el fútbol y sus efectos en el rendimiento deportivo	40

CAPITULO I

FUNDAMENTOS

Resumen

En este capítulo se presenta: los antecedentes, el planteamiento del problema, objetivos, hipótesis, justificación, aporte, alcance y límites, y la metodología usada para fundamentar el trabajo de investigación propuesto.

1.1. INTRODUCCIÓN

El fútbol, pasión de multitudes, cuya demanda crece por su enorme aceptación popular a nivel mundial y su importancia con respecto al entorno económico, social, etc., lo ha convertido en algo más que un deporte, en algunos casos hasta en una religión o fanatismo desenfrenado por parte de grupos de personas.

Tomando en cuenta únicamente a los factores que tienen incidencia en el rendimiento, desde la perspectiva del fútbol como deporte, Vales (2004:14) argumenta la siguiente afirmación: “a la hora de jerarquizar en términos de importancia los diferentes componentes de rendimiento en el fútbol, entendemos que los factores de naturaleza táctico-estratégica deberán ocupar un papel preferente en la pirámide de rendimiento competitivo, representando un elemento de primer orden para el rendimiento en el juego. Este posicionamiento conceptual se justifica si atendemos a los rasgos morfo-funcionales de los deportes de equipo en general y del fútbol en particular (situaciones de carácter abierto, amplio espacio de juego, número de jugadores, etc.), que reclaman permanentemente de los participantes una alta capacidad de adaptación (inteligencia táctica) y de organización (coordinación colectiva) para resolver favorablemente los distintos episodios de juego que se suceden durante los partidos”.

Desde el punto de vista de la planificación del entrenamiento deportivo, el fútbol tiene notables diferencias con el resto de los deportes individuales (Giradles & Buceta, 2005:27):

- a) Largo periodo de competiciones, normalmente de 9 a 10 meses.

- b) Elevada frecuencia de competición, entre 2 a 3 partidos por semana en algunos casos.
- c) Desarrollo complejo de muchas capacidades al mismo tiempo: físicas, técnicas, tácticas, psicológicas y las derivadas de los deportes de regulación externa¹.

Por lo tanto el rendimiento en el fútbol está sujeto a la incidencia de innumerables factores de tipo personal como la motivación, estado de ánimo, rol dentro del equipo, etc. De tipo contextual: Institución a la que pertenece, urgencias por ganar, presión externa, etc. De tipo ambiental: Incertidumbre del resultado, arbitrajes, estado físico, condiciones del terreno de juego, etc.

En el contexto del rendimiento tanto entrenadores como deportistas reconocen que un alto porcentaje del éxito deportivo está determinado por factores de orden psicológico (Buceta, 1992); es así que la psicología deportiva en el fútbol toma importancia para el mejoramiento del rendimiento de un jugador en alta competencia.

Los trabajos realizados en temas como: habilidades motrices, aprendizaje, variables de la personalidad, motivación, intereses, etc., y la creación de centros deportivos especializados, a principios del siglo XX, por los padres de la psicología deportiva R. W. Schulte en Alemania, Alexander Puni y Peter Rudik en Rusia y Coleman Griffith en EE.UU. ayudaron a comprender, explicar y predecir los acontecimientos y sucesos deportivos; incursionando a la psicología en el ámbito del deporte (Cauas, 2007a). También da el nombre al sistema experto de la presente investigación tomando en cuenta las iniciales de los países de los padres de la psicología deportiva (AREU).

Tratar de emular el proceso de razonamiento de un psicólogo en diferentes áreas, particularmente en lo deportivo, para resolver problemas de la psicología deportiva capturando su conocimiento, es una tarea que se ajusta a una de las áreas dentro de la inteligencia artificial: los sistemas expertos.

¹ Actuación en búsqueda de un incentivo externo, y por tanto el sujeto se compromete en una actividad poco interesante solo por conseguir una recompensa o evitar un castigo (Deci & Ryan, 2000).

El propósito de la presente investigación es la construcción de un modelo computacional que emule la habilidad de tomar decisiones de un psicólogo deportivo para contribuir a la mejora del rendimiento de los jugadores de un equipo de fútbol.

1.2. ANTECEDENTES

El campo de aplicación de la psicología deportiva, tiene un largo historial de antecedentes que considera el interés de la ciencia y la filosofía por lo corporal y deportivo; pues, en particular la aplicación de la tecnología a la psicología deportiva representa un nuevo recurso para la desaparición y reducción de incertidumbre de las teorías y modelos conceptuales (Hernández & Ramos, 2001).

Según Hernández y Ramos (1996), la aplicación de la tecnología a la psicología deportiva plantea un cambio en el sistema de trabajo, al presentar instrumentos informáticos como herramientas que aumentan la eficacia de la investigación básica y aplicada y que, por lo tanto, no pueden ni deben pasar desapercibidas en esta reciente disciplina. Las herramientas informáticas más importantes son:

- El Transcriptor. Es un programa computacional que apoya a los métodos observacionales en el ámbito de la psicología del deporte, argumentando aspectos como: el aumento de fiabilidad, la facilidad de manejo de datos derivados de la complejidad de la situación deportiva, o la simple ventaja del método observacional al no interferir en modo alguno en el evento deportivo; permitiéndose así la utilización tanto de informes narrativos como de sistemas de categorías para clasificar las conductas observadas, posibilitando el registro de los parámetros: frecuencia, orden y tiempo de cualquier secuencia deportiva.
- Profile of Mood States (P.O.M.S.) propuesto por McNair, Lorr y Dropleman (1971), Es una versión informática del cuestionario de estados de ánimo (P.O.M.S.); se considera como una herramienta predictiva muy eficaz y de fácil de manejar. Realiza una revisión de la situación de la informatización, de test y cuestionarios, destacándose las

ventajas y aplicaciones de informes emocionales, individuales y colectivos, de atletas de élite.

En la carrera de informática se realizaron sistemas expertos que se relacionan en parte con la propuesta de la psicología pedagógica como:

- *Sistema Experto para el análisis cognoscitivo infantil*, propone un sistema experto para el análisis cognoscitivo, que es la teoría explicativa del proceso motivacional y volitivo relacionado con el comportamiento infantil (Aliaga, 2002).
- *Sistema Experto para la detección de dificultades de aprendizaje en lectura y escritura*, propone un sistema experto que en base a un análisis psicológico, detecte dificultades en la lectura y escritura de escolares (Sepúlveda, 2003).
- *Sistema Experto diagnosticador de diferencias de aprendizaje en matemáticas con niños de 6 a 8 años*, propone un sistema experto para diagnosticar las diferencias de aprendizaje desde el punto de vista psicológico pedagógico, tomando como área de experimentación la matemática (Quiroga, 2004).
- *Sistema experto para la detección de problemas de aprendizaje con dislexia de 6 a 8 años*, propone un sistema experto que detecta los problemas de dislexia a través de tests como el CISC, RAVEN, BENDER y T.A.L.E. que forman parte de las pruebas con las que se puede medir la especialidad, psicomotricidad, habilidad y coeficiente intelectual de los niños (Apaza, 2006).

1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El inicio de todo programa de entrenamiento requiere en primera instancia claridad en cuanto a lo que necesitan los deportistas desde el punto de vista psicológico (Buceta, 1992) y (Martínez & Jardón, 1992).

De manera que, la primera tarea del cuerpo técnico consiste en realizar una evaluación de las necesidades del equipo, de los beneficios potenciales de un programa de trabajo psicológico y del tiempo que requerirá para practicar las destrezas psicológicas de sus deportistas (Bump, 1989) y (Martens, 1987). Asimismo, es fundamental conocer el estado psicológico continuo de cada jugador del equipo, debido a la elevada frecuencia de partidos.

La psicología deportiva toma como objeto de estudio los problemas psicológicos vinculados con la práctica deportiva que tienden a constituir dificultades en cuanto a la relación interpersonal sana, a la percepción del mundo externo, actitudes, autoconcepto, manejo del estrés, ansiedad precompetitiva, incapacidad para alcanzar metas propias, insatisfacción personal, bajo nivel de tolerancia a la frustración y, en general, problemas conductuales que afectan al rendimiento deportivo (Gilda, 2007).

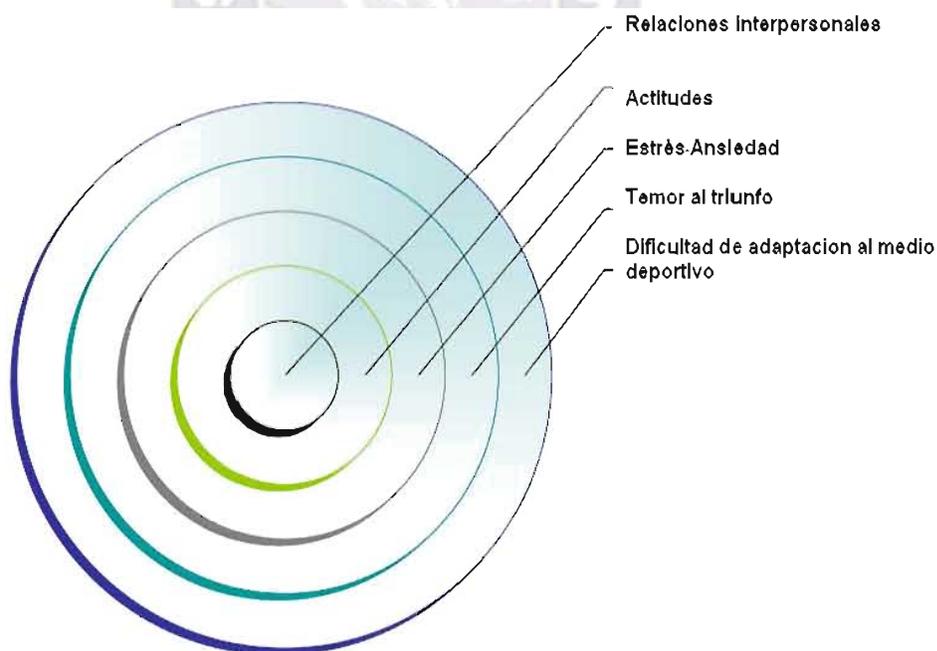


Figura 1.1 Problemática psicológica frecuente en la práctica deportiva.
Fuente: Tomado de (Gilda, 2007)

El problema central tratado en la presente tesis es:

Los problemas de autoestima y otros conductuales impiden el rendimiento adecuado de los jugadores de fútbol para afrontar con éxito la alta competencia.

A continuación se detallan los problemas que se presentan al no detectar las dificultades psicológicas de un jugador de fútbol de manera oportuna:

- a. Falta de confianza de los jugadores. Comprende el hecho de crear un ambiente hostil al grupo, no poder concentrarse mentalmente en la competición, un malestar interior con respecto a sus compañeros, etc.
- b. Falta de observación y evaluación de los problemas psicológicos de jugadores para relacionarlos con elementos, parámetros y variables del área de la psicología deportiva. La falta de evaluación continua de los jugadores de fútbol repercute en la mala planificación del entrenamiento deportivo.
- c. Los conocimientos del cuerpo técnico en el campo de la psicología deportiva son limitados. Al no contar, el cuerpo técnico, con un especialista en psicología deportiva, el técnico se limita a dar soluciones, a problemas psicológicos, con base en la experiencia; pero no como lo haría un experto en psicología deportiva, pues “la psicología deportiva es una especialidad de la psicología en general que estudia la actividad mental del deportista” (Thomas, 1982).

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

El objetivo principal para el tema de investigación es el siguiente:

Construir un prototipo de sistema experto para la psicología deportiva que permita diagnosticar problemas conductuales en jugadores de un equipo de fútbol, tal que, sea capaz de inducir al éxito en encuentros de alta competencia, a través de la mejora en el rendimiento del futbolista.

1.4.2. Objetivos Específicos

- a. Motivar la confianza de los jugadores.
- b. Obtener un diagnóstico continuo de los jugadores de fútbol mediante la observación y el análisis conductual, acerca de las particularidades de su estado psicológico en la etapa de preparación.
- c. Diagnosticar los estados psicológicos durante el proceso de entrenamiento y la competencia.
- d. Aportar a las tareas del cuerpo técnico con el diagnóstico psicológico.
- e. El sistema experto tiene y debe de hacer énfasis en patrones motivacionales.
- f. Construir un prototipo de sistema experto para la psicología deportiva.
- g. Evaluar el prototipo.

1.5. HIPÓTESIS

La hipótesis del presente trabajo establece:

“El sistema experto de diagnóstico para la psicología deportiva contribuye en la planificación del entrenamiento, con una eficiencia de al menos un 80% con respecto al diagnóstico de un experto humano, mejorando el rendimiento de los jugadores de fútbol de alta competencia.”

1.6. JUSTIFICACIÓN

1.6.1. Justificación Técnica

Se justifica por las técnicas de adquisición y representación del conocimiento aplicadas a la psicología deportiva tomando en cuenta “la evaluación continua que se centra en las conductas o variables criterio y otras relacionadas con ellas, para lo cual se lleva a cabo un análisis funcional de la situación (ambiente deportivo) y del comportamiento que presenta el deportista o equipo deportivo, que permite identificar las condiciones que controlan las mismas.” (Palmi, 1991). Y así la observación y evaluación contribuirán a la planificación de las alternativas y

posibilidades de intervención o trabajo psicológico adecuado a cada situación y caso particular.

1.6.2. Justificación Científica

Se justifica por la relación de los sistemas basados en conocimiento y razonamiento con la ciencia cognitiva, que apoya al estudio preciso de las acciones técnicas y tácticas en las condiciones más extremas de la preparación de deportistas (Ribetti, 2003), y la construcción del prototipo de un sistema experto para la psicología deportiva, que es un modelo computacional que usa conocimiento y procedimientos de razonamiento para resolver problemas lo suficientemente difíciles como para necesitar o ayudar a un experto humano para su solución (Feigenbaum, 1977).

1.6.3. Justificación Económica

“Las competencias deportivas actuales exigen de los participantes un enorme gasto de energía no solo física, sino también psíquica. Ni siquiera un deportista muy bien preparado física y técnicamente puede lograr la victoria en una competencia, para la cual está potencialmente preparado del todo, si no tiene desarrolladas en la medida necesaria las funciones psíquicas y los rasgos psicológicos que hacen falta” (Ribetti, 2003). Un sistema experto para la psicología deportiva se justifica por la escasez de expertos humanos bolivianos en dicho campo, pues el alto costo que representa traer un psicólogo deportivo del extranjero muestra la necesidad de la construcción del mismo que emule el conocimiento del experto humano para apoyar en la planificación del entrenamiento deportivo.

1.6.4. Justificación Social

“El equipo es el resultado del desarrollo de profundos nexos emocionales. Debe ser el refugio del deportista en tiempos difíciles y fuente de energía permanente“(Chappuis & Thomas, 1988). Bajo este contexto, la riqueza de los vínculos afectivos con la familia, el cuerpo técnico, ayudantes de campo, dirigentes, medios de comunicación, etc. constituye un elemento

central en el logro de la eficacia operativa a nivel individual y de equipo para afrontar con éxito la alta competencia, pues evitar el conflicto con cualquiera de estos vínculos es considerar una conducta apropiada de un jugador de fútbol de alta competencia con los intereses y acciones de otras personas.

1.7. APORTE

El aporte fundamental de la investigación es el apoyo en la planificación del entrenamiento deportivo para la mejora del rendimiento de los jugadores de fútbol en la alta competencia.

El aporte práctico es la construcción de un prototipo de sistema experto que emule las capacidades de toma de decisión de un psicólogo deportivo.

1.8. ALCANCE Y LÍMITES

El alcance de la investigación es el diagnóstico dirigido a futbolistas de alta competencia vinculados a la selección boliviana de fútbol, con base en elementos, parámetros y variables, pertenecientes al ámbito de la psicología deportiva.

Las limitaciones del trabajo son:

- El sistema experto no realiza un análisis psicológico del material audiovisual para el tratamiento de los jugadores.
- El sistema experto no planifica el entrenamiento psicológico.
- El sistema experto no diseña estrategias psicológicas para la competición deportiva.

1.9. METODOLOGÍA

Se utilizará la metodología de investigación deductiva, que propone las siguientes etapas:

- a) **Planteamiento del problema:** Presenta las tareas de reconocimiento de hechos, descubrimiento del problema y la formulación del problema.

- b) **Construcción de un modelo teórico:** Presenta las tareas de selección de los factores pertinentes, Invención de las hipótesis centrales y de las suposiciones auxiliares y la traducción matemática.
- c) **Deducción de consecuencias particulares:** Presenta las tareas de búsqueda de soportes racionales y búsqueda de soportes empíricos.
- d) **Prueba de la hipótesis:** Presenta las tareas de diseño de la prueba, ejecución de la prueba, elaboración de los datos y inferencia de la conclusión.
- e) **Introducción de las conclusiones en la teoría:** Presenta las tareas de comparación de las conclusiones con las predicciones, reajuste del modelo y sugerencias acerca del trabajo ulterior². (Bunge, 1979)



² Que esta a continuación o más allá de algo.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Resumen

Este capítulo menciona la teoría relacionada con la psicología deportiva: definición, objetivo, historia, ámbitos de actuación, etc. También menciona la teoría relacionada con los sistemas expertos: sistemas expertos de diagnóstico médico, sistemas expertos, componentes de un sistema experto, etc. Estas dos teorías constituyen la base teórica del trabajo de investigación propuesto.

2.1. PSICOLOGÍA DEPORTIVA

La psicología deportiva, como muchas áreas derivadas de distintas ciencias, ha ido paulatinamente desarrollándose en base a definiciones y objetos de estudio propios, vale decir, ha ido gestándose con una metodología particular y específica (García, 1996). Y como tal estos métodos han ido transformándose y perfeccionándose con el tiempo.

Como área de especialización de la psicología, la psicología deportiva, entra a formar parte del entramado³ de las ciencias del deporte. Es una ciencia aplicada, que estudia los procesos psíquicos y la conducta del deportista en la actividad deportiva. Persigue conocer y optimizar las condiciones internas del deportista con el propósito de lograr la expresión del potencial físico, técnico y táctico adquirido en el proceso de preparación (González, 2001).

Según Williams (1991), la psicología deportiva considera que la delgada línea que en ocasiones separa el éxito del fracaso, depende de la preparación a nivel psicológico con la que el deportista haya complementado su entrenamiento en cualquier modalidad deportiva. Dicha preparación se traduce en la incorporación de programas de entrenamiento psicológico para

³ Conjunto de ideas, sentimientos, opiniones, etc., que se entrecruzan en un texto.

optimizar el rendimiento en todos los momentos en los que el deportista se encuentra activo o bien en los que influyen en el rendimiento.

2.1.1. Definición

No ha sido fácil en el transcurso de los años puntualizar cabalmente una definición de la psicología deportiva, tal como lo señala Riera y Cruz (1991), “ha sido muy difícil llegar a una definición principalmente debido a dos razones: su juventud y el eclecticismo⁴ teórico imperante, producto de un campo de estudio difuso”. Por ello es que incluso definiciones iniciales surgieron desde otros profesionales, como Cagigal⁵ (1974 citado en Riera & Cruz, 1991) que define: “la psicología deportiva es la psicología del hombre que hace deporte”.

Muchos autores, en distintas épocas han delineado ciertos conceptos. Una buena definición que refleja la tendencia inicial de esta rama es la de Singer (1975 citado en Cauas, 2007b), quién señala que es una “ciencia que estudia la conducta de los deportistas y las variables que la afectan; con el objetivo de poder entenderla, explicarla y predecirla”. Otro autor, Thomas (1982) comenta que “la psicología deportiva investiga, como disciplina científica, las causas y los efectos de los procesos psíquicos que tienen lugar en el ser humano antes, durante y después de una actividad deportiva”, ratificando que por mucho tiempo la preocupación esencial de ésta, es el deporte competitivo.

Rudik (1973 citado en García, 1996) comenta que es el “estudio de la personalidad en las condiciones de la actividad deportiva”, en esta definición lo interesante es que integra dos elementos: los factores psicológicos presentes en el deporte y los requerimientos psicológicos de los distintos deportes, tal como lo señala Riera y Cruz (1991) “este planteamiento de Rudik es bastante más completo que otros posteriores, pues no se limita al estudio de la personalidad del deportista, sino que también pone énfasis en el análisis de las demandas psicológicas de los diferentes deportes”.

⁴ Modo de juzgar u obrar que adopta una postura intermedia, en vez de seguir soluciones extremas o bien definidas.

⁵ José María Cagigal Gutiérrez. Nació en 1928 y murió en Madrid en 1983. Pedagogo de reconocido prestigio internacional, promovió el humanismo deportivo como una teoría para comprender al hombre contemporáneo (Olivera, 2006).

Valdés (1996) circunscribe una definición a ciertos aspectos específicos como ejes centrales de intervención. Plantea que la “psicología deportiva es una aplicación de la psicología que busca la explicación, el diagnóstico y la transformación del aspecto psicológico de problemas como el ajuste emocional y volitivo⁶ del atleta, el desarrollo técnico táctico y la conformación del equipo deportivo se ponen de manifiesto en el proceso pedagógico de preparación del deportista”.

Weinberg y Gould (1996) plantean que existen numerosas definiciones acerca de la psicología deportiva y el ejercicio físico; en pocas palabras, “es el estudio científico de las personas y su conducta en el contexto del deporte y la actividad física”.

Nachon y Nascimbene (2001) definen a la psicología deportiva como aquella “ciencia dedicada a estudiar, cómo, porque y bajo qué condiciones los deportistas, los entrenadores y espectadores se comportan en el modo que lo hacen, así como también investigar la mutua influencia entre actividad física, la participación en el deporte y el bienestar psicofísico, la salud y el desarrollo personal”.

Cauas (2007a) define a la psicología deportiva como “el estudio científico de los factores psicológicos que están asociados con la participación y el rendimiento en el deporte, el ejercicio y otros tipos de actividad física”.

Davis y Palladino (2008) definen a la psicología deportiva como “el estudio científico del comportamiento y de los procesos mentales de deportistas”.

Según la Asociación de Psicólogos Americanos (APA), la Psicología del Deporte y de la Actividad Física (PAFD) es: “el estudio científico de los factores psicológicos que están asociados con la participación y el rendimiento en el deporte, el ejercicio y otros tipos de actividad física” (Psicodeportes, 2008). La APA, destaca que la psicología deportiva y la labor de los profesionales vinculados a la misma, se encuentra vertebrada en torno a dos grandes

⁶ Se dice de los actos y fenómenos de la voluntad.

objetivos. En primer lugar, ayudar a los deportistas a conocer y optimizar los principios psicológicos con el objetivo de mejorar su rendimiento. En segundo lugar, y no por ello menos importante, comprender cómo la práctica deportiva afecta al desarrollo psicológico de los sujetos participantes, a su salud y bienestar a lo largo de su ciclo de vida. Dosil (2002:8), coincide en estas afirmaciones cuando define: “la psicología deportiva y el ejercicio físico es el estudio científico de las personas y su conducta en el contexto del deporte y la actividad física”. Para este autor, esta área de la psicología identifica los principios y directrices para ayudar a participar en actividades físico-deportivas, y beneficiarse de las mismas. La mayoría de los estudios de psicología del deporte y ejercicio físico giran en torno a dos objetivos fundamentales: de un lado, aprender el modo en que los factores psicológicos afectan al rendimiento físico de los individuos; y de otro lado, la comprensión de la forma en que la participación en el deporte y la actividad física afecta al desarrollo, la salud y el bienestar personal.

2.1.2. Objetivo de la Psicología Deportiva

“La Psicología Deportiva tiene como objetivo la comprensión de los factores psíquicos que intervienen en el ejercicio físico y en el deporte, y la explicación de sus efectos en el comportamiento y en el organismo“(Lorenzo, 1997). Esta ciencia toma en consideración como objeto de estudio también aquellos problemas psicológicos vinculados con la práctica deportiva que tienden a constituir dificultades en cuanto a la relación interpersonal sana, a la percepción del mundo externo, actitudes, autoconcepto, manejo del estrés, ansiedad precompetitiva, incapacidad para alcanzar metas propias, insatisfacción personal, bajo nivel de tolerancia a la frustración y, en general, dificultades de adaptación al medio deportivo (Gilda, 2007).

Según González (2001:1) “la psicología deportiva tiene como objetivo estudiar los procesos psíquicos y la conducta del deportista en la actividad deportiva. Persigue conocer y optimizar las condiciones internas del deportista con el propósito de lograr la expresión del potencial físico, técnico y táctico adquirido en el proceso de preparación”.

2.1.3. Historia de la Psicología Deportiva

Según Cauas (2007a), “la psicología deportiva tiene una historia reciente y dividida claramente en etapas, distinguiéndose en ellas los avances científicos y metodológicos más fundamentales”; dichas etapas se muestran a continuación.

2.1.3.1. Raíces de la psicología deportiva en la psicología experimental (1879 - 1919)

Las raíces de la psicología deportiva se encuentran en la psicología experimental entre los años 1879 a 1919 aproximadamente. Dicho período se caracterizó por la creación de laboratorios experimentales con temáticas como el tiempo de reacción, la cronometría mental, destrezas motrices, aprendizaje motor, etc. El primero de ellos fue en Leipzig (Alemania) en 1879. Esta etapa caracteriza una psicología deportiva llevada a cabo informalmente por entrenadores, deportistas, comentaristas, etc.

Se publican los primeros manuales, siendo los más importantes los de Triplett y Fitz (Estados Unidos), Wundt (Alemania), Lesgaft (Rusia) o Coubertin (Francia).

2.1.3.2. Antecedentes inmediatos de la psicología deportiva (1920 - 1945)

En los antecedentes inmediatos de la psicología deportiva (1920 - 1945), etapa dominada por la preparación de la psicología deportiva como ciencia, se destacan los trabajos de los “padres” de esta rama de la psicología: Alexander Puni, Peter Rudik en la Unión Soviética, Coleman Griffith en EE.UU. y R. W. Schulte en Alemania, en temas como habilidades motrices, aprendizaje, variables de la personalidad, motivación, intereses, etc., y la creación de centros deportivos especializados para tales efectos.

C. Diem, con colaboración de Schulte y Sippel fundan el primer laboratorio de psicología específicamente de deporte en 1920 en Berlín y realizan varias publicaciones de relevancia. C. Griffith crea el laboratorio de psicología deportiva en la Universidad de Illinois (Chicago) en 1925; publica dos obras muy importantes: *Psychology of Coaching* en 1926 y *Psychology of*

Athletics en 1928. En Moscú, Alexander Puni y Meter Rudik crean el laboratorio de Leningrado.

Por último en Canadá, a finales de este período se publica la obra *Psychology for education in the field of physical education and recreation* (1942), a cargo de E. Orlick, considerado el padre de la psicología deportiva en Canadá.

2.1.3.3. Investigaciones en aprendizaje motor y el desarrollo de la psicología aplicada al deporte (1946 - 1964)

Posterior a la creación informal de esta área de la psicología, devienen más investigaciones sobre el aprendizaje motor y el desarrollo de la psicología deportiva aplicada (1946 - 1964). Aquí se produjeron una gran cantidad de investigaciones sobre el aprendizaje motor, sobretodo en EE.UU. y los países anglosajones al término de la segunda guerra mundial y la integración de los países de la Europa del Este.

Se crean las primeras asociaciones de psicología deportiva en Checoslovaquia (1953), Japón (1960) y Bulgaria (1962), también se realizan los primeros congresos, destacándose el de Leningrado en 1956.

En publicaciones destaca la de J. Lawther *Psychology of Coaching* (1951) y la de B. Cratty con *Movement Behavior and Motor Learning* (1964) y B. Olgive y T. Tutko por sus trabajos aplicados con olímpicos. En general las publicaciones se van haciendo más específicas y aplicadas al ámbito deportivo como por ejemplo el de P. Kunath *Psicología del Deporte* (1963), P. Rudik *Psicología de la Educación Física y del Deporte* (1960) e I. Macak escribe *Psicología del Deporte* (1962).

Finalmente en otros países como Francia (M. Bouet), Italia (F. Antonelli) o España (J. M. Cagigal, J. Ferrer-Hombravella o J. Roig) comenzaban a realizar sus primeros trabajos en psicología del deporte, principalmente desde un ámbito médico.

2.1.3.4. Reconocimiento oficial de la psicología deportiva como un nuevo ámbito de aplicación de la psicología (1965 - 1979)

El I congreso mundial de psicología deportiva, celebrado en Roma en 1965, marca el comienzo de la psicología deportiva como ciencia. Su organizador, Ferruccio Antonelli, se considera como “el padre de la psicología deportiva contemporánea”, aunque para otros sea R. Martens el “padre de la psicología deportiva moderna”, debido a sus publicaciones en *Human Kinetics*.

Posterior al congreso internacional, la psicología deportiva o como dicen los autores Weinberg y Gould “la psicología del deporte y del ejercicio físico”, se constituye como una rama especializada dentro de la psicología.

Hasta 1979 se continúa con la creación de asociaciones, organización de congresos, y publicaciones. Aquí destaca la fundación de la International Society of Sport Psychology (ISSP) en 1965, a raíz del Congreso de Roma, también surge la North American Society for the Sport and Physical Activity (NASPSPA) en 1967.

En cuanto a las publicaciones, se destaca el nacimiento de la primera revista especializada en psicología deportiva: *International Journal of Sport Psychology* en 1970.

Eventos de esta época se pueden mencionar tres congresos mundiales en Roma (1965), Washington (1969) y Madrid (1973). En ellos se muestra fundamentalmente cual ha sido el papel que han desempeñado los psicólogos deportivos, destacando los aspectos académicos y políticos más importantes que llevaron a la creación de nuevas sociedades y las primeras dificultades (barreras lingüísticas y políticas) en el seno de la disciplina.

2.1.3.5. Consolidación de la psicología deportiva (1980 - 1993)

En EE.UU. nace la Association for the Advancement of Applied Sport Psychology (AAASP) y en los países sudamericanos se crea la Sociedad Sudamericana de Psicología del Deporte

(SOSUPE), así como también se crean asociaciones en los países árabes y los países asiáticos. Así, en la mayoría de los continentes ya existen asociaciones que buscan impulsar fuertemente el desarrollo de la psicología de la actividad física y deportiva en sus respectivas asociaciones.

Dentro de este período es importante destacar dos publicaciones que, por su carácter mundial, marcan el final de una época y principio de la siguiente, son: *The World Sport Psychology Sourcebook* (1992) de J. H. Salmela y *Handbook of Research on Sport Psychology* (1993) editado por R. Singer, M. Murphey y L. Tennat. Además, se publican numerosos libros, se calcula como alrededor de 100 libros y 7000 artículos en los últimos 20 años. Al respecto la publicación más notable fue la de Jean Williams “Psicología Aplicada al Deporte”, traducida a varias lenguas. Por último es interesante destacar que en esta época se establece una nueva área de trabajo e investigación: psicología del ejercicio y de la salud.

2.1.3.6. Afianzamiento en la vertiente aplicada de la psicología de la actividad física y deportiva (1994 - hasta ahora)

Esta etapa se caracteriza por el intento de difusión, llegándose a un mayor número de contextos y personas relacionadas con la actividad física y el deporte. A nivel mundial, se aprecia un desarrollo sostenido en los distintos países, pero con diferencias producto de las diferencias idiosincrásicas⁷ en los países.

En el año 2003 los países africanos crean la African Association of sport Psychology (AFASP), como hito importante. Con el paso del tiempo las “barreras” entre los países va disminuyendo, no totalmente debido a los idiomas.

Otra característica de este período es el intento de dar el paso definitivo de la teoría a la práctica. El psicólogo deportivo se muestra como un profesional que persigue la incorporación definitiva a los staff⁸ y equipos deportivos que acompañan a los deportistas.

⁷ Que es propio de un individuo o de una colectividad.

⁸ Traducción al español: personal.

A las numerosas publicaciones, muchas relacionadas con el rol e intervenciones del psicólogo deportivo, se suma la revolución de Internet que acerca a cualquier persona a esta área.

2.1.3.7. Inicios de la psicología deportiva en Bolivia

Según Callejas (2007), “la psicología deportiva ha tenido una evolución muy lenta en el medio boliviano”, en Bolivia la psicología deportiva ganó vigencia a través de seminarios y cursos auspiciados por entidades gubernamentales. Callejas (2007) refleja la trayectoria que tuvo la psicología deportiva en Bolivia tomando en cuenta lo siguiente:

2.1.3.7.1 Divulgación y difusión

El investigador más destacado de la década de los 80 es el Lic. Mario Paz Biruet, especializado en educación física, docente del Instituto Normal Superior de Educación Física (INSEF) y comentarista de periódicos paceños.

Uno de los principales acontecimientos en la historia del deporte nacional es la clasificación de la selección Boliviana de fútbol, por primera vez en su historia, a la copa del mundo de USA' 94, donde un destacado ex seleccionado de fútbol como Max Ramírez menciona lo siguiente: “Azkargorta efectuó en nuestra selección, sin duda una preparación más psicológica que física y técnica porque si vemos la actuación del equipo boliviano no tiene un fútbol europeo, pese a que Azkargorta es europeo, pero si tiene otra mentalidad por lo tanto el Sr. Azkargorta antes que director técnico es un buen psicólogo⁹”(El Diario, 1994 citado en Callejas, 2007).

⁹ Justificado en el artículo: Se juega como se vive. En donde Azkargorta (2004) menciona: “el futbolista boliviano tenía una muy baja auto-estima por lo que empezamos por ahí nuestro trabajo”.

Como parte del equipo que participó en el proyecto, rumbo a la copa del mundo de USA' 94, se encuentra un destacado psicólogo, el Lic. Bismark Pinto Tapia quien inculcó el interés y la importancia de la psicología deportiva como una ciencia, donde el principal protagonista es el deportista.



Figura 2.1 Partido inaugural de la copa del mundo 1994.

Fuente: Tomado de (Encarta, 2005)

2.1.3.7.2. Investigación

Las primeras investigaciones en psicología deportiva fueron realizadas por ex deportistas, quienes cursaban la carrera de psicología tanto en la universidad Mayor de San Andrés UMSA, como en la universidad Católica Boliviana UCB, entre los pioneros están el Lic. Jaime Gomez UCB (Baloncesto), Lic. Abdón Callejas UMSA (Atletismo), Lic. Fernando Brum UCB (Tenis), Lic. Daniela Lizón Parada UCB (Natación), Lic. Shirley Mallo Barriga UCB (Futsal).

2.1.3.7.3. Formación

Para difundir y valorar los principios fundamentales de la psicología deportiva se realizaron eventos en Bolivia o con participación boliviana, tal como se muestra en la tabla 2.1.

Tabla 2.1 Eventos sobre psicología deportiva con participación Boliviana.

Fuente: Tomado de (Callejas, 2007)

Fecha	Coordinador (es)	Nombre del Evento	Expositores
Junio de 1999	Benno Becker (Brasil) Abdón Callejas	I Seminario de Psicología de la Actividad Física y el Deporte.	Benno Becker (Brasil) Félix Guillen (España) Diezmar Samulski (Alemania) Y otros.
Abril del 2000	Unidad Departamental de Deportes	Seminario Taller: Actualización en el área de la Actividad Física y el Deporte y Psicología Deportiva.	Abdón Callejas
Agosto del 2000	Prefectura del departamento de La Paz	Curso Provincial de Capacitación y Actualización Docente en Educación Física.	Varios.
Abril y Agosto del 2002	Jaime Barrientos Carmen Zamora	II Curso de Diplomado en Ciencias Motoras Humanas.	Varios.
Agosto del 2005	Fernando Brun	II-Seminario Taller Boliviano de Psicología Deportiva y I Encuentro Nacional de Psicólogos de la Actividad Física y Deporte.	Marco Luque Oscar Quilla Daniel Vallejo Jorge Zabalaga Tusnelda Flores Abdón Callejas Jaime Gómez Marcelo Pacheco
Octubre del 2005	Asociaciones Deportivas	Primer encuentro de Psicología.	Jaime Gomez Marcelo Pacheco Fernando Brun Abdón Callejas
Enero del 2006	David Olivares	I Jornadas Internacionales de Actualización en Educación Física, Recreación y Deportes, I Encuentro Boliviano de Carreras Educación Física.	Marcelo Pacheco Fernando Brun Abdón Callejas Y otros.
Octubre del 2006	Santiago - Chile	VIII Congreso Sudamericano de Psicología de Deporte.	Representantes de países como: Argentina, Bolivia, Brasil, Chile y Uruguay
Enero del 2007	Tarija - Bolivia	II Jornadas Internacionales de Actualización en Educación Física y Recreación y Deportes.	Abdón Callejas Y otros.

2.1.3.7.4. Asociacionismo

La realización del I Seminario Internacional de Psicología de la Actividad Física y el Deporte sirvió de preámbulo para que en el mes de agosto de 1999, se creara la Sociedad Boliviana de

Psicología de la Actividad Física y Deporte (SOBOPAD) cuyos fundadores, todos psicólogos, son: Carlos Barral Zegarra, Abdón Callejas Quisbert, Daniela Lizón Parada, Shirley Mallo Barriga y Bismark Pinto Tapia.

“A pesar de los escasos eventos y acciones que se han realizado se empieza a reconocer la importancia que tiene la aplicación de la psicología deportiva en los procesos de formación y la práctica física, tanto en la vertiente educativa, de salud, de formación deportiva-recreativa, como también el de la propia organización”(Callejas, 2007).

2.1.4. Ámbitos de Actuación de la Psicología Deportiva

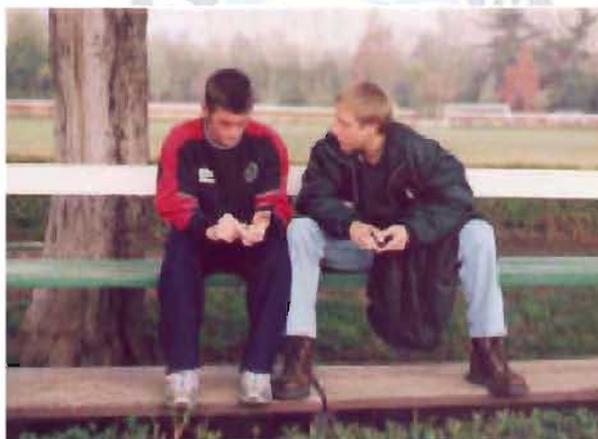


Figura 2.2 Intervención de la psicología deportiva.
Fuente: Tomado de (Cauas, 2007c)

El fomento de una cultura del deporte implica el desarrollo de al menos cinco elementos: (1) el deporte para mejorar la calidad de la vida y la salud de la población, (2) el deporte infantil o de iniciación, (3) el deporte organizado, (4) la actividad física en discapacitados y enfermos, y (5) la actividad física en la tercera edad (Vargas & Blanco, 2008). La figura 2.3 muestra gráficamente este modelo.



Figura 2.3 Elementos de una cultura deportiva.
Fuente: Tomado de (Díaz, 2001)

Sin duda la labor del psicólogo deportivo se tendría que incluir en cada uno de estos cinco elementos, pero es en el deporte de alto rendimiento o organizado donde se pueden identificar cinco grandes áreas de intervención, propuestas por Riera (1985), que delimitan el ámbito de la psicología deportiva: (1) el entrenamiento, (2) la competencia, (3) la dirección de entidades deportivas, (4) el arbitraje, y (5) el público. Este modelo se esquematiza en la siguiente figura 2.4.

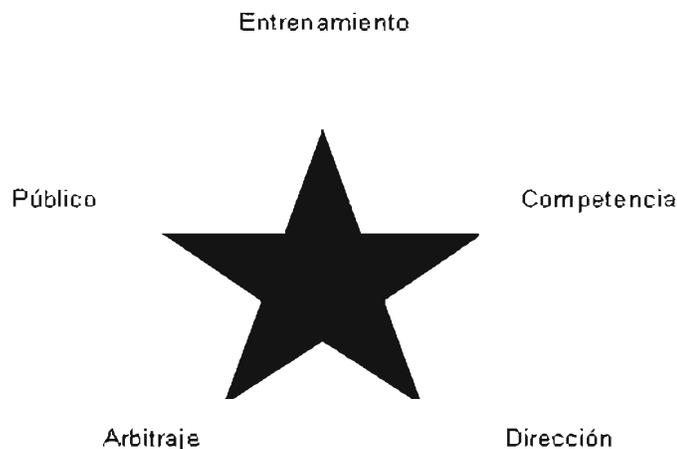


Figura 2.4 Áreas de aplicación de la psicología deportiva en el deporte de alto rendimiento.
Fuente: Tomado de (Riera, 1985)

Según Vargas y Blanco (2008), la aplicación de la psicología deportiva en cada área se justifica de la siguiente manera:

- a) La intervención de la psicología deportiva en el área del entrenamiento involucra acciones tendientes a proporcionar una preparación psicológica a los deportistas mediante técnicas adecuadas al tipo de deporte y a las peculiaridades de cada deportista, ayudar a identificar a los entrenadores y deportistas los factores ambientales que influyen en el comportamiento y enseñar las destrezas psicológicas que hagan más eficaz el entrenamiento.
- b) Cuando la psicología deportiva se aplica en el área de la competencia, la intervención va dirigida al control de los factores emocionales que puedan influir en contra del rendimiento de cada deportista como el manejo del estrés y la tensión emocional y el afrontamiento del dolor y el control de la ansiedad.
- c) El área directiva en el deporte de alto rendimiento también puede beneficiarse de la intervención psicológica. Mejorar la selección y formación de los técnicos y deportistas, mediante procesos de selección de personal que se ajusten a tales necesidades. Brindar asesoría sobre las relaciones interpersonales y la comunicación entre los deportistas, entre estos y su entrenador, así como entre el entrenador y los directivos de la organización.
- d) En el terreno del arbitraje, entrenar habilidades mediadoras, pacificadoras o de distensión en el terreno del rol arbitral como administrador y regulador de tensiones y estados de ánimo alterados en el campo de juego. Mejorar la objetividad y justicia en las decisiones arbitrales. Definir con mayor precisión los criterios para evaluar la legalidad o ilegalidad de las acciones deportivas en entornos de tensión y presión.
- e) Con el público, la psicología deportiva puede influir para asesorar a la policía o servicios de seguridad, orientándolos al respecto de las conductas conflictivas en recintos deportivos, para prevenir los accidentes y agresiones durante la competencia deportiva. Incrementar la aceptación social del rol del árbitro y del juez deportivo. Explicar la influencia de los factores sociales en el comportamiento individual y grupal de los seguidores que apoyan a un deportista o a un equipo.

Con estas ideas en mente, un plan general mínimo de trabajo para el psicólogo deportivo, en una organización deportiva, es el que se presenta en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Plan general de trabajo del psicólogo en el deporte de alto rendimiento.
Fuente: Tomado de (Vargas & Blanco, 2008)

ÁREAS DE APLICACIÓN	ACTIVIDADES DEL PSICÓLOGO
1. Entrenamiento	1. Elaborar Expedientes Técnicos de los Jugadores. 2. Contar con un Sistema de Observación de la Conducta de los Jugadores. 3. Proporcionar Entrenamiento en Atención y Concentración.
2. Competencia	1. Proporcionar Entrenamiento en Inoculación del Estrés. 2. Entrenar Relajación Muscular y Visualizaciones. 3. Entrenar Técnicas de Respiración y control de Ansiedad. 4. Entrenar el Control del Dolor.
3. Dirección	1. Administrar un Sistema de Selección de Personal. 2. Proporcionar Entrenamiento en Comunicación Asertiva. 3. Asesorar en el Sistema de Incentivos al logro deportivo.
4. Arbitraje	1. Entrenar en el Manejo del Conflicto Interpersonal. 2. Entrenar en Auto-control de la conducta. 3. Establecer Guía de Entrega Efectiva de Mensajes.
5. Público	1. Colaborar en la Guía de Comportamiento Seguro en un Espectáculo. 2. Campaña de Aceptación Social del Rol del Árbitro. 3. Guía de la Porra para motivar al equipo.

2.1.5. Psicodiagnóstico

2.1.5.1. Nociones generales de psicodiagnóstico

Según Garzarelli (2008), habitualmente se entiende al psicodiagnóstico como una batería¹⁰ o conjunto de tests que son tomados, con el objeto de evaluar la estructura psicológica global y particular de una persona.

Los tests son de diferente tipo tanto en forma como en contenido. Generalmente son divididos en dos grandes grupos, los proyectivos y los de inteligencia. Es importante tener en cuenta que la mayoría de estos tests ya han sido suficientemente comprobados y verificados, teniendo la confiabilidad y consistencia imprescindibles como para que puedan ser utilizados sin ningún inconveniente y con la seguridad de que están evaluando los factores requeridos, factores que estarán dentro de los parámetros científicos y éticos que deben caracterizar un actuar

¹⁰ Conjunto de pruebas mediante las que se valoran, en términos generalmente cuantitativos, las características psicológicas o los conocimientos de una persona.

profesional dentro de la psicología. Cada uno de los tests tiene un valor y un alcance relativo a la personalidad global y para definir finalmente un psicodiagnóstico deberá tenerse en cuenta la relación entre todas las técnicas tomadas con el objeto de que, desde este intercambio informativo se llegue a una interpretación más fidedigna acorde con la estructura del individuo (Garzarelli, 2008).

2.1.5.2. Devolución psicológica

Se entenderá por devolución psicológica a un informe que ya en forma oral o escrita o ambas al mismo tiempo, se realiza a posteriori de haber evaluado e interpretado integralmente a todos los tests que fueron tomados. Esta devolución en cualquiera de las formas mencionadas anteriormente deberá ser clara, precisa y concisa, sin que sea necesario, a menos que el profesional solicitante así lo requiera, utilizar términos técnicos de difícil comprensión. En este informe constarán todos los valores psicológicos solicitados y necesarios para un mejor aprovechamiento del mismo (Garzarelli, 2008).



Figura 2.5 Entrevista a Gonzalo Rodríguez (seleccionado Sub-20 de Argentina).
Fuente: Tomado de La Nación Deportiva (2003 citado en Roffé, 2004)

2.1.5.3. Psicodiagnóstico en el deporte

El valor de un buen diagnóstico en deportes está vinculado a la utilidad que representa no solo para el atleta sino para el equipo y la institución a la que pertenece.

Para las grandes instituciones, contar con un instrumento preciso de evaluación es no solo importante por los costos económicos e inversión, sino por las posibilidades de desarrollo que se le brindaran al atleta y aún por el progreso de la misma actividad deportiva. Para estas instituciones un reclutamiento no solo rápido sino selectivo y eficaz de deportistas, es un factor que debe ser tomado muy cuenta.

Según Garzarelli (2008), para lograr un óptimo psicodiagnóstico deportivo se deberán considerar una serie de puntos esenciales:

- a) Realizar un exhaustivo, profundo y científico diagnóstico de la personalidad del atleta. Se añadirán, los específicos para cada deporte en particular, así como todos los factores vinculados a la concentración, motivación, etc. Esta batería puede utilizarse para guiar, orientar y asegurar al deportista en sus actividades y posibilidades de ejecución y pronóstico.
- b) Medir la capacidad del atleta para el deporte elegido. En esta medición se registrarán: su rendimiento, velocidad de reacción, sentido del movimiento, su coordinación general y específica así como toda otra forma de cognición utilizada para el deporte.
- c) Comprobaciones para evaluar las diversas fases del progreso y desarrollo del deportista.
- d) Análisis de la competencia particularizada en relación a factores tales como el esfuerzo, triunfo, derrota, intereses, proyectos, objetivos particulares o grupales e institucionales, autoestima, relación con el estrés.

2.1.6. Características Mentales del Alto Rendimiento

En infinidad de partidos los jugadores denominados grandes, en momentos decisivos, han salido adelante y levantan a todo el equipo en el aspecto anímico y deportivo, pues, parece ser

que para ellos no existe la presión, el cansancio o fatiga, etc. De tal forma que surgen las siguientes interrogantes: ¿Cómo es que éstos jugadores son diferentes a los demás?, ¿Están constituidos de manera diferente?, según Zepeda (2000) simplemente están preparados con una mentalidad de alto rendimiento. A continuación se describe características descubiertas por varios psicólogos que han entrevistados a figuras internacionales como pelé, Beckenvawer, Hugo Sánchez, Platini y varios jugadores de este nivel y sus características en el momento cumbre o de máximo rendimiento.

Tabla 2.3 Cualidades del alto rendimiento en competencia.
Fuente: Tomado de (Zepeda, 2000)

SITUACIÓN INTERNA	SITUACIÓN EXTERNA
Pérdida del temor	Juega sin miedo a perder
Dejar de pensar en la ejecución	Parece que ejecuta automáticamente sin pensar
Concentración total	Nada le distrae
Ejecución de manera libre y sin esfuerzo	Fácilmente hace lo que sabe hacer
Esta totalmente seguro de poder hacer las cosas	Sabe que todo esta bajo control y desaparece cualquier presión
El tiempo no le importa	Tiene una sensación de que todo transcurre en cámara lenta, deja de tener prisa y adquiere rapidez eficaz
Esta concentrado en el aquí y el ahora	Sus movimientos son armónicos y fluyen sin pensarlo, se siente libre

2.1.7. Procesos Psicológicos Básicos en la Actividad Física y el Deporte

El primer entrevistado es Hugo Coláce, el volante de Argentinos Juniors que cuando sale del campo de juego se transforma en un muchacho de sonrisa fácil, dócil. El que sigue es el capitán del equipo, Javier Mascherano. Cuando responde las preguntas de los recientes reporteros, se pone serio.

-¿Y qué pensás del psicólogo?, le dice Carlos Tevez con una sonrisa bien ancha que deja ver sus dientes desparejos y su felicidad. Mientras Pisculichí sostiene el micrófono y ya anda proponiendo una nueva *víctima* para las preguntas.

-Bien, me parece que es un aporte muy importante para el grupo..., es la respuesta de Masche.

Clarín Deportes - 10/01/2003

Figura 2.6 Entrevista a Javier Mascherano (seleccionado de Argentina).
Fuente: Tomado de El Clarín Deportes (2003 citado en Roffé. 2004)

El psicólogo deportivo es un colaborador del entrenador en pos del rendimiento deportivo. Al igual como se preparan las habilidades físicas, de resistencia, velocidad, flexibilidad, coordinación, potencia, agilidad, etc., lo mismo ocurre con las habilidades psicológicas como la cognición, emociones, conducta, motivación, activación, conciencia, imaginación, concentración de la atención, comunicación, etc. El control de estas variables nos asegurara el futuro éxito deportivo.

Según Eyzaguirre (2001), En la fase de diagnóstico, se busca conocer las principales habilidades psicológicas que necesitan desarrollarse en el grupo de deportistas, se entrevista a los deportistas, sobre todo lo que piensan, sienten y hacen antes, durante y después de los entrenamientos y competencias. Además, se entrevista al entrenador para que nos entregue mas información sobre el grupo de deportistas, finalmente se realizan sesiones grupales con todos los involucrados en el proceso deportivo, para conocer la dinámica grupal y sus principales problemas y necesidades como grupo. Esto se puede reforzar con filmaciones.

2.1.7.1. Cognición

"Los pensamientos afectan directamente a los sentimientos, lo que va a incidir en la calidad de la conducta. Un pensamiento negativo, conduce a sentimientos negativos y a una ejecución pobre, de la misma manera que un pensamiento positivo, conduce a sentimientos capacitadores y a una buena ejecución" (Eyzaguirre, 2001).

En la línea de Brüggeman y Albrecht (1993), la mayoría de las sucesiones motrices de movimiento en el fútbol, son provocadas y dirigidas por actividades cognitivas (valorar, planificar, decidir). Generalmente, las capacidades cognitivas como la valoración y la elección de las soluciones situativas de un problema se considera que forman parte de la inteligencia. Teniendo en cuenta que las situaciones del entorno cambian continuamente, el comportamiento de compañeros y adversarios, es necesario utilizar estas capacidades cognitivas continuamente durante todo el partido y en gran medida, tanto por parte del jugador atacante, como la construcción del juego, visión de juego, previsión, participación; como por la del jugador defensor, previsión del posible comportamiento del adversario al igual que la

planificación y decisión de un comportamiento correspondiente para recuperar el balón. Por ello en la práctica se habla de la llamada “inteligencia de juego” de un jugador. Cuanto más inteligente sea el comportamiento de juego, más alto será el rendimiento del jugador en el ámbito táctico. Como factor de rendimiento la inteligencia táctica es más importante que ser muy capaz, que desarrollar potencia, que recorrer grandes distancias, que poder repetir muchos esfuerzos, etc., es aconsejable fomentar la autonomía del jugador ofreciéndole la información necesaria y liberándolo para que él decida muchas cosas. Esa libertad irá en relación con su capacidad individual para incorporar lo transmitido. A los jugadores más capaces se le ofrecerán mayor número de iniciativas y habrá que marcarles más el camino a los que tiene menos entendimiento (Giráldez & Buceta, 2005).

2.1.7.2. Creación de estados de ánimo

Los investigadores han descubierto que las señales afectivas pueden favorecer cambios significativos en la ejecución. Por ejemplo los atletas que dicen "rápido" o "vamos" incrementan su velocidad. Los golfistas que utilizan en su swing¹¹ pensamientos tales como "fluido" o "deslizante" producen un swing que parecen más fluido y controlado (Eyzaguirre, 2001). Palabras como "golpea" y "vamos" son importantes ayudas en movimientos rápidos y explosivos. Cada palabra tiene una cualidad emocional que esta vinculada a la calidad del movimiento. El uso de señales verbales que inciden en el estado emocional, pueden ayudar a dirigir mejor el potencial para la ejecución óptima.

2.1.7.3. Conducta

"El dominio mental de los distintos organismos varia con su modo de vivir, y el sistema nervioso de un animal o humano va a operar de una manera u otra según la dinámica del contexto que integra. No es trivial vivir de una manera u otra, ser vivo y medio cambian de manera congruente¹², y lo hacen de la misma manera como el pie y el zapato cambia congruentemente con el uso del zapato " (Maturana, 1994).

¹¹ estilo al golpear de un jugador de golf.

¹² Conveniente, coherente, lógico.

La modificación de la conducta es un medio para lograr una mejora en el rendimiento, al programar un registro de actividades diarias, permitirá poner a las actividades de los deportistas al servicio de su desarrollo deportivo.

En relación a la conducta deportiva, se deben modificar acciones que interfieren en el buen desempeño deportivo como la inasistencia, atrasos, poca cooperación, falta de compromiso, indisciplina, poco interés, falta de deseos por aprender, mala comunicación con el grupo y el entrenador, poca tolerancia con los menos hábiles, etc.

La modificación conductual permitirá aprovechar de mejor manera el tiempo y los recursos disponibles, todas las acciones procuraran estar vinculadas al desarrollo tanto deportivo y como persona, esto influirá directamente con las cogniciones, modificando el autoconcepto y la confianza que proporcionan los logros (Eyzaguirre, 2001).

2.1.7.4. Motivación

Un buen entrenador es un gran motivador, y para ello, es necesario entender cómo funciona la motivación (Syer, 1991) y (Gorbunow, 1988). Basados en Thomas (1995), el concepto motivación se utiliza para describir el estado dinámico del deportista en relación con una tarea específica. De tal forma, se puede hablar de estados intermedios, bajos y altos de disposición. La motivación determina en consecuencia, la dirección, intensidad y duración de las acciones del deportista (Bakker, Whiting & Brug, 1993) y (Baumann, 1993).

En el marco del proceso motivacional deportivo, el principio de reforzamiento de los comportamientos es fundamental. Como reforzamiento debe entenderse, todo lo que sigue a una respuesta y aumenta la probabilidad de que una conducta deseada se presente en el futuro. Es decir, se da una recompensa como consecuencia de una conducta deseada, o se elimina la recompensa ante conductas no deseadas (Ureña, 2005).

2.1.7.4.1. Motivación intrínseca y extrínseca

Los factores que motivan a un deportista se pueden clasificar en dos categorías: intrínsecos y extrínsecos (Durand, 1988) y (Weinberg & Gould, 1996). Mientras la motivación intrínseca proviene del individuo mismo, la motivación extrínseca tiene su origen en el medio externo del deportista.

La motivación intrínseca. Es la más importante por cuanto indica el deseo interno del deportista por alcanzar buenas ejecuciones o niveles de rendimiento. En deportistas motivados intrínsecamente, la actividad en sí misma es la mayor fuente de motivación (Haliwell, 1980). Para promover la motivación intrínseca el entrenador podría prestar atención a factores como:

- a) La programación de prácticas agradables y variadas.
- b) Recompensar el esfuerzo y el buen rendimiento más que los resultados.
- c) Dar recompensas por logros arriba del promedio.

Sin duda, se trata de una dinámica de interacción deportista entrenador distinta, donde se trata sobre todo, de hacer que el deportista redimensione el concepto de competencia deportiva, pasando a entenderla como un medio para lograr la realización como persona.

La motivación extrínseca. Puede ayudar a fomentar la motivación intrínseca. Sin embargo, antes de usar el sistema de motivación extrínseco, el entrenador debe conocer la forma en que los deportistas perciben la recompensa externa. El uso indiscriminado de la motivación extrínseca puede minar la motivación interna, promoviendo deportistas incapaces de competir por valores personales y consecuentemente con una motivación endeble¹³ (Eberspacher, 1987).

La motivación externa puede ser útil, cuando la recompensa sea congruente con la calidad de la ejecución, esto provee información sobre los niveles de competencia. Con esto lo que se quiere decir es que, un muy buen rendimiento podría ser acompañado por una muy buena

¹³ Débil, flojo, de resistencia insuficiente.

recompensa en términos materiales, situación que en un deportista conciente retroalimentaría positivamente su trabajo y esfuerzo.

2.1.7.5. Necesidades del deportista

La clave del éxito de las estrategias motivacionales está en relación directa con el conocimiento de las necesidades y aspiraciones de los deportistas (Baumann, 1993) y (Syer, 1991).

Todo deportista tiene necesidades específicas, entre ellas, por ejemplo: la necesidad de afiliación, de logro y de estima (Thomas, 1995) y (Baumann, 1986). En realidad, se trata de fuerzas que orientan y dan energía al comportamiento del deportista, favoreciendo en mayor o menor medida el desarrollo pleno de su talento.

Entre algunas de esas necesidades importantes se tiene: La necesidad de afiliación, que consiste en el deseo de pertenecer a un grupo, de compartir, de socializar. La necesidad de auto-valía, caracterizada por el deseo de mostrarse a sí mismo cuanta capacidad se tiene. En estos casos, las experiencias de éxito y fracaso tienen un rol fundamental, por cuanto, se es capaz, en la medida en que se obtenga éxito. Por otro lado, la necesidad de poder, se manifiesta en el deseo de obtener reconocimiento de otras personas, o bien, en el deseo de ejercer dominio sobre otros, de mandar. Finalmente, la necesidad de logro, entendida como el deseo de superar obstáculos, de alcanzar grandes metas. Se argumenta que este motivo se forma desde temprana edad, cuando el niño observa que sus acciones pueden cambiar el medio y mejorarlo (Heckhausen, 1989).

Al comparar deportistas entre sí, se puede distinguir dos grandes categorías: Los orientados hacia el éxito y los orientados hacia el fracaso. En la tabla 2.4 se expone en forma comparativa las características propias de ambas orientaciones (Martens, 1987) y (Gabler, 2004).

Tabla 2.4 Características de orientación.
Fuente: Tomado de (Gabler, 2004)

Variabes de Orientación	Orientación hacia el éxito	Orientación hacia el fracaso
Historia (éxitos/ fracasos) Perspectiva general	Éxitos consistentes Positiva y optimista	Fracasos consistentes. Negativa y pesimista
Atribuciones Éxito → Fracaso →	Habilidad Esfuerzo	Suerte o tarea fácil. Habilidad
Responsabilidad Éxito → Fracaso →	Toma créditos por el éxito. Acepta crítica por el fracaso cuando procede. Refuerza el optimismo.	No acepta créditos por el éxito. Acepta críticas. Refuerza el pesimismo.
Selección de tareas	Dificultad moderada	Muy fáciles o muy difíciles
Sensaciones Éxito → Fracaso →	Satisfacción Insatisfacción. Aumenta la motivación.	Poca satisfacción Gran insatisfacción. Decrece la motivación.
Importancia del deporte	Incrementa/ piensa cosas positivas de sí mismo.	Decrece/ autovalía deteriorada.

Según Ureña (2005), la información que brinda la tabla 2.4 es fundamental para el psicólogo deportivo. Independientemente de poder identificar en el deportista una u otra tendencia, es claro que el perfil que se puede esbozar, a partir de la información de las variables expuestas, le da conocer e interpretar el comportamiento de los deportistas.

2.1.7.6. Manejo del estrés

Según la biblioteca de consulta Encarta (2005), El estrés es la tensión provocada por situaciones agobiantes que originan reacciones psicósomáticas o trastornos psicológicos a veces graves; de tal forma que es muy importante que en el repertorio psicológico de los deportistas haya destrezas que permitan enfrentar el estrés adecuadamente (Baumann, 1993). Se trata de destrezas que le serán útiles al deportista en toda su vida.

Algunas de las percepciones claves que determinan la vivencia de estrés podrían ser las siguientes (Bump, 1989):

- a) Sentir que la habilidad que se posee no es suficiente para resolver la situación.
- b) Incertidumbre acerca de la situación.
- c) La importancia de la situación.

En la tabla 2.5 se exponen una serie de cambios comúnmente asociados con la vivencia de estrés.

Tabla 2.5 Cambios frecuentes asociados al estrés.

Fuente: Tomado de (Martens, 1987)

Fisiológicos	Psicológicos	Conductuales
-Aumento de la Frecuencia cardiaca -Aumenta la presión sanguínea -Aumenta la sudoración -Aumenta la actividad cerebral -Aumenta la dilatación de la pupila -Aumenta la frecuencia respiratoria -Se reduce el fluido de sangre a nivel periférico -Aumenta la tensión muscular -Incrementa la necesidad de oxígeno -Incrementa la concentración de azúcar en sangre -Aumenta la expulsión de orina -Aumenta la concentración de adrenalina	-Aburrido -Saturación -Incapaz para tomar decisiones -Sentimiento de confusión -Incapaz de concentrarse -Incapaz para dirigir la atención -No sentimiento de control -Sentirse diferente -Reducción de la atención	-Hablar rápido -Comerse las uñas -Golpeteo de pies contra el suelo -Temblor muscular -Ceño fruncido -Aumento del parpadeo -Voz quebradiza -Temblor -Bostesadera

En relación con el fenómeno del estrés, se suelen mencionar dos fórmulas específicas que caracterizan su origen (Bump, 1989) y (Martens, 1987):

Fórmula 1: El medio presenta estímulos que generan activación¹⁴, seguida de pensamientos negativos.

$$\begin{array}{ccccccc}
 \text{Estímulos} & > & \text{Activación} & > & \text{Pensamientos} & = & \text{Estrés} \\
 \text{del medio} & & & & \text{Negativos} & & \\
 (E) & > & (A) & > & (PN) & = & (E)
 \end{array}$$

¹⁴ Se refiere a las sensaciones corporales.

Fórmula 2: El medio genera estímulos que originan pensamientos negativos, seguidos de activación. Ambas fórmulas terminan en la vivencia de estrés.

$$\begin{array}{ccccccccc} \text{Estímulos} & > & \text{Pensamientos} & > & \text{Activación} & = & \text{Estrés} \\ \text{del medio} & & \text{Negativos} & & & & \\ \text{(E)} & > & \text{(PN)} & > & \text{(A)} & = & \text{(E)} \end{array}$$

2.1.7.6.1. Técnicas para manejar el estrés

Bump (1989) y Martens (1987) proponen tres métodos para enfrentar el estrés: Ingeniería ambiental, manejo del estrés somático y el enfrentamiento cognoscitivo del estrés.

La ingeniería ambiental es aplicable cualesquiera sea la fórmula de estrés. Mientras que las técnicas para el manejo somático ante el estrés son más efectivas cuando se trata del estrés según el esquema de la fórmula 1, debido a que las sensaciones corporales se presentan primero en el ciclo del estrés. Por otro lado, las técnicas cognoscitivas son más efectivas en situaciones de estrés según la fórmula 2, en razón de que los pensamientos negativos se presentan primero en el ciclo del estrés.

2.1.7.6.1.1. Ingeniería ambiental

Implica aprender a identificar cómo los cambios en el ambiente contribuyen a reducir el estrés. En este caso, corresponde al entrenador y a los deportistas construir ambientes de entrenamiento, teniendo siempre presente cuáles elementos ambientales favorecen la reducción del estrés, de manera que se potencie la calidad del trabajo y rendimiento de los deportistas (Ziegler, 1980).

2.1.7.6.1.2. Manejo del estrés somático

Las técnicas de relajación somática, son generalmente usadas para combatir la activación, primer eslabón en la cadena del estrés según esquema de la fórmula 1. Los síntomas del estrés somático incluyen aumentos en la frecuencia cardíaca, en la frecuencia respiratoria y en la

presión arterial. Comportamiento orgánico ante el cual estas técnicas de relajación ayudan a recuperar estados de tranquilidad necesarios, para poder intervenir exitosamente con procedimientos cognoscitivos que faciliten el afrontamiento apropiado del estrés. Esto significa que, las técnicas de relajación somática son el punto de partida para el uso de las técnicas cognoscitivas (Syer & Connolly, 1986).

Los métodos más comunes para el manejo del estrés somático son:

- a) La imaginación relajante
- b) La relajación auto-dirigida
- c) La relajación progresiva

Sin embargo, la experiencia dice que la mayoría de los deportistas prefieren trabajar con los dos primeros métodos (Eberspacher, 1995), sobre todo por la facilidad con que se pueden ejecutar.

Imaginación relajante. Ésta implica crear un cuadro relajante en la mente. Es decir, el deportista construye situaciones en su imaginación asociadas con sensaciones positivas, como por ejemplo, alegría, disfrute, paz, confianza, seguridad y tranquilidad. Verbigracia¹⁵ se puede visualizar un atardecer de lluvia en una cabaña de montaña, o un amanecer en una playa distante y solitaria, entre otras.

Relajación auto-dirigida. Forma abreviada de la relajación progresiva. Implica autosugestiones que inducen la relajación corporal (Syer & Connolly, 1986). Un ejemplo de este tipo de autoverbalización podría ser: “Me siento tranquilo, estoy en mi mejor momento”, entre otras de la misma naturaleza.

Relajación muscular progresiva. Consiste en una técnica en que se avanza desde un grupo muscular hacia otro, induciendo cada vez la máxima tensión posible, haciendo esfuerzos por identificar cómo se percibe la misma y liberándola inmediatamente después. Así, la atención

¹⁵ Significa: ejemplo.

del deportista se centra en el músculo y en identificar y sensibilizarse ante diferentes niveles de tensión muscular (Harris & Harris, 1987).

2.1.7.6.1.3. Técnicas cognoscitivas para el manejo del estrés

Según Martens (1987), las técnicas de manejo cognoscitivo del estrés son utilizadas para aligerar el estrés producido por la ansiedad, temor y pensamientos negativos, es decir, el estrés referido por la fórmula 2. La meta de estas técnicas es cambiar el patrón de pensamiento de los deportistas, desde negativo hacia positivo. Este es un proceso que requiere tiempo y es a veces frustrante, aunque sus resultados son muy positivos si se tiene la persistencia necesaria.

Hay básicamente tres estrategias (Bump, 1989), para el manejo cognoscitivo del estrés:

- a) La detención de pensamientos,
- b) El pensamiento racional y
- c) La conversación inteligente.

Una vez consciente de los pensamientos que procesa constantemente, se dará cuenta de cuántos de ellos son negativos.

Dada la potencial injerencia de los pensamientos en el rendimiento de los deportistas, Harris y Harris (1987) proponen un ejemplo de cómo cambiar pensamientos negativos en positivos:

Tabla 2.6 Cambio de pensamientos negativos a positivos.
Fuente: Tomado de (Harris & Harris, 1987)

Pensamientos negativos	Cambio a pensamiento positivo
No puedo	Puedo hacerlo. Lo he hecho antes muchas veces.
No estaré en mi mejor momento	He hecho todo lo que he podido para prepararme bien.
Ese fue un error estúpido	La próxima vez que lo haga procuraré...
Que gran estúpido que soy	Necesito practicar un poco más, para no cometer este error nuevamente.
Otros...	

Según Ureña (2005), “el éxito en este proceso requerirá de la sistematización y perseverancia, hasta interiorizar patrones de pensamiento positivos sea cual sea la situación.”

2.1.8. Psicología Deportiva en el Fútbol

El fútbol pertenece a la categoría de los deportes con balón, según la clasificación de las habilidades psicológicas deportivas específicas, propuesto por Riera (1985); en ella presenta las cualidades a desarrollar en los deportistas de alto rendimiento.

Tabla 2.7 Clasificación de las cualidades psicológicas deportivas.

Fuente: Tomado de (Riera, 1985)

RESISTENCIA	COMBATE	FUERZA RÁPIDA	DEPORTES CON PELOTA	COORDINACIÓN Y ARTE
Alta tolerancia a la frustración	Regulación temperamental	Control tensional	Pensamiento táctico	Coordinación psicomotriz ¹⁶
Motivación interna	Persistencia	Coordinación psicomotriz	Concentración y distribución de la atención	Capacidad de representación
Concentración-Atención	Pensamiento táctico	Velocidad de reacción	Coordinación psicomotriz	Persistencia
Mecanismos psicofísicos de recuperación	Velocidad de reacción alta	Concentración-Atención	Empatía grupal	Control emocional
Autoconfianza	Percepción visual	Valor - Decisión	Control emocional	Alta concentración en la atención
Autodisciplina	Tolerancia psíquica al dolor	Aspiración de logro	Control de la ansiedad	Valor - Decisión

Según Heredia (2005), en el fútbol hay que trabajar psicológicamente con una serie de técnicas para desarrollar en cada futbolista las siguientes cualidades:

- a) Pensamiento Táctico. Para desarrollar o acrecentar la habilidad del deportista para anticiparse a situaciones del juego que se van dando durante su ejecución deportiva.
- b) Empatía¹⁷ y coordinación de grupo. Son las habilidades de los deportistas para formar un grupo cohesionado¹⁸, cooperativo y con una atmósfera grupal de armonía y confort¹⁹ para todos.

¹⁶ Integración de las funciones motrices y psíquicas.

¹⁷ Identificación mental y afectiva de un sujeto con el estado de ánimo de otro.

¹⁸ Que el grupo de jugadores debe ser muy unido.

¹⁹ Aquello que produce bienestar y comodidades.

- c) Control emocional. Para mantener sus reacciones emocionales en equilibrio, especialmente en situaciones adversas, o de presión o de desventaja que le producen estrés o angustia.

2.1.8.1. Variables psicológicas en el rendimiento futbolístico

Existen muchas variables mentales con relación al rendimiento deportivo, pero según Zepeda (2000), las que afectan directamente al fútbol son:

Tabla 2.8 Variables en el fútbol y sus efectos en el rendimiento deportivo.

Fuente: Tomado de (Zepeda, 2000)

VARIABLE	DEFINICIÓN	TÁCTICO	PSICOLÓGICO	FÍSICO
Motivación	Grado de interés	Siempre disciplinado.	Muy honesto.	Entrena y juega con mucha alegría.
Estrés	Hipersensibilidad mental que afecta la motivación y la activación.	Enfado y hostilidad.	Ansioso.	Cansancio y enfado.
Auto seguridad	Seguridad en los propios recursos y en los del equipo. Sirve como regulador para que aparezca la motivación.	Si existe motivación, trabaja excelente, da sugerencias al DT. Si existe estrés se preocupa en exceso y quiere tomar la dirección táctica.	Si existe motivación cumple a la totalidad el entrenamiento mental. Si existe el estrés nunca se disciplina y hay inseguridad en el plan a seguir mentalmente.	Si existe motivación se disciplina y aporta ejercicios ricos al equipo y entrena después del tiempo. Si hay estrés existe cansancio.
Activación	Respuesta cerebral.	Optimismo si hay motivación. Rechazo si existe el estrés.	Cumple con alegría si hay motivación, pero con estrés hay una hiper inquietud mental.	Esta dispuesto y con optimismo al ejercicio si hay motivación y todo lo contrario si hay estrés. (puede haber contractura o desgarres)
Concentración	Discernimiento para el momento.	Ejecuta con inteligencia sus movimientos.	Conoce sus sentimientos y los aplica según la circunstancia.	Realiza el ejercicio adecuadamente y le da variantes exactas.
Manejo de pensamientos positivos o negativos	Diálogos internos y sean positivos o negativos	Se repite constantemente sus movimientos.	Conoce lo que se dice y como se lo dice.	Se alegra o recrimina después de un ejercicio.

El manejo correcto de las variables psicológicas permite sacar un correcto provecho y ventaja en el alto rendimiento relacionado a cada posición en el campo de juego, ver anexo A.

2.2. INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y SISTEMAS EXPERTOS

Desde que el hombre apareció en la tierra ha tratado de crear toda clase de máquinas y herramientas que le ayuden a reducir el esfuerzo en el trabajo; por ejemplo: el transporte, el trabajo de campo, el cansancio mental, etc.

Las computadoras no fueron la excepción de esta tendencia, desde el inicio los informáticos han desarrollado técnicas que permitan a las computadoras jugar, discernir, aprender, tomar decisiones, emitir juicios, hablar, enseñar, deducir; es decir, “hacer que los ordenadores hagan cosas que por el momento las personas realizan de una forma más perfecta”²⁰ (Rich & Knight, 1994).

El amplio campo de inteligencia artificial trata de estos problemas, que en un principio parecían imposibles, intratables y difíciles de formular utilizando ordenadores. Barr y Feigenbaum (1981), dos de los pioneros de la investigación en sistemas expertos, definen a la inteligencia artificial como: “La inteligencia artificial es la parte de la ciencia que se ocupa del diseño de sistemas de computación inteligentes, es decir, sistemas que exhiben las características que asociamos a la inteligencia en el comportamiento humano, que se refiere a la comprensión del lenguaje, el aprendizaje, el razonamiento, la resolución de problemas, etc.”

Según Castillo, Gutiérrez y Hadi (1995), Hoy en día, el campo de la inteligencia artificial engloba varias sub áreas tales como los sistemas expertos, la demostración automática de teoremas, el juego automático, el reconocimiento de la voz y de patrones, el procesamiento del lenguaje natural, la visión artificial, la robótica, las redes neuronales, etc.

En la primera década de investigación, en inteligencia artificial, se centraba el desarrollo de mecanismos de búsqueda de propósito general, en los que se entrelazaban elementos de razonamiento básicos para encontrar así soluciones completas. A estos procedimientos se les ha denominado métodos débiles (Russell & Norvig, 2004), debido a que no tratan problemas más amplios o más complejos. La alternativa a los métodos débiles es el uso del conocimiento

²⁰ Definición de inteligencia artificial mencionada en Inteligencia Artificial de Choque (2002).

específico del dominio que facilita el desarrollo de etapas de razonamiento más largas, pudiéndose así resolver casos recurrentes en dominios de conocimiento restringido. Uno de los ejemplos más importantes de este enfoque es el programa MYCIN que restringe el conocimiento para el diagnóstico médico de infecciones sanguíneas.

Edward Feigenbaum (1982), define a los sistemas expertos como: “un programa de computación inteligente que usa el conocimiento y los procedimientos de inferencia para resolver problemas que son lo suficientemente difíciles como para requerir significativa experiencia humana para su solución”.

Según Giarratano y Riley (2001), un sistema experto “es un sistema de cómputo que emula la habilidad de tomar decisiones de un especialista humano”.

Los sistemas expertos hacen un uso amplio del conocimiento especializado como un especialista humano, este conocimiento puede obtenerse mediante libros, revistas, y con personas capacitadas.

2.2.1. Sistemas Expertos de Diagnóstico Médico

Durante la última década se han desarrollado muchas aplicaciones de sistemas expertos a muchos campos. Durkin (1994) examina 2,500 sistemas expertos y los clasifica por criterios, tales como áreas de aplicación, tareas realizadas, etc. Tal como se puede ver en la figura 2.7.

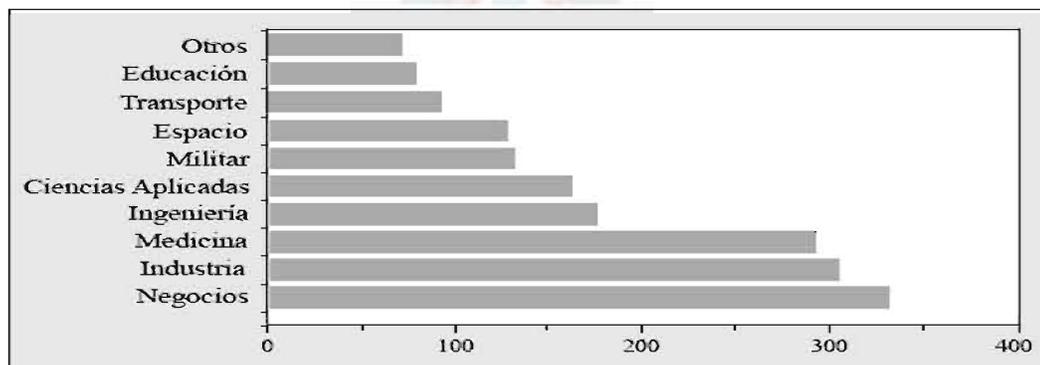


Figura 2.7 Campos de aplicación de los sistemas expertos.

Desde el desarrollo de MYCIN, el diagnóstico médico ha sido uno de los campos donde mayor número de sistemas expertos se han desarrollado como se observa en la figura 2.7. Este hecho se ha debido principalmente a la experiencia médica, que es fundamental para realizar diagnósticos correctos, a los conocimientos en medicina que son muy extensos y al frecuente uso de datos inciertos e incompletos. Salazar (2003) presenta algunos ejemplos de sistemas expertos más destacados de diagnóstico médico.

- a) MYCIN. Es el más célebre de los sistemas expertos de la vieja generación. Fue desarrollado por Shortliffe y Buchanan durante los años 1973 a 1976 en la Universidad de Stanford. Su área de aplicación es el diagnóstico de enfermedades bacterianas y su objetivo es determinar la presencia de alguna infección a partir de los datos del paciente; también sugiere qué drogas son adecuadas para curar la enfermedad. El desempeño de MYCIN es muy bueno y es considerado superior al del experto humano en casos tales como meningitis y enfermedades de la sangre.
- b) CASNET. (Causal ASSociation NETwork) Desarrollado por Kulikowsky y Weiss (1971) en la Universidad de Rutgers. Diagnostica y realiza el tratamiento del glaucoma²¹. Posee una potente base de datos, haciéndole portador de un elevado nivel de conocimiento reconocido por numerosos especialistas. Representa el conocimiento mediante redes semánticas.
- c) ELECTROCARDIGRAPH. Desarrollado por Hewlett Packard, realiza la interpretación de electrocardiogramas. Está escrito en LISP²².
- d) HELP. desarrollado por la Universidad de Utah e implementado en el Memorial Hospital de Utah. HELP lleva a cabo la automatización total del diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Esto quiere decir que mediante sistemas automatizados se capturan los datos del paciente (pulso, temperatura, pruebas de laboratorio y gabinete). Luego, estos datos son recibidos por sistemas expertos que los interpretan, y que finalmente realizan el diagnóstico y tratamiento de las diferentes enfermedades.
- e) INTERNIST. Desarrollado por la Universidad de Pittsburg en 1977, puede diagnosticar hasta 500 enfermedades que forman parte del área de la medicina

²¹ Enfermedad del ojo, caracterizada por el aumento de la presión intraocular, dureza del globo del ojo, atrofia de la papila óptica y ceguera.

²² Del acrónimo List Processing. Un lenguaje de programación para ordenadores orientados a la generación de listas, desarrollado en 1959 a 1960 por John McCarthy y usado principalmente para manipular listas de datos.

interna. La representación del conocimiento se realiza mediante marcos y redes semánticas.

- f) PIP (Present Illnes Program). Desarrollado en el MIT en 1976, diagnostica enfermedades del riñón. La representación del conocimiento se hace mediante marcos.
- g) RHEUM. Realiza el diagnóstico en reumatología y representa el conocimiento mediante redes semánticas. Desarrollado por Kingsland en 1983.
- h) SECAM. (Systeme Explicatif d'Aide Medical) Es un sistema médico explicativo en el campo de la hipertensión arterial desarrollado en la Universidad de Orsay, Francia. El trabajo de SESAM está centrado en brindar explicaciones sólidas de diagnóstico y terapia. El conocimiento psicopatológico está representado por medio de redes causales.
- i) TROPICAID. Desarrollado por Auvert, B. en 1985. Su objetivo es cubrir las enfermedades más comunes de los países en desarrollo: diarrea, parásitos intestinales, enfermedades de los ojos, enfermedades de la piel y enfermedades infecciosas. El sistema tiene tres puntos de entrada: diagnóstico, terapia y prescripción de drogas. Representa el conocimiento usando reglas y marcos.

2.2.2. Sistemas Expertos

Un sistema experto es un programa que actúa como un consultante o consejero en un determinado campo del conocimiento, captando el conocimiento de uno o varios expertos, creando una base de conocimientos. Este conocimiento puede ser usado por cualquiera que la necesite. El propósito no es reemplazar a los expertos, sino que sus conocimientos sean más ampliamente utilizados ya que generalmente existen más problemas por resolver que expertos capaces de ayudar en ellos, de esta forma se puede incrementar la productividad, mejorar la calidad de las decisiones, o simplemente resolver el problema cuando el experto no está disponible.

Carrillo (1987), sugiere criterios que se pueden utilizar para justificar el desarrollo de un sistema experto.

- a) El experto debe tomar sus decisiones en un entorno peligroso u hostil, tal como plantas nucleares, estaciones espaciales, etc. En estas condiciones, sería demasiado arriesgado mantener un experto humano en dichos ambientes.
- b) Los expertos escasean y, por consiguiente, su demanda es alta y su coste muy elevado. Este punto es especialmente importante en el caso de las instituciones financieras, que requieren de asesores en distintas áreas en las sucursales. En este contexto, el sistema experto puede ser una forma efectiva y barata de tratar el problema. En muchos casos puede ser la única alternativa, teniendo en cuenta consideraciones de eficiencia y rentabilidad. Bajo este prisma²³ pueden ser considerados los sistemas expertos como distribuidores del conocimiento y la experiencia.
- c) Pérdida del conocimiento y experiencia en áreas de una empresa como consecuencia de cambios del personal; por ejemplo, las jubilaciones pueden provocar perturbaciones importantes debido a la experiencia que el personal experto se lleva consigo cuando esos cambios se producen. El desarrollo de sistemas expertos en esas áreas puede contribuir a preservar el conocimiento y experiencia institucional.
- d) La inversión en el desarrollo de un sistema experto también puede estar justificada cuando se espera una alta tasa de retorno de la inversión realizada en dicho desarrollo.

²³ Punto de vista, perspectiva.

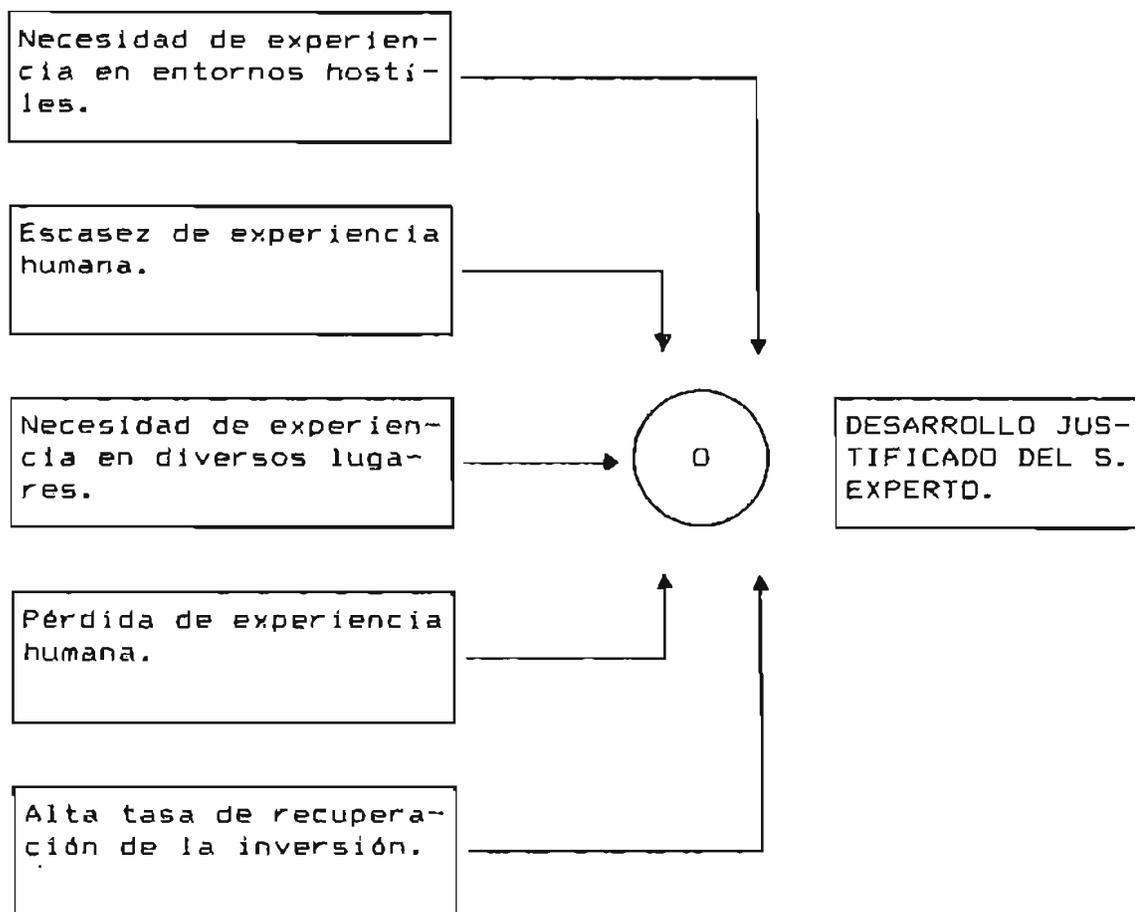


Figura 2.8 Justificación para la construcción de un sistema experto.
Fuente: Tomado de (Carrillo, 1987)

Según Giarratano y Riley (2001), un sistema experto tiene las siguientes características básicas:

- a) Alto desempeño. El sistema experto debe tener la capacidad de responder a un nivel de competencia igual o superior a un especialista en el campo. Esto significa que la calidad del consejo dado por el sistema experto debe ser muy alta.
- b) Tiempo de respuesta adecuado. El sistema experto debe actuar en un tiempo razonable, comparable o mejor al tiempo requerido por un especialista, para alcanzar una decisión.
- c) Confiabilidad. El sistema experto debe ser confiable y no propenso a caídas, o no será usado.

- d) **Comprensible.** El sistema experto debe ser capaz de explicar los pasos de su razonamiento mientras se ejecutan, de tal modo que sea comprensible, en lugar de ser solo una caja negra que produce una respuesta milagrosa. El sistema debe tener capacidad de explicación, de la misma forma en que los especialistas pueden explicar su razonamiento.
- e) **Flexibilidad.** Debido a la gran cantidad de conocimiento que un sistema experto puede tener, es importante contar con un mecanismo eficiente para añadir, modificar y eliminar el conocimiento.

En una situación ideal, el diagnóstico de un sistema experto es tal como lo haría un experto humano, mostrando ciertas ventajas con respecto al experto humano. Según Salazar (2003) las ventajas de los sistemas expertos se pueden apreciar cuando son comparados con otras soluciones, tales como software convencional o expertos humanos, algunas de ellas son:

- a) **Replicación.** Los sistemas expertos reproducen el conocimiento y heurística de los expertos humanos. Esto permite que se pueda copiar y distribuir la experiencia tanto como se necesite y a un costo razonable.
- b) **Peligro reducido.** Los sistemas expertos pueden usarse en ambientes que podrían ser peligrosos para un ser humano.
- c) **Fácil modificación.** El concepto de separar el conocimiento del mecanismo de inferencia facilita el proceso de modificación del conocimiento. Esto es importante porque el conocimiento cambia frecuentemente.
- d) **Consistencia en las respuestas.** Los expertos humanos pueden dar soluciones diferentes al mismo problema; incluso el mismo experto humano puede dar respuestas distintas en diferentes ocasiones. Por su parte, los sistemas expertos son siempre consistentes en la solución de los problemas, brindando respuestas iguales todo el tiempo.
- e) **Mayor disponibilidad.** Los sistemas expertos están siempre disponibles, las 24 horas del día.
- f) **Preservación de la experiencia.** El conocimiento de los expertos humanos presente en los sistemas expertos, se preserva para la posteridad.
- g) **Solución a problemas con datos incompletos.** Los sistemas expertos, debido a su naturaleza heurística, son capaces de resolver problemas con datos incompletos o

incierto. Esta característica es importante porque la información completa y exacta de un problema rara vez está disponible.

- h) Explicación de la solución. Una característica clave de los sistemas expertos es que son capaces de explicar cómo llegaron a sus conclusiones, qué decisiones tomaron y por qué lo hicieron. Esta explicación clarifica y justifica los resultados. Adicionalmente, provee una forma rudimentaria de tutoría.

2.2.2.1. Componentes de un sistema experto

Básicamente los sistemas expertos están formados por la base de conocimientos y por el motor de inferencia, aunque generalmente se les añaden más módulos para facilitar su uso y enriquecer su desempeño (Salazar, 2003). En la Figura 2.8 se muestra un diagrama de la arquitectura de un sistema experto típico.

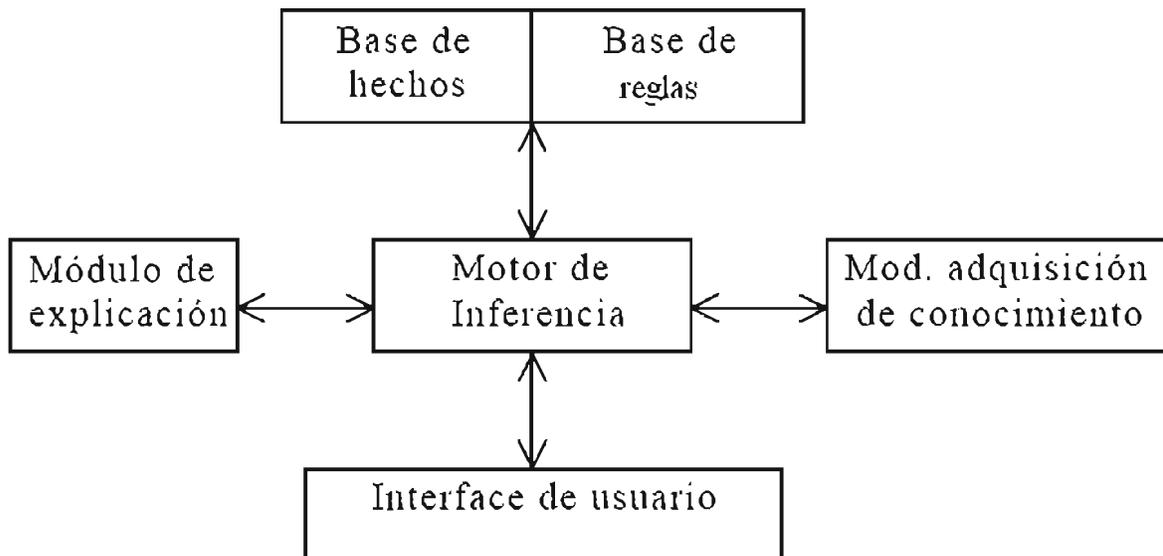


Figura 2.9 Componentes de un sistema experto típico.
Fuente: Tomado de (Salazar, 2003)

Según Choque (2002) los componentes básicos de un sistema experto son: la base de conocimiento, la máquina de inferencia, la memoria de trabajo, la interfaz de usuario y la interfaz de adquisición. Adicionalmente a los componentes básicos, Dussauchoy (1988)

propone que un sistema experto tenga: un subsistema justificador, interfaz con otros sistemas y un sistema de aprendizaje automático.

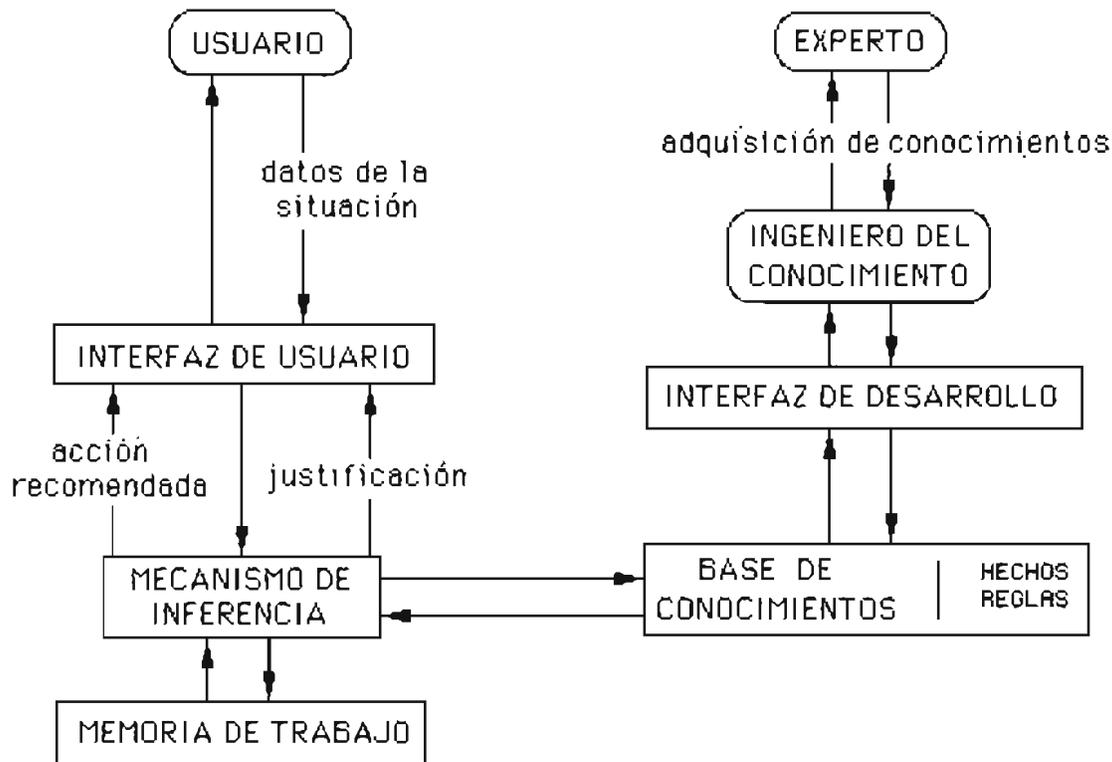


Figura 2.10 Componentes de un sistema experto.
Fuente: Tomado de (Dussauchoy, 1988)

Castillo, Gutiérrez y Handi (1995) describen cada componente como:

- a) La base de conocimiento. Los especialistas son responsables de suministrar a los ingenieros del conocimiento, una base de conocimiento ordenada y estructurada, y un conjunto de relaciones bien definidas y explicadas. Esta forma estructurada de pensar requiere que los expertos humanos repiensen, reorganicen, y reestructuren la base de conocimiento y, como resultado, el especialista se convierte en un mejor conocedor de su propio campo de especialidad. La base de conocimientos de un sistema experto contiene el conocimiento de los hechos y de las experiencias de los expertos en un dominio determinado. Es decir, contiene el conocimiento general sobre el dominio en el que se trabaja. Una característica muy importante es que la base de conocimientos es independiente del mecanismo de inferencia, que se utiliza para resolver los problemas.

De esta forma, cuando los conocimientos almacenados se han quedado obsoletos, o cuando se dispone de nuevos conocimientos, es relativamente fácil añadir reglas nuevas, eliminar las antiguas o corregir errores en las existentes. El conocimiento se refiere a afirmaciones de validez general. tales como reglas, distribuciones de probabilidad, etc. Los datos se refieren a la información relacionada con una aplicación particular. Por ejemplo, en el diagnóstico médico, los síntomas, las enfermedades y las relaciones entre ellos, forman parte del conocimiento, mientras los síntomas particulares de un paciente dado forman parte de los datos. Mientras el conocimiento es permanente, los datos son efímeros²⁴, y son destruidos después de usarlos. El conocimiento se almacena en la base de conocimiento y los datos se almacenan en la memoria de trabajo. Todos los procedimientos de los diferentes sistemas y subsistemas que son de carácter transitorio se almacenan también en la memoria de trabajo.

- b) El motor de inferencia. Las conclusiones del motor de inferencia pueden estar basadas en el conocimiento determinista o el conocimiento probabilístico. Como puede esperarse, el tratamiento de situaciones de incertidumbre (probabilísticas) puede ser considerablemente más difícil que el tratamiento de situaciones ciertas (deterministas). En muchos casos, algunos hechos no se conocen con absoluta certeza. Por ejemplo, un paciente que no está seguro de sus síntomas. Puede darse el caso de tener que trabajar con el conocimiento de tipo no determinista, es decir, de casos en los que se dispone sólo de información aleatoria o difusa. El motor de inferencia es también responsable de la propagación de este conocimiento incierto. De hecho, en los sistemas expertos basados en probabilidad, la propagación de incertidumbre es la tarea principal del motor de inferencia, que permite sacar conclusiones bajo incertidumbre. Esta tarea es tan compleja que da lugar a que ésta sea probablemente la componente más débil de casi todos los sistemas expertos existentes.
- c) La memoria de trabajo. Es el lugar donde se almacenan los datos de entrada y conclusiones intermedias que se van generando durante el proceso de razonamiento.
- d) La interfaz de usuario. Es el enlace entre el sistema experto y el usuario. Por ello, para que un sistema experto sea una herramienta efectiva, debe incorporar mecanismos eficientes para mostrar y obtener información de forma fácil y agradable. Un ejemplo

²⁴ Es decir, no forman parte del componente permanente de un sistema.

de la información que tiene que ser mostrada tras el trabajo del motor de inferencia, es el de las conclusiones, las razones que expliquen tales conclusiones y una explicación de las acciones iniciadas por el sistema experto. Por otra parte, cuando el motor de inferencia no puede concluir, debido por ejemplo a la ausencia de información, la interfaz de usuario es un vehículo para obtener la información necesaria del usuario. Consecuentemente, una implementación inadecuada de la interfaz de usuario que no facilite este proceso minaría notablemente la calidad de un sistema experto. Otra razón de la importancia de la interfaz de usuario es que los usuarios evalúan comúnmente los sistemas expertos y otros sistemas por la calidad de dicha interfaz más que por la del sistema experto mismo.

- e) La interfaz de adquisición o desarrollo. Es la interfaz que permite a los expertos la adquisición o depuración del conocimiento del dominio en la base de conocimiento. Es muy útil porque el conocimiento constantemente está cambiando y es necesario actualizarlo. También sirve para corregir errores que existan en dicha base.
- f) El subsistema justificador. Es el encargado de explicar su línea de razonamiento y debe responder a la siguiente pregunta: ¿Cómo llegó a determinada conclusión?
- g) Interfaz con otros sistemas. Estos pueden ser bases de datos, aplicaciones, hardware; como por ejemplo, sensores, etc.
- h) Subsistema de aprendizaje automático. Es capaz de analizar sus éxitos y fracasos para perfeccionar su efectividad; sin embargo, en general esta componente es escasa en los sistemas expertos.

2.2.3. Adquisición del Conocimiento

Según Carrillo (1987), el proceso de adquisición del conocimiento requiere la aplicación de metodologías, que utilizando técnicas del dominio de la psicología, permitan extraer el conocimiento del experto humano así como su experiencia en el dominio, concerniente al sistema experto a construir.

Carrillo (1987) menciona cuatro puntos considerables para tratar la adquisición del conocimiento, estos puntos se desarrollan a continuación:

2.2.3.1. Metodologías de adquisición del conocimiento

Se distinguen dos grandes grupos: los métodos intuitivos y los métodos de observación o experimentales.

2.2.3.1.1. Métodos intuitivos

Confían en la introspección del experto acerca del dominio. Estos métodos pueden resumirse de la siguiente manera.

En algún caso, el ingeniero del conocimiento, estudia la literatura existente sobre el tema e interactúa con los expertos para familiarizarse con sus principales métodos de solución de problemas, llegando a convertirse en un seudoexperto²⁵ en el campo. Actuando de esta manera, el investigador desarrolla una representación de la experiencia que luego es verificada frente a la opinión de otros expertos y, eventualmente, incorporada en un programa.

Un segundo método intuitivo de catalogación sucede cuando un auténtico experto actúa como un constructor de teorías acerca de su propio comportamiento. Aquí el individuo, a través de la introspección, intenta identificar las bases para su propio conocimiento y habilidad y luego incorporarlas directamente en un sistema informático.

2.2.3.1.2. Métodos de observación o experimentales

Están basados en observar cómo resuelve el experto los problemas reales, no interfiriendo en la actividad del mismo, de tal manera que se pudiera influenciar el enfoque del experto para resolver el problema.

²⁵ Hace referencia que se convierte en un falso experto en el campo.

2.2.3.2. Tipos de conocimiento

La clasificación del conocimiento en base a un principio general es una difícil y ambiciosa tarea que han eludido los filósofos durante miles de años. Sin embargo en un dominio restringido dado, no es muy complicado intentar la identificación de algunas categorías amplias. Así se distinguen las siguientes clases:

- a) Conocimiento de conceptos y relaciones. En un esquema similar a un glosario, se describen las principales entidades y sus relaciones en ese dominio.
- b) Conocimiento de procedimientos rutinarios. Corresponden a técnicas estándar y procedimientos de trabajo. Algunos de estos conocimientos podrían no estar en manuales, sino constituir una parte importante del conocimiento del experto.
- c) Hechos y heurísticas. Corresponde a hechos en particular, así como reglas prácticas utilizadas en la realización de tareas.
- d) Conocimiento clasificatorio. Mediante el cual se hace una distinción muy fina entre distintos conceptos similares.

Estas categorías según indican Wielinga y Breuker (1984), no son la única manera de clasificar el conocimiento, ni la mejor. El aspecto importante es reconocer la existencia de distintos tipos de conocimiento.

2.2.3.3. Técnicas psicológicas utilizadas

Las principales técnicas a aplicar son las siguientes:

- a) Entrevistas. La entrevista es el método más familiar de adquisición del conocimiento. De una manera muy simple, rápidamente se genera una gran cantidad de conocimiento sobre la terminología y los principales componentes del dominio.
- b) Análisis de protocolo. El comportamiento del experto mientras trabaja en la resolución del problema, es grabado y este protocolo es transcrito y analizado, para finalmente convertirlo en un conjunto de reglas de producción que transforman un estado en el siguiente. Su mérito está en que va más allá de lo que un experto puede explícitamente

contar en una situación de solución de un problema para permitir inferencias acerca del conocimiento que está utilizando, pero que no puede ser verbalizado conscientemente.

- c) Preguntas abiertas y cerradas. Identifica el conocimiento o la experiencia por medio de preguntas, por parte del ingeniero del conocimiento, y repuestas, por parte del experto, en cierto dominio delimitado por el ingeniero del conocimiento.

2.2.3.4. Metodología de trabajo del ingeniero del conocimiento

Además de las técnicas anteriormente mencionadas, el ingeniero del conocimiento puede hacer uso de distintas estrategias, cambiando de técnicas durante la entrevista. Los métodos de trabajo más utilizados son los siguientes:

- a) Observación al lado del experto. El ingeniero del conocimiento observa al experto resolviendo casos reales sobre su trabajo. Esta observación le proporciona una visión acerca de la complejidad del problema y el tipo de facilidad de interfase necesaria para que el experto utilice en el producto final. Esta técnica es útil en los primeros contactos con el experto.
- b) Disección del problema. El ingeniero del conocimiento escoge un conjunto de problemas representativos e informalmente los discute con el experto. El objetivo es determinar de qué manera el experto organiza el conocimiento acerca de cada problema, representa los conceptos e hipótesis y maneja el conocimiento y los datos inconsistentes, exactos o imprecisos relativos al problema.
- c) Descripción del problema. En este caso, el ingeniero del conocimiento le pide al experto que describa un problema típico para cada categoría importante de respuestas que pueden surgir. Esto ayuda al ingeniero del conocimiento a definir problemas prototipo para cada categoría de respuestas.

2.2.4. Representación del Conocimiento

El campo de la representación del conocimiento se refiere a los mecanismos para representar y manipular la información. Los esquemas de representación resultantes deberían permitir una

búsqueda o una operación eficiente de los mecanismos de inferencia (Castillo, Gutierrez & Hadi, 1995).

Según Choque (2002) la representación del conocimiento se define desde dos puntos de vista. La primera es la vista atómica, en ella presenta por un lado el significado de representación, que viene del latín “Repraesentare”, que significa: hacer aparecer como presente, por otro lado la del conocimiento, que viene del latín “Gnosco”, que significa: aquello que ha sido sujeto a acto de reconocimiento; si se combinan ambos significados se tiene que: “la representación de conocimiento es hacer que aparezca como presente, lo que ha sido sujeto al acto de reconocimiento”. La segunda es la vista holística, esta vista corresponde al holismo que dice, él todo es más que la suma de las partes²⁶. Así la representación del conocimiento es más que solo la conjunción de los conceptos de conocimiento y representación.

Según Carlos (2007), existen varias técnicas para representar el conocimiento, agrupándose en tres tipos de representación básicas:

- a) La representación procedimental. Expresan explícitamente las interrelaciones entre fragmentos de conocimiento, pero que son difícilmente modificables. En esta familia se encuentran: los autómatas finitos, los programas, etc.
- b) La representación declarativa. Crean fragmentos de conocimiento independientes unos de otros y que, por consiguiente, son fácilmente modificables. Estos conocimientos se combinan después mediante un mecanismo general de razonamiento y deducción. En esta familia se encuentran: la lógica, las reglas de producción, etc.
- c) La representación mixta. Emplea los dos modos de representación precedentes. En esta familia se encuentran los objetos estructurados: los esquemas, objetos, etc.

La representación declarativa es la más usada para implementar sistemas expertos, por lo que en el presente trabajo solo se desarrollara esta.

²⁶ Según Aristóteles 384-322 a.C.

2.2.4.1. Técnicas de representación del conocimiento

2.2.4.1.1. Lógica

La lógica es una disciplina relacionada con la validez del conocimiento. Es muy importante dentro del contexto de la inteligencia artificial y especialmente en los sistemas expertos, debido a que brinda el formalismo para dos importantes conceptos: la representación del conocimiento y el proceso de inferencia. Dentro de la lógica existen varias notaciones para representar el conocimiento, las más importantes son: la lógica proposicional y el cálculo de predicados (Salazar, 2003).

2.2.4.1.2. Armazones

Según Giarratano y Riley (2001), los armazones²⁷ son estructuras que permiten agrupar conocimiento declarativo (hechos) y procedimental. Están formados por un nombre y por una serie de ranuras (slots) que pueden contener valores o procedimientos llamados demonios (demons). Los demonios son rutinas ligadas a valores de las ranuras, que se activan cuando se leen, cambian o borran dichos valores. Los armazones son especialmente indicados para representar estereotipos (objetos o procesos) del mundo. Los armazones genéricos describen estereotipos generales y los armazones particulares son instancias de los genéricos. Los armazones particulares heredan características de sus padres e incorporan sus atributos distintivos. Los estudios en psicología indican que la gente utiliza grandes armazones para codificar el conocimiento de experiencias pasadas, o conocimiento acerca de cosas que se encuentran comúnmente, para analizar y explicar una situación nueva en su cotidiana actividad cognoscitiva.

Según Aznar (2005) un armazón representa un objeto o situación describiendo la colección de atributos que posee. Están formadas por un nombre y por una serie de campos de información o ranuras (slots). Cada ranura puede contener uno o más enlaces. Cada enlace tiene un valor asociado. Varios enlaces pueden ser definidos para cada ranura, por ejemplo:

²⁷ En inglés “frame”.

- Rango: El conjunto de posibles valores para la ranura.
- Valor: El valor de la ranura.
- Default: El valor a ser asumido si no se especifica alguno.

Además los enlaces pueden ser procedimientos que residen en la base de datos y están aguardando para ser utilizados cuando se los necesite. Entre los más comunes se pueden mencionar:

- Si-Necesitado: Procedimiento(s) para determinar el valor actual de una ranura.
- Si-Agregado: Procedimiento(s) a ejecutarse cuando un valor es especificado para una ranura.
- Si-Modificado: Procedimiento(s) a ejecutarse si el valor de una ranura es cambiado.

A estos procedimientos también se los denomina demons y representan un concepto importante en los armazones, esto es, la habilidad de combinar conocimiento procedimental dentro de la estructura de conocimiento declarativo del armazón. Esto sugiere que un armazón puede ser un medio poderoso de representación del conocimiento, especialmente si se la incorpora en una red de armazones. En la figura 2.11 se muestra una representación de un armazón (Aznar, 2005).

Nombre del frame	Canario		
Clase	Pajaro		
Propiedades	Slots	Enlaces	Valor
	Color	Rango	{Amarillo, Verde, Azul}
		Valor	verde
		Por defecto	Amarillo
	Come	Valor	Alpiste
	Numero de alas	Valor	3
Hambriento	Valor	Desconocido	

Figura 2.11 Representación del conocimiento mediante un armazón.
Fuente: Tomado de (Aznar, 2005)

Se pueden establecer ciertas similitudes entre un sistema basado en armazones y un sistema de bases de datos. Aparentemente los dos representan datos, a través de las ranuras de un armazón y de los campos de una tabla de datos; sin embargo los armazones representan en realidad conocimiento, mientras que las bases de datos representan sólo datos.

Según Aznar (2005), las ventajas que se pueden establecer para los sistemas basados en armazones son las siguientes:

- a) Facilidad de proceso guiado por las expectativas. Un sistema basado en armazones, mediante los demons, es capaz de especificar acciones que deben tener lugar cuando ciertas condiciones se han cumplido durante el procesamiento de la información.
- b) El conocimiento que posee un sistema basado en armazones es significativamente más estructurado y organizado que el conocimiento dentro de una red asociativa.
- c) Los armazones pueden ser estructurados de tal forma que sean capaces de determinar su propia aplicabilidad en determinadas situaciones. En el caso de que un armazón en particular no sea aplicable, puede sugerir otros armazones que pueden ser apropiados para la situación.
- d) Se puede fácilmente almacenar en las ranuras valores dinámicos de variables, durante la ejecución de un sistema basado en conocimiento. Esto puede ser particularmente útil para aplicaciones de simulación, planeamiento, diagnóstico de problemas o interfaces para bases de datos.

2.2.4.1.3. Reglas de producción

Las reglas son la técnica más popular para representar el conocimiento. Esto puede atribuirse a que ellas tienen un formato parecido al que utilizan los expertos humanos para expresar su conocimiento (condición/acción). Adicionalmente, son excelentes para representar el conocimiento heurístico, su implementación es fácil, su entendimiento es rápido y pueden usar medidas de incertidumbre (Salazar, 2003).

La fórmula general de la regla es la siguiente:

SI < Condiciones > ENTONCES < Conclusiones o acciones >

Según Choque (2002), para representar una regla de producción se utiliza una tripleta: (objeto atributo valor). De modo formal las reglas se colocan como: $P_1, P_2 \dots, P_m \rightarrow Q_1, Q_2 \dots, Q_n$, que significa: si las condiciones $P_1, P_2 \dots, P_m$ se cumplen, entonces se realiza las acciones $Q_1, Q_2 \dots$ y Q_n .

La primera parte de la regla es una prueba condicional, también llamada premisa o antecedente. Si la prueba se satisface a través de un emparejamiento con los hechos conocidos, entonces la segunda parte de la regla, también llamada conclusión, acción o consecuente, también se satisface.

Las reglas pueden ser aplicadas de dos maneras: encadenadas hacia delante o encadenadas hacia atrás. En el encadenamiento hacia adelante se busca la solución utilizando todos los hechos iniciales y se aplica reiterativamente la regla del modus ponens para derivar hechos intermedios hasta que se encuentre la respuesta final. Este tipo de razonamiento es adecuado si existen pocos datos y muchas soluciones. Esto es cierto en aplicaciones de diseño, configuración, planeación y organización. En cambio, en el encadenamiento hacia atrás se parte de un objetivo que trata de demostrarse buscando sólo aquellos datos que lo confirmen; es decir, se aplican las reglas sólo para derivar valores que demuestren objetivos o hechos intermedios, que posteriormente serán usados para evaluar el objetivo final. Este método es útil cuando existen demasiados datos iniciales, muchos de los cuales son irrelevantes, y un número limitado de resultados. Es perfecto para aplicaciones de diagnóstico (Salazar, 2003).

Según Guiarratano y Riley (2001), la representación del conocimiento es de gran importancia en los sistemas expertos por dos razones. En primer lugar los shells²⁸ de los sistemas expertos están diseñados para cierto tipo de representación del conocimiento, como las reglas o la

²⁸ Proporciona una comunicación directa entre el usuario y el propio sistema operativo, y así facilita la ejecución de órdenes o comandos del sistema y de los programas que se ejecutan en él.

lógica. En segundo lugar, la forma en que un sistema experto representa al conocimiento afecta su desarrollo, eficacia, velocidad y mantenimiento.

2.2.5. Razonamiento en Condiciones de Incertidumbre

Según Guiarratano y Riley (2001), la incertidumbre puede considerarse como la falta de información adecuada para tomar una decisión, está asociada de forma inseparable con la información. Aunque existen diferentes formas de incertidumbre, cabe destacar, que se produce como consecuencia de la imprecisión y subjetividad propias de la actividad humana. En muchas ocasiones sacrificamos parte de la información precisa disponible por otra más vaga pero más robusta, lo que permite manejar de forma eficiente la complejidad asociada al mundo real.

Aznar (2005) presenta algunas causas de incertidumbre.

- a) Respecto a la información.
 - i. Incompleta. Falta de análisis en medicina, falta de variables de campo en sistemas de control.
 - ii. Poco confiable. Medidores poco confiables, instrumentos imprecisos, análisis poco confiable.
 - iii. Ruido, distorsión. Ruido o distorsión en sistemas de visión, de reconocimiento de voz, de comunicaciones.
- b) Respecto al conocimiento.
 - i. Impreciso. Si tiene dolor de cabeza posiblemente tiene gripe.
 - ii. Contradictorio. Si tiene dolor de cabeza es probable que tenga gripe, pero también es posible que no tenga gripe, opiniones encontradas de diferentes expertos.
- c) Respecto a la representación.
 - i. No adecuada. No se selecciono la representación idónea para la aplicación.
 - ii. Falta de poder descriptivo. Las representaciones no permiten representar adecuadamente el conocimiento del dominio, como lo expresa el experto.

La solución de muchos problemas que requieren de un comportamiento humano inteligente, tiene asociado algún grado de incertidumbre. Por ello, es natural esperar que los sistemas expertos también sean capaces de manejar incertidumbre (Salazar, 2003).

2.2.5.1. Probabilidad bayesiana

Según Salazar (2003), la probabilidad bayesiana es la técnica más antigua y está basada en la teoría clásica de probabilidades. El teorema de Bayes proporciona un método para computar la probabilidad de que ocurra un evento (H_i , hipótesis) si antes se ha producido otro (E_j , evidencia) relacionado con el primero. Está definido así:

$$p(H_i/E_j) = \frac{p(E_j/H_i) * p(H_i)}{p(E_j)} \quad (1)$$

La propagación de la incertidumbre se obtiene generalizando la fórmula (1), para tratar con 'm' hipótesis y 'n' piezas de evidencia, así:

$$p(H_i/E_1E_2 \dots E_n) = \frac{p(E_1E_2 \dots E_n/H_i) * p(H_i)}{p(E_1E_2 \dots E_n)} \quad (2)$$

Esta probabilidad denota la probabilidad de que ocurra la hipótesis H_i dadas las evidencias E_1 E_2 ... E_n . Por ejemplo la probabilidad de que un paciente tenga la enfermedad H_j , dados los síntomas E_i . Las evidencias deben ser condicionalmente independientes entre sí.

Si bien este método tiene el mejor fundamento teórico para el manejo de la incertidumbre, tiene la gran desventaja de necesitar una significativa cantidad de datos probabilísticos, para construir la base de conocimientos, por ejemplo un sistema de diagnóstico de 50 enfermedades (p) y 300 síntomas (q) necesitaría 15.050 ($p*q + p$) valores de probabilidad, asumiendo que las respuestas son excluyentes entre sí y que los síntomas son independientes. Si no lo son, se necesitan muchos más valores. Además, los sistemas basados en probabilidad no pueden

explicar cómo llegaron a su conclusión, su base de conocimientos está formada por números, por lo que no dan mucha confianza a los expertos.

2.2.5.2. Factores de certeza

Durante el desarrollo de MYCIN, los investigadores descubrieron que el modelo bayesiano era inadecuado para manejar incertidumbre, porque en el área médica es difícil de contar con una gran cantidad de datos que el teorema de Bayes requiere. Además, los estudios indican que los médicos parecen razonar capturando evidencias que confirmen o nieguen sus hipótesis y éstas evidencias las consiguen independientemente; en contraposición con el proceso usado por la técnica bayesiana que usa probabilidades condicionadas (Salazar, 2003).

Estas razones hicieron que se desarrollara el formalismo de los factores de certeza (FC), el cual se basa vagamente en el análisis bayesiano.

Según Salazar (2003), los sistemas expertos implementan el formalismo de FC por medio de reglas, de la forma SI evidencia ENTONCES hipótesis (FC), donde la evidencia es uno o más hechos conocidos para soportar la derivación de la hipótesis. El valor de FC denota la creencia en la hipótesis, dada que la evidencia es observada. El formalismo FC usa tres valores distintos:

- 1) La medida de credibilidad $MC(h,e)$, la cual es un valor entre 0 y 1 que representa el grado de creencia en que la hipótesis h es soportada por la evidencia e . Este valor se calcula así:

$$\begin{aligned} MC(h,e) &= 1 && \text{si } p[h] = 1 \\ &= \frac{p[h/e] - p[h]}{1 - p[h]} && \text{en otro caso} \end{aligned} \quad (3)$$

- 2) La medida de incredibilidad $MI(h,e)$, la cual es un valor entre 0 y 1 que representa el grado de no creencia de que la hipótesis h es soportada por la evidencia e . Su definición es:

$$MI(h,e) = \begin{cases} 1 & \text{si } p[h] = 1 \\ \frac{p[h] - p[h/e]}{p[h]} & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (4)$$

- 3) El factor de certeza FC , el cual es una combinación de MC y MI , su rango de variación fluctúa entre -1 (negación de h) y +1 (confirmación de h). Se define así:

$$FC = \frac{MC - MI}{1 - \min(MC, MI)} \quad (5)$$

Durante el proceso de inferencia, muchas reglas pueden derivar la misma hipótesis o conclusión. Como resultado debe existir un mecanismo para combinar los FC de cada regla y obtener un solo FC para esa hipótesis. Se usan las siguientes ecuaciones:

$$FC_{rev}(FC_{old}, FC_{new}) = FC_{old} + FC_{new} (1 - FC_{old}) \quad \text{si } FC_{old} \text{ y } FC_{new} > 0 \quad (6)$$

$$= -FC_{rev}(-FC_{old}, -FC_{new}) \quad \text{si } FC_{old} \text{ y } FC_{new} < 0 \quad (7)$$

$$= \frac{FC_{old} + FC_{new}}{1 - \min(|FC_{old}|, |FC_{new}|)} \quad \text{si uno de } FC_{old} \text{ y } FC_{new} < 0 \quad (8)$$

Los factores de certeza son la técnica más popular debido a que su modelo computacional es simple y porque permite que el conocimiento representado mediante reglas pueda cuantificarse con incertidumbre. La obtención de factores de certeza es significativamente más fácil que la obtención de valores de otros métodos.

CAPITULO III

MARCO DE INGENIERÍA

Resumen

En este capítulo se presenta el ciclo de vida del sistema experto en el que se tienen etapas para el desarrollo del mismo. También se presenta la arquitectura esencial o básica del sistema experto propuesto para el presente trabajo de investigación.

Tomando en cuenta las consideraciones generales de los sistemas expertos presentadas en el punto 2.2.2. corresponde adoptar una metodología para el desarrollo del mismo.

Según Giarratano y Riley (2001), los sistemas expertos deben considerarse como cualquier otro producto software con la misión de proporcionar experiencia en situaciones de alto desempeño, donde la vida humana esta en juego.

3.1. CICLO DE VIDA DEL SISTEMA EXPERTO

Uno de los métodos clave de la ingeniería del software es el ciclo de vida, que es el periodo que inicia el concepto inicial del software y termina con su retiro del uso. Más que pensar en el desarrollo y mantenimiento por separado, el concepto de ciclo de vida proporciona una continuidad que conecta todas las etapas del ciclo de vida. La planeación para el mantenimiento y la evolución en las primeras etapas del ciclo de vida, reduce el costo de estas etapas más adelante (Giarratano & Riley, 2001).

3.1.1. Modelo Incremental

El modelo incremental aplica secuencias lineales de manera escalonada conforme avanza el tiempo en el calendario. Cada secuencia lineal produce incrementos del software (McDermid & Rook, 1993). El primer incremento es un producto esencial. Es decir, se incorporan los requisitos básicos y como resultado de la evaluación se desarrolla un plan para el incremento

siguiente. El plan afronta la modificación del producto esencial con el fin de completar de mejor manera las necesidades del sistema experto en términos de conocimiento, nuevas características y funcionalidades adicionales (Pressman, 2007).

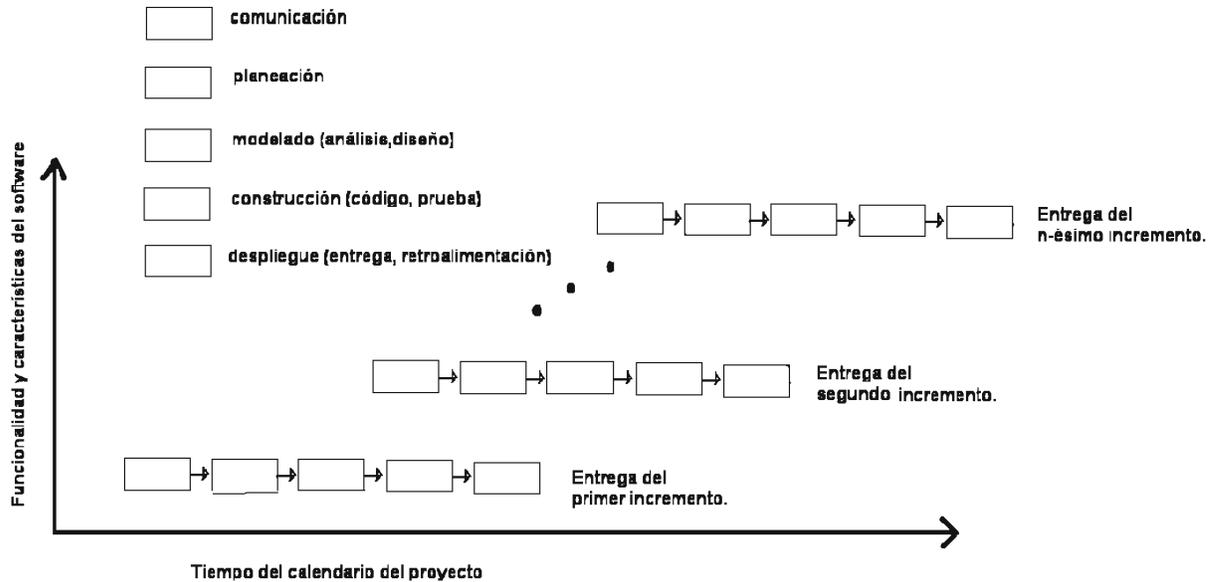


Figura 3.1 Modelo incremental.
Fuente: Tomado de (Pressman, 2007)

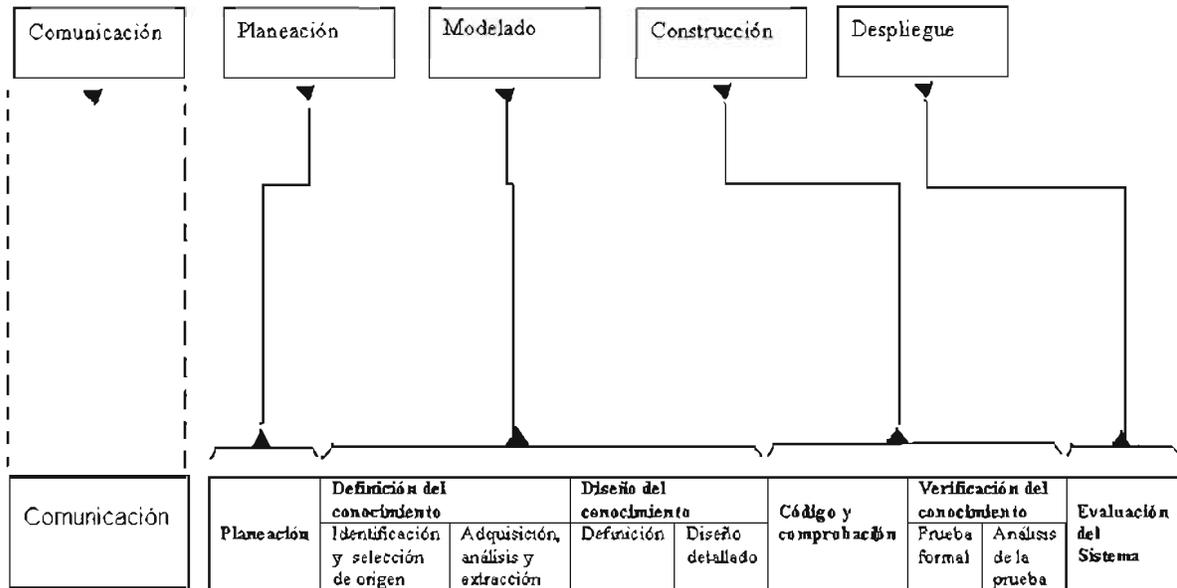
Según Giarratano y Riley (2001), el modelo de ciclo de vida utilizado con éxito en varios proyectos de sistemas expertos es el modelo lineal, ilustrado en la figura 3.2, adaptado por Bochsler (1988). Este ciclo de vida está formado por varias etapas, que van desde la planeación a la evaluación del sistema, y describe el desarrollo del sistema hasta el punto en que se evaluarán sus capacidades funcionales. Después de esto, se le considera como la entrega del primer incremento según el modelo incremental. Posteriormente como resultado de la evaluación se desarrolla un plan para el incremento siguiente. Este proceso se repite después de la entrega de cada incremento mientras no se haya elaborado el producto completo (Pressman, 2007).

Planeación	Definición del conocimiento		Diseño del conocimiento		Código y comprobación	Verificación del conocimiento		Evaluación del Sistema
	Identificación y selección de origen	Adquisición, análisis y extracción	Definición	Diseño detallado		Prueba formal	Análisis de la prueba	

Figura 3.2 Modelo lineal para sistemas expertos.
Fuente: Tomado de Bochsler(1988 citado en Giarratano & Riley, 2001)

Realizando una analogía de las etapas del modelo lineal, en el marco del trabajo genérico del proceso propuesto por Pressman (2007), relacionadas a los sistemas expertos por Bochsler (1988) se distingue la siguiente semejanza, mostrada en la figura 3.3.

Marco genérico del proceso de software



Adaptación a los sistemas expertos

Figura 3.3 Adaptación del modelo lineal a los sistemas expertos.
Fuente: Modificado de (Giarratano & Riley, 2001)

3.2. ARQUITECTURA DEL SISTEMA EXPERTO

La arquitectura inicial del sistema experto se muestra en la figura 3.4. Teniendo en cuenta los componentes de un sistema experto típico, mencionados en la sección 2.2.2.1., los cuales son:

la base de conocimiento, el mecanismo de inferencia, la memoria de trabajo y la interfaz de usuario.

El desarrollo de la arquitectura inicial con los componentes esenciales del sistema experto representa el primer incremento del modelo incremental, pues para el siguiente incremento se le puede adicionar una interfaz de justificación o explicación y así sucesivamente hasta completar con todos los componentes necesarios del sistema experto.

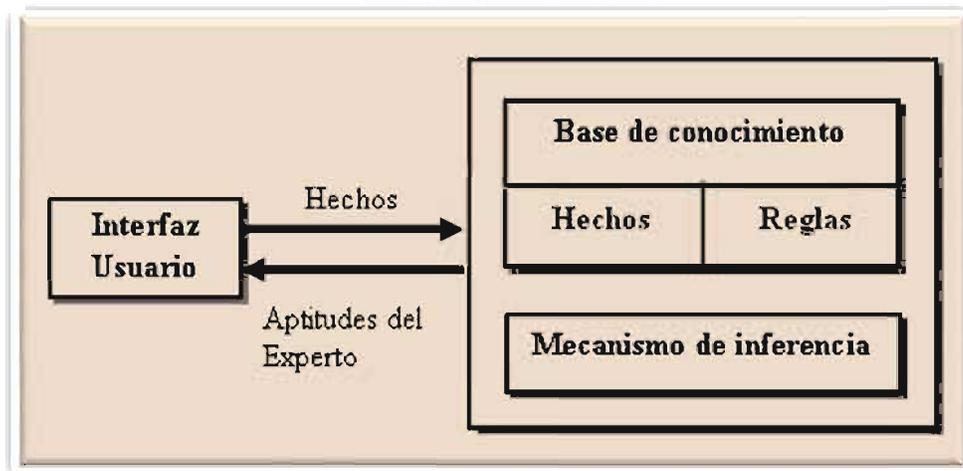


Figura 3.4 Arquitectura esencial del sistema experto.
Fuente: Modificado de (Giarratano y Riley, 2001)

En la arquitectura propuesta para el primer incremento el usuario aporta los hechos u información y recibe el diagnóstico para la planificación del entrenamiento deportivo.

3.3. DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

El modelo incremental mostrado en la sección 3.1.1. que contempla modelos lineales para cada incremento, presenta tareas necesarias para cada etapa; estas tareas se describen tomando en cuenta el marco del trabajo genérico del proceso del software propuesto por Pressman (2007) adaptado al modelo lineal para el desarrollo de sistemas expertos sugerido por Giarratano y Riley (2001).

3.3.1. Comunicación

Esta actividad implica una intensa colaboración y comunicación con los clientes²⁹; además, abarca la especificación de requisitos y otras relacionadas.

La relación entre el experto humano y el ingeniero del conocimiento es fundamental para el desarrollo de un sistema experto; pues el experto humano es quien muestra al ingeniero del conocimiento sobre los lineamientos en que se va a comenzar la investigación de requisitos para el posterior desarrollo del sistema experto.

3.3.2. Planeación

El propósito de esta etapa es el de realizar un plan de trabajo para desarrollar el sistema experto, las tareas de esta etapa son las siguientes:

- a) Valoración de factibilidad. Esta etapa tiene como objetivo determinar si vale la pena construir el sistema experto.
- b) Disposición funcional preliminar. Tiene como objetivo definir qué debe lograr el sistema experto mediante la especificación de las funciones de alto nivel.
- c) Requisitos de alto nivel. Tiene como objetivo describir en términos de alto nivel cómo se llevarán a cabo las funciones del sistema experto.

3.3.3. Definición del Conocimiento

El objetivo de la etapa de definición del conocimiento es definir el conocimiento requerido por el sistema experto. Esta etapa está conformada por dos sub etapas que son:

²⁹ Es cualquier persona que tiene un interés en el éxito del resultado del proyecto: gerentes de negocios, usuarios finales, gente de apoyo, etc. (Pressman, 2007).

3.3.3.1. Identificación y selección del origen del conocimiento

Las tareas de esta sub etapa son las siguientes:

- a) Identificación del origen. Tiene como objetivo identificar quién y cuáles son los orígenes del conocimiento, sin considerar la disponibilidad.
- b) Disponibilidad del origen. Presenta una lista de orígenes del conocimiento clasificados en orden de disponibilidad.

3.3.3.2. Adquisición, análisis y extracción del conocimiento

Las tareas de esta sub etapa son las siguientes:

- a) Estrategia de adquisición. Tiene como objetivo especificar cómo se adquirirá el conocimiento mediante métodos para entrevistar expertos, leer documentos, inducción de regla, rejillas de repertorio, etc.
- b) Identificación de los elementos del conocimiento. Tiene como objetivo elegir el conocimiento específico de los orígenes que serán útiles en esta iteración del ciclo de vida.
- c) Sistema de clasificación del conocimiento. Tiene como objetivo clasificar y organizar el conocimiento como ayuda para la verificación y comprensión del conocimiento.

3.3.4. Diseño del Conocimiento

El objetivo de esta etapa es de producir el diseño detallado para un sistema experto. Esta etapa está conformada por dos sub etapas que son:

3.3.4.1. Definición del conocimiento

En esta etapa se especifica cómo se representara el conocimiento. También se especifica la estructura de control interna de los hechos.

3.3.4.2. Diseño detallado

El producto de esta etapa es el documento de diseño que se toma como línea referencial del que puede proceder la codificación. Se puede especificar cómo se organiza lógicamente el conocimiento y la interfaz de usuario.

3.3.5. Verificación del Conocimiento

El objetivo de esta etapa consiste en determinar que el sistema sea correcto, este completo y sea congruente. Esta etapa se divide en dos tareas principales:

- a) **Pruebas formales.** El objetivo es realizar procedimientos de prueba formal al sistema experto, existen fundamentalmente dos enfoques:
 - Pruebas de caja blanca, se centra en el estudio de la operatividad del sistema considerando los detalles procedurales.
 - Pruebas de caja negra, analiza la funcionalidad del sistema experto.
- b) **Análisis de la prueba.** Consiste en la evaluación de los resultados de la prueba.

3.3.6. Evaluación del Sistema

El objetivo de esta etapa es resumir los resultados de la prueba y la verificación para validar que el sistema esté correcto en relación con las necesidades del usuario.

CAPITULO IV

MARCO APLICATIVO

Resumen

Este capítulo muestra el modelado y desarrollo del sistema experto en cada una de las siguientes etapas: la comunicación, planeación, definición del conocimiento, diseño del conocimiento, verificación del conocimiento y la evaluación del sistema experto.

4.1. MODELADO Y DESARROLLO DEL SISTEMA EXPERTO

El modelado y desarrollo mostrado en la sección 3.3. contempla tareas en etapas y sub etapas que muestran como resultado la construcción del prototipo para el sistema experto, estas se desarrollan a continuación.

4.1.1. Comunicación

En el presente trabajo la comunicación inicial con el experto humano presentó las siguientes características: historia y estado actual de la psicología deportiva en nuestro medio, lineamientos de investigación y propuestas de trabajo con respecto a la investigación.

4.1.2. Planeación

El problema mostrado en la sección 1.2. y las tareas necesarias para esta etapa mostradas en la sección 3.3.2. muestra lo siguiente:

- a) Valoración de factibilidad. La escasez de expertos humanos en el campo de la psicología deportiva demuestra que es necesario desarrollar un sistema experto; pues el conocimiento adquirido en experiencias como la participación de la selección boliviana de fútbol en el mundial de USA' 94 son importantes de preservar para las futuras competencias.

- b) Disposición funcional preliminar. El sistema experto debe dar un diagnóstico mediante la interfaz de una computadora, sugiriendo de manera textual, acápites psicológico-conductuales ha ser incluidos en la planificación del entrenamiento deportivo.
- c) Requisitos de alto nivel. Las funciones del sistema experto son: la base de conocimientos es la que contiene los hechos y reglas. El motor de inferencia es la encargada de inferir una respuesta utilizando la base de conocimiento para alcanzar una solución y la interfaz de usuario que permite al usuario que pueda describir los problemas psicológico conductuales al sistema experto.

4.1.3. Definición del Conocimiento

La definición del conocimiento, dado sobre el dominio considerado para el sistema experto mostrado en el capítulo II, y las tareas necesarias para esta etapa mostradas en la sección 3.3.3. muestra lo siguiente:

4.1.3.1. Identificación y selección del origen del conocimiento

- a) Identificación del origen. El conocimiento tiene su origen en una serie de recopilaciones de varios libros, artículos, etc. que se detallan en la sección 2.1. También se tiene a los expertos humanos.
- b) Disponibilidad del origen. Los libros, artículos, etc. son de mayor disponibilidad; sin embargo, el experto humano casi siempre está dispuesto a colaborar con su conocimiento.

4.1.3.2. Adquisición, análisis y extracción del conocimiento

- a) Estrategia de adquisición. En la sección 2.2.3. se menciona a detalle conceptos varios para la adquisición del conocimiento.
- b) Identificación de los elementos del conocimiento. La sección 2.1.7. menciona el conocimiento específico para el desarrollo del primer incremento mostrado en la sección 3.1.1.

c) Sistema de clasificación del conocimiento. Se presenta de acuerdo a la jerarquía mostrada en la sección 2.1.7.

4.1.4. Diseño del Conocimiento

Las tareas necesarias para esta etapa presentadas en la sección 3.3.4., muestran lo siguiente:

4.1.4.1. Definición del conocimiento

La representación del conocimiento es por medio de reglas de producción, detalladas en la sección 2.2.4.1.3. Esta técnica de representación está de acuerdo a CLIPS, un lenguaje de programación basada en reglas, mostrado en el anexo B. Las reglas de producción realizan procesos de representación e inferencia de acuerdo a la arquitectura de las mismas presentada en la figura 4.1.

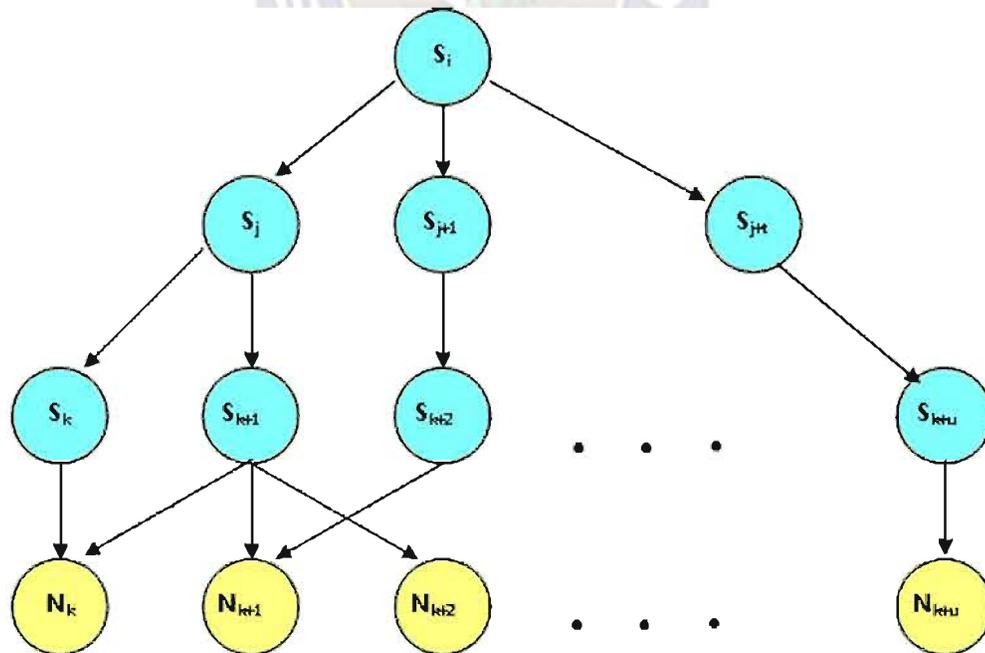


Figura 4.1 Estructura de reglas del sistema experto AREU.
Fuente: Modificado de (Giarratano y Riley, 2001)

La estructura de reglas presentadas en la figura 4.1 muestra “ S_i “ síntomas que puede presentar un sujeto y “ N_k” diagnósticos que muestra el sistema experto.

4.1.4.2. Diseño detallado

El diseño detallado muestra las reglas utilizadas para el funcionamiento del sistema experto. Como ejemplo, una regla para el ingreso de síntomas de un sujeto es:

```
(defrule sint5
  (id-diagnostico no)
  (not(sint5 ?sint5-esta))
  =>
  (printout t crlf " ¿Cuál es el quinto sintoma del sujeto?" crlf
    "miedo-a-perder-el-control/irritabilidad" crlf)
  (assert (sint5 (read)))
)
```

Una regla para verificar el ingreso correcto del un síntoma de un sujeto es:

```
(defrule verifica-sint5
  ?sint5<-(sint5 ?sint5-ingresado)
  (not(sint5 miedo-a-perder-el-control|irritabilidad))
  =>
  (retract ?sint5)
  (printout t crlf "No corresponde a la lista de sintomas, vuelva a
  intentar" crlf)
)
```

Una regla para seleccionar un diagnóstico de acuerdo a los síntomas introducidos es:

```
(defrule problemas-de-conducta
  ?problemas-de-conducta<-(diagnostico "trabajar sobre el dominio
  mental del sujeto")
```

```

(or
  (not(sint1 impaciencia))
  (not(sint2 poco-interes-para-sus-actividades))
  (not(sint3 sentimiento-de-culpa))
  (not(sint4 dificultad-para-concentrarse))
  (not(sint5 irritabilidad))
)
=>
(retract ?problemas-de-conducta)
)

```

Por último, una regla para la interfaz con el usuario, mostrando los resultados es:

```

(defrule mostrando-diagnostico
  (id-diagnostico si)
  =>
  (printout t crlf "De acuerdo a los sintomas del sujeto," crlf
    "se tiene el siguiente diagnostico:" crlf)
  (assert(imprime-lista lista))
)

```

4.1.5. Verificación del Conocimiento

Las dos tareas necesarias para esta etapa, presentadas en la sección 3.3.5., muestran lo siguiente:

1. **Pruebas formales.** Para la prueba de caja blanca se realiza una verificación del código del sistema experto. Para la prueba de caja negra se realiza una especificación de los síntomas del sujeto; se visualiza un diagnóstico sugerido por el sistema experto. Tomando en cuenta la especificación de síntomas en forma aleatoria; no se visualiza ningún diagnostico.

2. Análisis de la prueba. La prueba de caja blanca se cumple al cargar el programa “SE AREU v1.CLP” con el comando LOAD de CLIPS v 6.3.

```
CLIPS (Quicksilver Beta 12/31/07)
CLIPS> (load "D:/Tesis/para informatica/informatica y
deporte/prototipo/SE AREU v1.CLP")
Defining deffacts: diagnosticos
Defining defrule: inicio +j+j
Defining defrule: sint1 +j+j+j
Defining defrule: verifica-sint1 +j+j+j
Defining defrule: sint2 =j+j+j
Defining defrule: verifica-sint2 +j+j+j
Defining defrule: sint3 =j+j+j
Defining defrule: verifica-sint3 +j+j+j
Defining defrule: sint4 =j+j+j
Defining defrule: verifica-sint4 +j+j+j
Defining defrule: sint5 =j+j+j
Defining defrule: verifica-sint5 +j+j+j
Defining defrule: crisis-de-angustia +j+j+j
=j+j+j
=j+j+j
=j+j+j
=j+j+j
Defining defrule: episodio-depresivo +j+j+j
=j+j+j
=j+j+j
=j+j+j
=j+j+j
Defining defrule: transtorno-de-ansiedad +j+j+j
=j+j+j
=j+j+j
=j+j+j
=j+j+j
Defining defrule: problemas-de-estres +j+j+j
=j+j+j
```

```
=j+j+j
=j+j+j
=j+j+j
Defining defrule: problemas-de-conducta +j+j+j
=j+j+j
=j+j+j
=j+j+j
=j+j+j
Defining defrule: diagnostico-identificado =j+j+j
Defining defrule: mostrando-diagnostico +j+j
Defining defrule: imprime-lista +j+j+j
Defining defrule: diagnostico-no-encontrado =j+j
TRUE
CLIPS>
```

Ejecutado el comando LOAD el resultado de CLIPS es TRUE que significa que la operatividad del sistema considerando los detalles procedurales es correcta.

La prueba de caja negra se cumple visualizando el diagnóstico, previa especificación de los síntomas del sujeto.

```
CLIPS> (reset)
CLIPS> (run)
```

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

CARRERA DE INFORMATICA

SISTEMA EXPERTO AREU PARA LA PSICOLOGIA DEPORTIVA

```
¿Cuál es el primer sintoma del sujeto?
elevacion-de-la-frecuencia-cardiaca/estado-de-animo-
depresivo/impaciencia
elevacion-de-la-frecuencia-cardiaca
```

¿Cuál es el segundo sintoma del sujeto?
poco-interes-para-sus-actividades/sensacion-de-
ahogo/fatigabilidad-facil
sensacion-de-ahogo

¿Cuál es el tercer sintoma del sujeto?
sentimiento-de-culpa/temblores-o-sacudidas/alteraciones-del-
sueno
temblores-o-sacudidas

¿Cuál es el cuarto sintoma del sujeto?
dificultad-para-concentrarse/escalofrios-o-sofocaciones
escalofrios-o-sofocaciones

¿Cuál es el quinto sintoma del sujeto?
miedo-a-perder-el-control/irritabilidad
miedo-a-perder-el-control

De acuerdo a los síntomas del sujeto,
se tiene el siguiente diagnóstico:

diagnostico: aplicar criterios de reforzamiento positivo al
sujeto
CLIPS>

Por otro lado, ningún diagnóstico de salida, previa especificación de síntomas del
sujeto en forma aleatoria.

CLIPS> (reset)

CLIPS> (run)

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

CARRERA DE INFORMATICA

SISTEMA EXPERTO AREU PARA LA PSICOLOGIA DEPORTIVA

¿Cuál es el primer sintoma del sujeto?

elevacion-de-la-frecuencia-cardiaca/estado-de-animo-
depresivo/impaciencia
estado-de-animo-depresivo

¿Cuál es el segundo sintoma del sujeto?

poco-interes-para-sus-actividades/sensacion-de-
ahogo/fatigabilidad-facil
sensacion-de-ahogo

¿Cuál es el tercer sintoma del sujeto?

sentimiento-de-culpa/temblores-o-sacudidas/alteraciones-del-
sueno
alteraciones-del-sueno

¿Cuál es el cuarto sintoma del sujeto?

dificultad-para-concentrarse/escalosfrios-o-sofocaciones
escalosfrios-o-sofocaciones

¿Cuál es el quinto sintoma del sujeto?

miedo-a-perder-el-control/irritabilidad
irritabilidad

No es posible, por el momento, dar un diagnostico a sus
síntomas

CLIPS>

4.1.6. Evaluación del Sistema

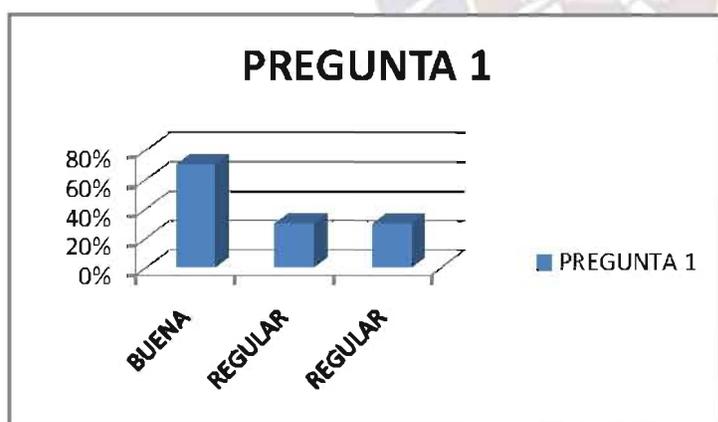
Tomando en cuenta una población de 10 psicólogos deportivos, se realizó la evaluación del sistema experto AREU para la psicología deportiva. A continuación se detallan 5 preguntas de selección, asociadas a la evaluación del sistema experto, porcentajes, como resultado de las preguntas y una conclusión derivada a estos porcentajes.

1. El conocimiento del sistema experto AREU para la psicología deportiva, en relación a los procesos psicológicos básicos de la actividad física y el deporte, desarrollado en la sección 2.1.7., es:

MALA REGULAR BUENA EXCELENTE

Porcentajes:

BUENA	50%
EXCELENTE	40%
REGULAR	10%



Conclusión:

Se tiene un 90% de aceptación con respecto al conocimiento.

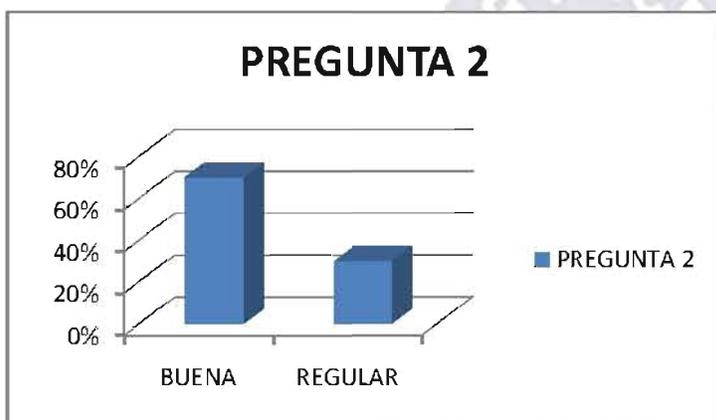
2. La agrupación del conocimiento (problemas en los procesos psicológicos básicos, síntomas, diagnóstico) es:

MALA REGULAR BUENA EXCELENTE

Porcentajes:

BUENA 30%

EXCELENTE 70%



Conclusión:

Se tiene un 100% de aceptación con respecto a la agrupación del conocimiento.

3. El diagnóstico del sistema experto AREU es:

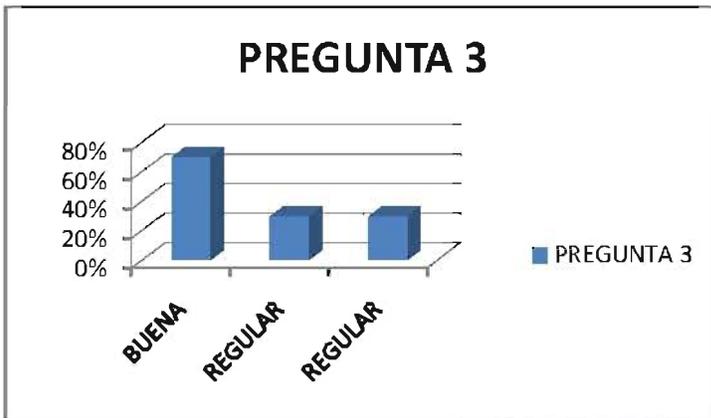
MALA REGULAR BUENA EXCELENTE

Porcentajes:

BUENA 60%

EXCELENTE 10%

REGULAR 30%



Conclusión:

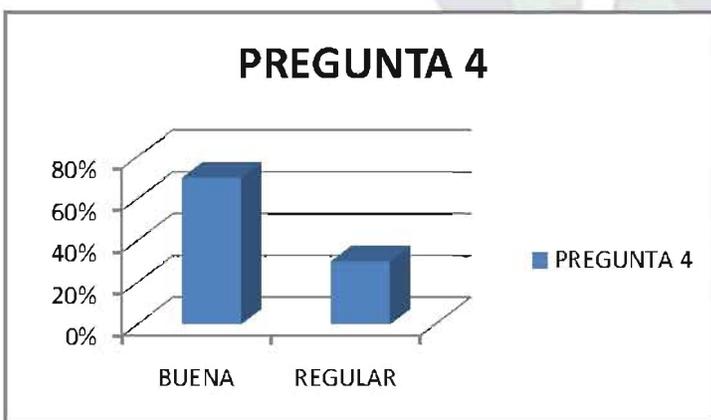
Se tiene un 70% de aceptación con respecto al diagnóstico del sistema experto AREU.

4. El aporte, con respecto al diagnóstico sistema experto AREU, en la planificación del entrenamiento deportivo es:

MALA REGULAR BUENA EXCELENTE

Porcentajes:

BUENA	60%
EXCELENTE	40%



Conclusión:

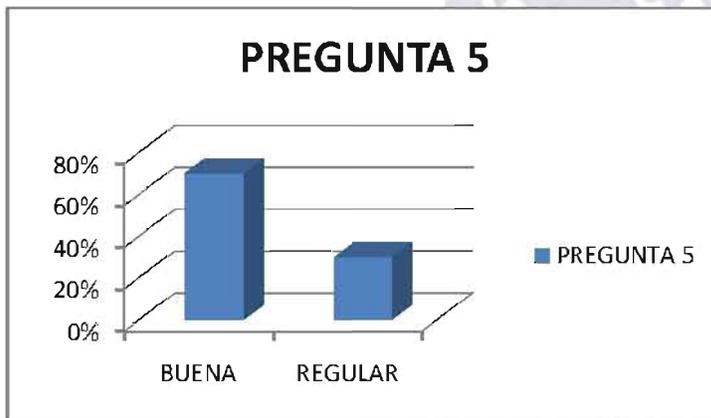
Se tiene un 100% de aceptación con respecto al aporte del diagnóstico del sistema experto AREU en la planificación del entrenamiento deportivo.

5. El aporte del sistema experto AREU, con el diagnóstico psicológico, a las tareas del cuerpo técnico es:

MALA REGULAR BUENA EXCELENTE

Porcentajes:

BUENA 70%
REGULAR 30%



Conclusión:

Se tiene un 70% de aceptación con respecto al aporte del diagnóstico psicológico a las tareas del cuerpo técnico.

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Los resultados de las 5 preguntas realizadas en la sección 4.1.6. muestran un promedio de aceptación del 86%, es decir que de 9 expertos, teniendo en cuenta una población de n=10, confirman o no este supuesto; se considera un nivel de significancia del 0.05.

$$X_i (9, 10, 7, 10, 7)$$

Recordando la hipótesis:

El sistema experto de diagnóstico para la psicología deportiva contribuye en la planificación del entrenamiento, con una eficiencia de al menos un 80% con respecto al diagnóstico de un experto humano, mejorando el rendimiento de los jugadores de fútbol de alta competencia.

1. $H_0: \mu = 8$ y $H_1: \mu \neq 8$

2. $\alpha = 0.05$

3. Suponiendo que la población tiene distribución normal, con $n = 5$, se usa la variable aleatoria que tiene una distribución t con $n-1 = 4$ grados de libertad, pues $n = 5$ es pequeña.

$$T = \frac{\bar{X} - \mu_0}{S/\sqrt{n}}$$

4. Región crítica: $T < -t_{\alpha/2} = -2.776$ ó $T > t_{\alpha/2} = 2.776$ con $\alpha/2 = 0.025$, teniendo en cuenta que para buscar en la tabla se toma $1 - (\alpha/2) = 0.975$, la región de aceptación es: R.A. $< -2.776, 2.776 >$.

5. De los datos $\bar{X} = 9$, $S = 1.41$ para $n = 5$, entonces:

$$t = \frac{9 - 8}{1.41/\sqrt{5}} = \frac{1}{1.41/2.23} = 1.58$$

6. Teniendo en cuenta que $t = 1.58 \in$ R.A., se acepta H_0 ; es decir, se acepta que el sistema experto tiene un grado de confianza de al menos un 80%.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Resumen

Este capítulo muestra las conclusiones generales que se obtienen del trabajo de investigación, recomendaciones y trabajos futuros.

5.1. CONCLUSIONES GENERALES

Como resultado de la ejecución, del prototipo del sistema experto AREU para la psicología deportiva, se logró alcanzar el objetivo general planteado en la sección 1.4., el cual ofrece un adecuado diagnóstico; previa especificación de síntomas del sujeto.

El sistema experto AREU; no solo representa un importante ahorro económico, representa mayores posibilidades de desarrollo al jugador de fútbol y al progreso de la misma actividad deportiva.

Poder realizar evaluaciones de manera continua con el sistema experto AREU, mejora la planificación del entrenamiento deportivo, justificado por la encuesta 4 mostrada en la sección 4.1.6., en donde se concluye que: se tiene un 100% de aceptación con respecto al aporte del diagnóstico del sistema experto AREU en la planificación del entrenamiento deportivo.

La adquisición y representación del conocimiento tuvieron una mayor concepción al participar, como ingeniero del conocimiento, del “I Congreso de Psicología del Deporte y la Actividad Física” como se observa en el anexo D.

Existen psicólogos deportivos en Bolivia, pero casi todos se dedican a la psicología clínica; pues, la alta dirigencia de la Federación Boliviana de Fútbol solo considera el trabajo de un psicólogo deportivo para un partido, desconociendo que es un trabajo a lo largo de un proceso formativo en las distintas categorías de la selección boliviana de fútbol.

5.2. ESTADO DE LA HIPÓTESIS

La hipótesis, establecida en la sección 1.5., es: “El sistema experto de diagnóstico para la psicología deportiva contribuye en la planificación del entrenamiento, con una eficiencia de al menos un 80% con respecto al diagnóstico de un experto humano, mejorando el rendimiento de los jugadores de fútbol de alta competencia”; y es aceptada, como se muestra en la sección 4.2., con un universo de 10 expertos y un nivel de significancia del 0.05.

5.3. ESTADO DE LOS OBJETIVOS

5.3.1. Objetivo General

El objetivo general, establecido en la sección 1.4.1., es: “Construir un prototipo de sistema experto para la psicología deportiva que permita diagnosticar problemas conductuales en jugadores de un equipo de fútbol, tal que, sea capaz de inducir al éxito en encuentros de alta competencia, a través de la mejora en el rendimiento del futbolista”, este objetivo se cumple con el modelado y desarrollo del sistema experto, desarrollado en el capítulo IV.

5.3.2. Objetivos Específicos

- a. “Motivar la confianza de los jugadores”. Se describe en la sección 2.1.7.4.
- b. “Obtener un diagnóstico continuo de los jugadores de fútbol mediante la observación y el análisis conductual, acerca de las particularidades de su estado psicológico en la etapa de preparación”. Se describe en el capítulo IV, mostrando un diagnóstico de acuerdo a los síntomas del sujeto.
- c. “Diagnosticar los estados psicológicos durante el proceso de entrenamiento y la competencia”. Se describe en el capítulo IV, mostrando un diagnóstico de acuerdo a los síntomas del sujeto.
- d. “Aportar a las tareas del cuerpo técnico con el diagnóstico psicológico”. Se describe en el capítulo II y el capítulo IV

- e. “El sistema experto tiene y debe de hacer énfasis en patrones motivacionales”. Se describe en el capítulo II y el capítulo IV
- f. “Construir un prototipo de sistema experto para la psicología deportiva”. Se describe en el capítulo III y el capítulo IV
- g. “Evaluar el prototipo”. Se describe en la sección 3.3.6.

5.4. RECOMENDACIONES

Es recomendable realizar cuestionarios como el P.O.M.S. (cuestionario de estados de ánimo) y el módulo de adquisición del conocimiento del sistema experto AREU para completar la base de conocimiento.

Es recomendable asociar el diagnóstico del sistema experto AREU a la presentación de material audio visual, como apoyo al diagnóstico.

Es recomendable la construcción de un programa ejecutable del sistema experto AREU a partir del código fuente CLIPS.

5.5. TRABAJOS FUTUROS

Las sugerencias de trabajos futuros empleando el presente estudio son las siguientes:

1. Utilizar Jess, una herramienta para el desarrollo de sistemas expertos, para el prototipo.
2. Incorporar un módulo que muestre un cuestionario, como por ejemplo el P.O.M.S., para diagnosticar un problema de estados de ánimo.
3. Mejorar la interfaz de usuario con otro lenguaje de programación, ya que CLIPS fue diseñado para ser embebido dentro de otros programas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Apaza, P. Guadalupe (2006), *Sistema experto para la detección de problemas de aprendizaje con dislexia de 6 a 8 años*, Universidad mayor de San Andrés, Carrera de Informática, La Paz-Bolivia.
- Aliaga, P. Gonzalo O. (2002), *Sistema Experto para el análisis cognoscitivo infantil*, Universidad mayor de San Andrés, Carrera de Informática, La Paz-Bolivia.
- Aznar G. Fidel (2005), *Fundamentos de Inteligencia Artificial: Sistemas expertos*. Universidad de Alicante. España.
- Azkargorta, J. (2004). Se juega como se vive. Cuadernos de Psicología del Deporte, 4 (1 y 2), 155-157.
- Backer, F.C., Whiting, H.T.A. & Brug, H. (1993). *Psicología del deporte. Conceptos y Aplicaciones*. Madrid: Morata.
- Barr, A. and Feigenbaum, E. A. (1981), *The Handbook of Artificial Intelligence, Volume I*. William Kaufman, Los Altos, CA.
- Baumann, S. (1986). *Praxis der Sportpsychologie*. Munchen:BLV.
- Baumann, S. (1993). *Psychologie in Sport*. Aachen: Meyer & Meyer.
- Bochsler, D. (1988). A Project Management Approach to Expert System Applications. ISA, 88,1458-1466.
- Brüggeman, D. Y Albrecht D. (1993). *Entrenamiento moderno del Fútbol*. Barcelona. Hispano Europea.
- Buceta, J.M. (1992). Algunos aspectos a tomar en cuenta con la intervención psicológica en deportes de equipo. IV Jornadas IAD sobre rendimiento deportivo. Apuntes, No. 210.
- Bump, L. (1989). *Sport psychology. Study Guide*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Callejas Q. Abdón (2007). *Inicios de la psicología deportiva en Bolivia*. Revista Iberoamericana de Psicología del Ejercicio y el Deporte. Editorial Deportiva.
- Carlos, M. (2007). *Sistema Experto de Diagnóstico Médico del Síndrome de Guillian Barre*. Perú:UNMSM.
- Carrillo, J. (1987). *Metodología para el Desarrollo de Sistemas Expertos (Tesis Doctoral)*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.

- Cauas E. Rodrigo A. (2007a). La Psicología del Deporte en Chile y el Mundo, Universidad de las Américas, Chile. www.portaldeportivo.cl
- Cauas E. Rodrigo A. (2007b). Cuestiones metodológicas hacia una definición de la psicología del deporte, Universidad de las Américas, Chile. www.portaldeportivo.cl
- Cauas E. Rodrigo A. (2007c). El Entrenamiento mental, Universidad de las Américas, Chile. www.portaldeportivo.cl
- Castillo, E., Gutiérrez, J. M., and Hadi, A. S. (1995), Sistemas Expertos y Modelos de Redes Probabilísticas. Universidad de Cantabria. España.
- Chappuis, R. & Thomas, R. (1988). El equipo deportivo. Barcelona: Paidós.
- Choque Aspiazú, G. (2002), Inteligencia Artificial: Perspectivas y Realizaciones. La Paz. Bolivia.
- Davis Stephen F. y Joseph J. Palladino.(2008). Psicología. 5a. edición. Pearson Educación de México.
- Deci. E. L., y Ryan, R. M. (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behaviour, *Psychological Inquiry*, 11, 227-268.
- Díaz Eyzaguirre, C. (2001) Manual de Psicología Aplicada al Deporte. Instituto Nacional, Santiago, Chile.
- Dosil, J. (2002). El psicólogo del deporte. Asesoramiento e intervención. ED. Síntesis S.A.
- Durand, M. (1988). El niño y el deporte. Barcelona: Paidós.
- Durkin, J. (1994), Expert Systems: Design and Development. Maxwell Macmillan, New York.
- Dussauchoy, A. (1988). Sistemas Expertos: métodos y herramientas. Madrid España: Paraninfo.
- Eberspacher, H. (1987). Sportpsychologie. Reinbek. Rororo.
- Eberspacher, H. (1995). Mentale Trainingsformen in der Praxis. Wollgensmuller: Sportinform.
- Eyzaguirre D. Cristian (2001). Manual de psicología aplicada al deporte. Instituto nacional. Santiago. Chile. <http://www.geocities.com/psicologiadeldeporte/manupsico.htm>
- Encarta. (2005). Cultura del Fútbol. Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.

- Feigenbaum E.A. (1977). The art of artificial intelligence: Themes and case studies of knowledge engineering. En: *Proceedings of the 5th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI-77)*, pages 1014-1029, Cambridge, MA.
- Feigenbaum Edward A. (1982). Knowledge Engineering in the 1980s, Departamento de Ciencias de la Computación. Stanford University, Stanford. CA.
- Gabler, H. (2004). Kognitive Aspekte sportlicher Handlungen. In H. Gabler, J.R. Nitsch & R. Singer (Hrsg.), *Einführung in die Sportpsychologie*. Schorndorf: Hofmann.
- Garazelli Jorge G. (2008). El Psicodiagnóstico en el Deporte. Universidad del Salvador. Argentina. <http://www.psicologia-online.com/ebooks/deporte/index.shtml>
- García U. F. (1996): *Psicología del deporte. Enfoque cubano*. Argentina: Cubadeportes S.A.
- Giarratano Joseph y Riley Gary (2001). *Sistemas Expertos: Principios y Programación*. International Thomson Editores. Mexico.
- Gilda Moheno G. (2007). *Methodology of research in Sport Psychology*. Atlantic International University.
- Giráldez, A. y Buceta, J.M. (2005). Concepto y áreas de intervención psicosocial del preparador físico. Master Universitario En Actividad Física En Fútbol. FEF y UCLM.
- González, L.G. (2001). Una aproximación a la psicología del deporte. *Lecturas: Educación Física y Deportes*. <http://www.efdeportes.com>
- Gourbonow, G.D. (1988). *Der erfolgreiche Sportler*. Berlin: Sportverlag.
- Halliwell, W. (1980). Intrinsic Motivation in Sport. In W. Straub (Ed.), *Sport psychology: An analysis of Athlete Behavior*. Ithaca: Mouvement Publication.
- Harris, D. & Harris, D. (1987). *Psicología del deporte*. España: Hispano Europea.
- Heckhausen, H. (1989). *Motivation und Handeln*. Berlin: Springer - Verlag.
- Heredia N. Martha E. (2005). *La Psicología Deportiva y el Fútbol*. Universidad Nacional Autónoma de México UNAM. México.
- Hernández, M. Antonio & Ramos, P. Raúl (2001). ¿Qué es la informática aplicada a las ciencias del deporte? *Revista Digital - Buenos Aires - Año 6 - N° 33*
- Lorenzo González, José. (1997). *Psicología del Deporte*. Biblioteca Nueva. Madrid.
- McDermid, J. & Rook, P. (1993). *Software Development Process Models*. *Software Engineer's Reference Book*: CRC Press.

- Martens, R. (1987). *Coaches Guide to Sport Psychology*. Champaign, Illinois: Human Kinetics.
- Martínez, J.M. & Jardón, A.L. (1992). Programa de entrenamiento psicológico para aumentar el rendimiento en atletas con comportamientos disfuncionales ante la competición. En *Deporte Andaluz: Boletín de Documentación e Información*, No. 35. Andalucía: Instituto Andaluz del Deporte.
- Maturana, H. (1994). *El sentido de lo humano*. Chile: Ediciones Dolmen.
- Nachon, C. & Nascimbene, F. (2001). *Introducción a la psicología del deporte*. Buenos Aires.
- Olivera, Javier, B. (2006). José maría Cagigal y su contribución al humanismo deportivo. *Revista Internacional de Sociología*, 64 (44), 207-235.
- Palmi, J. (1991). Entrenamiento psicológico para la competición. En J. Riera & J. Cruz (Ed.), *Psicología del Deporte*. Barcelona: Martínez Roca.
- Pressman, R. (2007). *Ingeniería de Software: Un enfoque práctico (Sexta Edición)*. University of Connecticut: Editorial McGraw-Hill.
- Psicodeportes (2008). *Psicología y deportes* Publicado en Internet www.psicodeportes.com/institucional/. (Fecha de Acceso: Noviembre de 2008)
- Quiroga, Ch. Marilyn (2004), *Sistema Experto diagnosticador de diferencias de aprendizaje en matemáticas con niños de 6 a 8 años*, Universidad mayor de San Andrés, Carrera de Informática, La Paz-Bolivia.
- Ribetti Roberto (2003), *Planificación y periodización del entrenamiento psicológico del deportista*, Rosario, Argentina. www.ilustrados.com
- Rich, E. y Knight, K. (1994), *Inteligencia Artificial, Segunda Edición*. McGraw-Hill, Interamericana.
- Riera, J. (1985) *Introducción a la Psicología del Deporte*. Ed. Martínez Roca, Barcelona, España.
- Riera, J. y Cruz, J. (1991). *Psicología del deporte. Aplicaciones y perspectivas*. Madrid: Martínez Roca.
- Roffé Marcelo (2004). *Como evaluar las presiones y miedos de los deportistas de Selección: una experiencia de 4 años con futbolistas juveniles*. Trabajo presentado en el II Congreso Internacional de "Actualización en Psicología del Deporte". Argentina. <http://www.marceloroffe.com/>

- Russell S. y Norvig P. (2004). Inteligencia Artificial: Un enfoque moderno. Segunda Edición. Pearson Educación S.A. Madrid. España.
- Salazar S. Carla (2003). Una Introducción a los Sistemas Expertos. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba. Bolivia.
- Sepúlveda M. Liz W. (2003), *Sistema Experto para la detección de dificultades de aprendizaje en lectura y escritura*, Universidad mayor de San Andrés, Carrera de Informática, La Paz-Bolivia.
- Syer, J. & Connolly Ch. (1986). Sporting mind, sporting body: An athlete's guide to mental training. New York: Cambridge University Press.
- Syer J. (1991). Psychotraining fur Sportler. New York: Cambridge University Press.
- Thomas Alexander (1982). Psicología del Deporte - Editorial Gerder – Barcelona.
- Thomas Alexander (1995). Einführung in die Sportpsychologie. Gottingen: Hogrefe.
- Ureña B. Pedro (2005). Psicología y Competencia Deportiva. Escuela Ciencias del Deporte. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica.
- Valdés H. (1996). La preparación psicológica del deportista. Zaragoza: Inde.
- Vales (2004). Modelos tácticos y preparación física en El fútbol. Master Universitario En Actividad Física En Fútbol. FEF y UCLM.
- Vargas M. Jaime E. & Blanco R. Raquel. (2008). *La intervención psicológica en el deporte organizado: un instrumento para la detección de necesidades*. Centro Regional de Investigación en Psicología. México.
- Weinberg R. & Gould D. (1996). Fundamentos de psicología del deporte y del ejercicio físico. Barcelona.
- Wielinga, B. y Breuker, J. (1984). Interpretation of verbal data for Knowledge Adquisición. Advances in Artificial Intelligence: Elsevier.
- Williams, J. (1991): Psicología aplicada al deporte. España: Biblioteca Nueva.
- Zepeda G. Manuel. G (2000). Psicología de los Sistemas de Juego. México: CENPSID.
- Ziegler S. (1980). An Overview of Anxiety Management Strategies in Sport. In W. Straub (Ed.), Sport psychology: An analysis of athlete behavior: Ithaca: Mouvement Publication.

ANEXO A

LISTADO DE PUESTO Y SU ENTRENAMIENTO FUNCIONAL

PUESTO DE JUEGO	LINEA QUE INTEGRA	SECTOR QUE JEGA	POSESION DE BALON	ACCION DEFENSIVA	ASPECTO MENTAL
1.- Portero	Defensiva	Dentro y fuera del área penal.	Habilidad para jugar con pie y ver compañero desmarcado	Libero y atajar disparos con las manos	Rápido, seguro, concentrado, visual, motivación y actitud
2.- Lateral tradicional	Defensiva	Ancho de la cancha, 2 espacios centrales y dos por costados	Elaboración del ataque, definición del mismo por su lado	Por la franja que actúa, maca a extremos cubre el ángulo defensivo	Rápido, seguro, energía, motivado, pensamientos positivos y relajado
3.-Lateral tradicional con subida	Defensiva	2 espacios centrales y dos costados. Acceder al ataque sector medio y ofensivo	inicia el juego, elabora el ataque y define el mismo	Ángulo defensivo de la cancha. Franja lateral y cubre al extremo	Efectivo, asertivo, seguridad, visual, motivado, programado, energía, relajado, actitud
4.- Defensa lateral volante similar a volante lateral	Defensiva y se integra a la línea media cuando sube	Sube por lateral y cierra en la zona central, también ancho de la cancha 2 centrales y 2 laterales no cruza longitudinal opuesta al campo	Incorporase al ataque, elabora y define ataque.	Subir y cerrar en la zona media para encontrar rivales	Seguridad, rapidez, concentración, motivación, visual, energizado, programado
5.- Lateral extremo	Vana la pertenencia según donde se ubique.	2 espacios centrales y 2 laterales. Recorre toda la franja lateral de extremo a extremo	Incorporarse al ataque, elaborándolo y dando pases al centro	Marca al más cercano por su sector	Rápido, seguro, visual, motivación, concentrado, positivo y actitud
6. Lateral central marcador	Defensiva	2 espacios centrales y 1 cada costado de anteros, zona central contigua	Cubrir defensa central y defensa lateral	Marca al delantero extremo, cierra a colaborar con el central.	Relajado, seguro, concentrado, positivo, motivado, contundente.
Defensa central libero	Defensiva	En una zona de dos centrales	Similares a la del central marcador	Foma línea con los demás defensas sin marcar en alguien especial	Seguro, relajado, positivo, visual, motivado, rápido, contundente, asertivo
Defensa central zonal	Defensa	Dos centrales izquierdo o derecho	Similares a central marcador y libero	Libre sin retroceder y marcar al que pase por su zona	Seguro, positivo, concentrado, visual, motivado, positivo, contundente
Defensa central marcador	Defensiva	2 espacios centrales	Tiene mas facilidades para abrir el juego o dar pases a profundidad	Neutraliza atacante central. Marcación continua	Seguro, positivo, concentrado, visual, motivado, actitud, contundente
Defensa central contención	Defensiva y apoyo a medios	Zona media del campo, por cualquier de dos zonas centrales	Organiza el juego y transita el balón rápidamente a la zona rival	Sube a la mitad del campo en busca de rivales, se alinea con volante de contención y lo desplaza hacia costados o adelante	Seguridad, positivo, concentrado, mucha visualización, motivación, actitud, rápido, relajado
Defensa central lateral marcador, similar a lateral central marcador	Defensiva	Parte de cualquiera de las 2 zonas centrales del campo y se desplaza hacia la zona lateral contigua	Poseer cualidades técnicas para moverse por ambos costados y desplazarse a las laterales cuando el lateral natural sube	Comportase como lateral y central para marcar al atacante que aparece por el extremo y cierra al centro	Seguridad, concentración, visual motivación, actitud rápido, contundente, relajado y reflejos

Volante de contención único	Media	Zona central y media del campo y laterales medios	Actuar por delante de la línea defensiva	Recorre el ancho del campo desde el centro, colabora con defensa colocándose a sus espaldas	Seguro, concentrado, positivo, visual, motivación, actitudes, rápido, contundente, relajado y programado.
Volante de contención central, similar a defensa central de contención	Media	Desciende hacia cualquiera de los 2 centrales y se desplaza hacia la zona lateral contigua.	Cubrir al defensa central y a los laterales cuando se sumen al ataque, poseer los dos perfiles	Comportarse como lateral o como central, en la línea media encontrar al rival que organiza el juego por la parte central o lateral, para auxiliara los laterales medios.	Seguridad, positivo, concentrado, mucha visualización, motivado, positivo, mucha actitud, rápido, programado, efectivo
Volante de contención doble mixto	Medios	2 sectores centrales y lateral inmediato. Dos mitades longitudinales del campo	Delante de la línea defensiva, organiza el juego y suelta rápidamente la pelota	Se comparte el trabajo con otro volante de contención fijo, se ubica delante de defensas	Seguro, positivo, concentrado, muy visual, motivado, actitud, rápido, contundente, relajado, programado, reflejos, asertivo
Volante de contención doble mixto	Media	En una de las 2 mitades longitudinales del campo en sector medio en junto a su interior.	Avanza en el campo contrario, para atacar para abrir el juego o dar pases filtrados	Por delante de línea defensiva y sal al encuentro del rival con posesión de pelota	Autoseguridad, positivo, muy concentrado y muy visual, motivado, actitudes, rápido, contundente, relajado, programado, efectivo
Volante mixto o intermedio	Media	Sector medio delante de volantes de contención y detrás de volantes de ataque en dos sectores unido su extremo y el centro	Colabora con los contención en organización de ataque, en desmacle se puede mover por todo el ancho del campo.	Colabora con los volantes de contención marcando al jugador que esta por su zona y cubre el espacio que dejan los volantes defensivos	Autoseguridad, positivo concentración, motivación, actitud, rápido, contundente, relajado, programado, efectivo
Volante lateral	Volantes y apoya a la defensiva	Zona media y entre el espacio central y lateral del campo, invade el centro esporádicamente, apoya al ataque y cubre el sector defensivo	Sube y cierra por su costado hacia el centro a la altura de los volantes de contención, se vincula con la organización de la posesión de balón.	Como volante mixto y como lateral, se integra a la defensiva por su propio costado, baja para cubrir al lateral de su costado y si están jugando 2 vs. 1	Seguridad, positivo, concentrado, motivado, actitud, rápido, reflejos
Volante extremo o extremo volante	Línea de volantes y apoya a delantera	Inicia en zona media central. Actúa en una de las mitades longitudinales. Invade el centro pero trabaja por su lateral	Profundiza por laterales, se incorpora a extremos cuando estas solos, es medio intermedio o extremo. Elabora el ataque y participa en su finalización	Como mixto y como extremo. Se ubica entre los volantes defensivos y ataca a los defensivo o laterales que pasan por su zona	Seguridad, positivos, manejo d pensamiento negativo, concentrado, imaginativo, motivado, actitud, rápido, contundente, defensivo y ofensivo, relajado programado, pensante y efectivo, además de creativo
Volante de ataque	Media	Sector medio	Es casi delantero,	Enfrenta a volantes	Seguridad,

		superior del campo central. Transita contrario al volante mixto de ataque	ataca por el centro y costado donde esta, colabora como mixto. Se agrega a la línea delantera elabora ataque y puede finalizarlo	defensivos o rivales por el centro o costados. Completa la tarea defensiva de los volantes mixtos.	positivo, concentrado, manejo de pensamiento negativo, motivado, actitud, rápido, contundente, ataque mental, relajado, programado, efectivo y pensante
Volante de ataque central adelantado	Media, integrándose a la línea delantera	Limite entre la zona media y delantera. Mas sube que defiende actúa por dos zonas centrales superiores internas del campo.	incide en la elaboración del juego en la finalización del ataque. Se ubica tras delanteros y muy cerca de ellos.	Defiende como delantero y no tiene compromiso defensivo. trabaja a la altura del sector central de la defensiva rival	Auto seguro, concentrado, lider, visual, muy creativo, motivado, maneja pensamiento negativo, actitud, contundente, programado, efectivo y pensante
Extremo volante o volante extremo	Ataque y apoya a media	Limite entre zona media y ofensiva. Participa en una zona longitudinal del campo espacio lateral e interno siguiente de su lateral, profundiza por costado y sector central	Comienza su participación a la altura media, enlaza la media y delantera, define el ataque	Actúa como extremo mixto, desciende a colaborar con los volantes y más por el costado donde se encuentra.	Seguridad concentrado, motivación, positivo actitud, rápido, contundente, programado efectivo
Extremo lateral o lateral extremo	Ofensiva	Inicia en sector ofensivo, recorre todo lo largo de su zona de un extremo al opuesto.	Sube durante la posesión cuando no existan rivales o compañeros. Si esta arriba actúa como ofensivo, si esta en media actúa como volante	Marca al rival que se mueve por ese sector, marca al mas adelantado o peligros en sus incorporaciones o el que dejen libre sus compañeros medios	Motivación, positivo, concentración, visual, actitud, rápido.
Delantero centro	Ofensiva o delantera	Trabaja por dos espacios centrales, se puede desplazar hacia los costados esporádicamente	Actúa en el área, define, da profundidad al ataque	Enfrenta a los defensas centrales y es el primero en enfrenta a rivales en la zona interior de su campo	Motivación, lider, visual, muy imaginativo, motivado, positivo, maneja pensamiento negativo, actitud, rápido, contundente, programado, reflejos, efectivo y muy pensante
Delantero centro al costado, similar a delantero de costado al centro	Ofensiva	Parte superior interna del campo dos sectores centrales con tendencia lateral contigua	Solución y definición del ataque. Comienza por el centro y puede ir por los laterales. Va hacia los costados vacíos.	Defiende como extremo o donde se encuentre oscila entre defensa centrales rivales y laterales	Motivación, lider, visual, muy imaginativo, motivado, positivo, maneja pensamiento negativo, actitud, rápido, contundente, programado, reflejos, efectivo y muy pensante Perceptivo Intuitivo

Delantero del costado al centro, similar	Delantera	Se mueve por los espacios exteriores del centro superior del campo, con tendencia al centro	Resolución y definición del ataque, necesita que le crean espacios en el centro para ingresar por ahí, actúa como delantero centro y como extremo	No desciende al estar por los costados o como delantero centro, presiona a los lateral y a los defensas centrales rivales cuando el balón va de su extremo a centro	Motivación, líder, visual, muy imaginativo, motivado, positivo, maneja pensamiento negativo, actitud, rápido, contundente, programado, reflejos, efectivo y muy pensante Perceptivo Intuitivo
Delantero extremo de los dos costados	Ataque	Se movilizan alternativamente por los dos extremos	Extremo tradicional. Necesita espacios en los extremos, puede hacer diagonales hacia el centro exterior, no son frecuentes su incursiones por el centro	Tiene menos tendencia a descender y presiona a laterales que inicien el juego por su costado	Motivación, líder, visual, muy imaginativo, motivado, positivo, maneja pensamiento negativo, actitud, rápido, contundente, programado, reflejos, efectivo y muy pensante Perceptivo Intuitivo
Delantero centro segundo atrasado, similar a volante de ataque central adelantado	Delantera	Cualquiera de los dos sectores interiores superiores a nivel inferior del campo	Elabora y ayuda a concluir el ataque, va poco hacia los costados y está muy comprometido con la resolución que un medio de ataque	Solo presiona al jugador que está por su zona	Motivación, líder, visual, muy imaginativo, motivado, positivo, maneja pensamiento negativo, actitud, rápido, contundente, programado, reflejos, efectivo y muy pensante Perceptivo Intuitivo

Tomado del libro de Zepeda (2000:116).

ANEXO B

CLIPS

B.1. ¿Qué es CLIPS?

CLIPS (*C Language Integrated Production System*) es una herramienta para el desarrollo de sistemas expertos creada por la *Software Technology Branch (STB)*, *NASA/Lyndon B. Johnson Space Center*. Los orígenes de CLIPS se remontan a 1984.

Se diseñó para facilitar el desarrollo de software que modele el conocimiento humano (*expertise*):

- Con propósitos específicos: alta portabilidad, bajo coste, y facilidad de integración.
- CLIPS permite integración completa con otros lenguajes de programación como C o Ada.
- Puede ser llamado desde un lenguaje procedural, realizando su función y devolver el control al programa que le llamó.
- También se puede definir código procedural como funciones externas llamadas desde CLIPS. Cuando el código externo finaliza su ejecución devuelve el control a CLIPS.

B.2. Representación del conocimiento

CLIPS ofrece paradigmas heurísticos y procedurales para representar el conocimiento.

a) Conocimiento heurístico: reglas.

- Las reglas se utilizan para representar heurísticos que especifican un conjunto de acciones a realizar para una situación dada.
- El creador del sistema experto define una colección de reglas que, en conjunto, resuelven un problema.
- Se puede pensar que las reglas son como sentencias IF-THEN de lenguajes procedurales como C o Ada. Sin embargo, las reglas actúan más bien como sentencias SIEMPRE QUE-ENTONCES.

b) Conocimiento procedural: funciones y objetos.

Este tipo de conocimiento se expresa mediante funciones definidas por el usuario (*defunctions*), funciones genéricas y la programación orientada a objetos (POO). Ésta última, en CLIPS, soporta las cinco características generalmente aceptadas: clases, mensajes, abstracción, encapsulamiento, herencia y polimorfismo.

Es posible desarrollar software utilizando sólo reglas, sólo objetos, o una mezcla de ambos.

B.3. Arquitectura

La arquitectura de CLIPS está constituida por los siguientes elementos:

1. *Base de conocimiento:* contiene el conocimiento heurístico acumulado en la base de reglas y el conocimiento de control, incorporado en los módulos y las reglas.
2. *Base de hechos:* se refiere al conocimiento de las estructuras de los datos y los procedimientos asociados, específicamente en CLIPS se trata del lenguaje orientado a objetos COOL. Además la base de hechos contiene el conocimiento de patrones acumulado en las listas de hechos.

3. *Motor de inferencias*: la máquina de inferencia posee encadenamiento hacia adelante por defecto, con variaciones en el algoritmo puede también conseguirse en encadenamiento hacia atrás
4. *Memoria de trabajo*: se refiere al lugar de trabajo propiamente dicho.
5. *Interfaz*: contiene las interfaces con el usuario, con el ingeniero de conocimiento y el entorno informático, a través del denominado intérprete en lugar de un compilador.
6. Generador de explicaciones: encargado de generar las explicaciones acerca del razonamiento provocado por la máquina de inferencia.

B.4. Hechos (*facts*)

Son patrones que pueden tener un campo o varios. Si tienen varios campos, el primero suele representar una relación entre los restantes.

```
(hola)
(alumnos Juan Luis Pedro)
```

Los componentes de un patrón pueden ser de diferentes tipos: numéricos, cadenas, símbolos.

```
(nombre "Juan")
(edad 14)
```

Es posible añadir los hechos a la memoria de trabajo con la instrucción *assert* y quitarlos con *retract*. Todos los hechos se almacenan en la lista de hechos: *fact-list*. A cada hecho se le asigna un *identificador* único (ej. f-1).

B.5. Órdenes básicas de la memoria de trabajo

Las ordenes o instrucciones fundamentales asociadas con la administración de la memoria de trabajo son las siguientes:

1. (*facts*): se encarga de generar una lista de los hechos que se encuentran en la memoria de trabajo.
2. (*assert <hecho>*): cuya función consiste en añadir hechos a la memoria de trabajo.
3. (*retract <índice-hecho>*): se encarga de eliminar los hechos de la memoria de trabajo.
4. (*clear*): tiene como finalidad eliminar todos los hechos y construcciones de la memoria de trabajo.
5. (*reset*): se encarga de eliminar todos los hechos de la memoria de trabajo, elimina las activaciones de la agenda y restaura las condiciones iniciales. Añade el hecho *initial-fact* y el objeto *initial-object*, elementos que se utilizarán posteriormente por las reglas de inicialización. Se añaden los hechos y ejemplos iniciales, además de conocimiento a priori definido con *deffacts* y *definstances*. También se añaden las variables globales con su valor inicial. Finalmente fija como módulo actual el módulo *MAIN*.

Ejemplo de manejo de la memoria de trabajo.

En este ejemplo se añaden y quitan hechos de la memoria de trabajo:

```
CLIPS> (reset)
CLIPS> (facts)
f-0 (initial-fact)
For a total of 1 fact.
CLIPS> (assert (hola))
<Fact-1>
CLIPS> (facts)
f-0 (initial-fact)
f-1 (hola)
For a total of 2 facts.
```

```

CLIPS> (retract 1)
CLIPS> (assert (hola))
<Fact-2>
CLIPS> (facts)
f-0 (initial-fact)
f-2 (hola)
For a total of 2 facts.
CLIPS> (clear)
CLIPS> (facts)

```

B.6. Reglas

Las reglas en CLIPS presentan la siguiente sintaxis:

```

(defrule <nombre-regla>
 [<documentación opcional>]
 [(declare (salience <num>))]
 (patrón 1)
 (patrón 2)
 ...
 (patrón N)
 =>
 (acción 1)
 (acción 2)
 ...
 (acción N)
 )

```

Ejemplo:

```

(defrule marca-del-600
 "Marca del modelo 600"
 (modelo 600)
 =>
 (assert (marca-es SEAT)))

```

B.7. Máquina o motor de inferencia

La máquina o motor de inferencia se encarga de emparejar la lista de hechos con los patrones de las reglas. Si todos los patrones de una regla están emparejados se dice que dicha regla está **activada**. Normalmente las activaciones se mantienen en la **agenda**, en la que se disponen por orden de prioridad. Para insertar una activación en la agenda, se siguen las **estrategias de resolución de conflictos**.

En las estrategias de resolución de conflictos en CLIPS, cuando una regla es activada, se coloca en la agenda según los siguientes criterios:

1. Las reglas más recientemente activadas se colocan encima de las reglas con menor prioridad, y debajo de las de mayor prioridad.
2. Entre reglas de la misma prioridad, se emplea la estrategia de resolución de conflictos fijada.
3. Si varias reglas son activadas por la aserción de los mismos hechos, y no se puede determinar su orden en la agenda según los criterios anteriores, se insertan de forma arbitraria (no aleatoria).

Para comprender el manejo de las estrategias de resolución de conflictos, a continuación se presentan tres estrategias que comúnmente sigue CLIPS para la resolución de conflictos.

Estrategia 1 de CLIPS. Suponga que se tiene los siguientes hechos: hecho-a activa r1 y r2, hecho-b activa r3 y r4. Se añade a la memoria de trabajo el hecho-a y el hecho-b en este orden. La **estrategia en profundidad (Depth)** es la estrategia por defecto; en la agenda se colocan las reglas en el siguiente orden: r3, r4, r1, r2. La **estrategia en amplitud (Breadth)** es la estrategia complementaria; en la agenda se colocan las reglas en el siguiente orden: r1, r2, r3, r4.

Estrategia 2 de CLIPS. Es la denominada **estrategia de simplicidad/complejidad**. En esta estrategia el criterio de orden es la **especificidad** de la regla, esto es, el número de comparaciones que deben realizarse en el antecedente.

```
(defrule ejemplo
  (item ?x ?y ?x)
  (test (and (numberp ?x)
             (> ?x (+ 10 ?y))
             (< ?x 100)))
  =>)
```

*Complementaria a la anterior estrategia se encuentra la denominada **estrategia aleatoria**, en la cual a cada activación se le asigna un número aleatorio para determinar su orden en la agenda. Siempre se le asigna el mismo número en diferentes ejecuciones.*

Estrategia 3 de CLIPS. Es la denominada **estrategia LEX (OPS5)**, en esta se asocia a cada hecho y ejemplar el tiempo en que fueron creados, y se da mayor prioridad a las reglas con un hecho más reciente, comparando los patrones en orden descendente. Conjuntamente se encuentra la **estrategia MEA(OPS5)**, en la que se aplica la misma estrategia de LEX mirando sólo el primer patrón, si coincide se aplica efectivamente LEX.

B.8. Definición de hechos

Para no tener que teclear los hechos iniciales, es posible introducir los mismos utilizando la estructura **deffacts**.

Ejemplo:

```
(deffacts hechos-600
  "información del 600"
  (modelo 600)
  (puertas 2)
)
```

Estos hechos se añadirán a la memoria de trabajo al hacer **reset**.

B.9. Variables locales y comodines

Se pueden colocar variables en los patrones de la parte izquierda de una regla. El identificador de una variable comenzará por ?. Por ejemplo:

```
(defrule num-puertas
  (marca ?x)
  =>
  (printout t "El coche es un "
  ?x crlf)
  ;observar el retorno de carro
```

```
(assert (coche-es ?x))
)
```

En esta regla se ha utilizado la función *printout*, que permite mostrar un mensaje visible a través del dispositivo que se establece (t = salida estándar). Se pueden especificar en un patrón un comodín para sustituir un campo (?) o para sustituir más de un campo (\$?).

Ejemplo:

```
;*****
;* EJEMPLO DE VARIABLES/COMODINES *
;*****
(deffacts profesores
(profesor Gregorio Fernandez Fernandez)
(profesor Mercedes Garijo Ayestaran)
(profesor Jose Carlos Gonzalez Cristobal)
(profesor Juan Ramon Velasco Perez)
)
(defrule apellidos-iguales
(profesor ?x ?y ?y)
=>
(printout t "D." ?x
" tiene los apellidos iguales"
crlf)
); no poner retorno en cadenas

(defrule buenos-dias
(profesor ? ?x ?)
=>
(printout t
"Buenos días, Sr./Sra." ?x
crlf)
)

(defrule buenas-tardes
(profesor $? ?x ?)
=>
(printout t
"Buenas tardes, Sr./Sra." ?x
crlf)
)
```

B.10. Variables globales

Permiten almacenar valores accesibles en reglas y funciones. Son útiles para obtener resultados.

Ejemplo:

```
(defglobal
?*num* = 3
?*suma* = (+ ?*num* 2)
?*cadena* = "hola"
?*lista* = (create$ a b c))
```

Pueden estar en la parte izquierda de las reglas si no son utilizadas para asignar un valor, y su cambio no activa las reglas. No pueden utilizarse como parámetros de funciones ni métodos.

```
(defrule regla-ilegal
  (hecho ?*x*)
=>)
(defrule regla-legal
  (hecho ?y&:(> ?y ?*x*))
=>)
```

B.11. Direcciones de hechos

Se pueden almacenar las direcciones de los hechos en una variable con el operador ←

```
(defrule matrimonio
  ?soltero ← (soltero ?nombre)
=>
  (retract ?soltero)
  (assert (casado ?nombre))
  (printout t ?nombre
   " está casado" crlf)
)
```

B.12. Patrones avanzados

Es posible colocar restricciones al comparar un patrón:

negación (~): (*color ~rojo*)
conjunción (&): (*color rojo&amarillo*)
disyunción (|): (*color rojo|amarillo*)

También se pueden unir patrones con las relaciones lógicas *or*, *and* y *not* (por defecto, los patrones se unen con *and*).

Ejemplo 1:

```
(defrule no-cruzar
  (luz ~verde)
=>
  (printout t "No cruce" crlf)
)
(defrule precaucion
  (luz amarilla|intermitente)
=>
  (printout t
   "Cruce con precaución" crlf)
)
```

Ejemplo 2:

```
(defrule regla-imposible
  (luz verde&roja)
=>)
```

```

(printout t "¡¡MILAGRO!!" crlf)
)
(defrule regla-tonta
(luz verde&~roja)
=>
(printout t "Luz verde" crlf)
) ; Se dispara con (luz verde)
(defrule precaucion
(luz
?color&amarillo|intermitente)
=>
(printout t "Cuidado luz "
?color crlf))
(defrule no-cruzar
(estados caminando)
(or (luz roja)
(policia dice no cruzar)
(not (luz ?))) ; sin luz
=>(printout t "No cruzar" crlf)
)

```

B.13. Comprobación de valores de los patrones

Se tiene dos posibilidades:

```

(test <función-booleana> <arg>)
?variable &: (<función-booleana> <arg>)

```

También existen funciones booleanas predefinidas por el usuario:

1. lógicas: **or**, **not**, **and**
2. comparación:
 - numérica: =, <, >, >=, <=, <
 - cualquier tipo: **eq**, **neq**
3. funciones predicado: **lexemp**, **stringp**, **numberp**, **evenp**, **symbolp**, ...

Ejemplo comprobación patrones:

```

(defrule mes-valido
(entrada ?numero)
(test (and (>= ?numero 1)
(<= ?numero 12)))
=>
(printout t "Mes válido" crlf)
)
(defrule mes-valido-equiv
(entrada ?numero&:(and
(>= numero 1)(<= ?numero 12)))
=>
(printout t "Mes válido" crlf)
)

```

Cuando hay más de una variable que se quiere comprobar en el patrón o patrones, se debe utilizar **test**.

B.14. Asignación de valores a una variable

La sintaxis para asignar valores a una variable es la siguiente:

```
(bind <variable> <valor>)
```

Ejemplo:

```
(defrule suma
  (numeros ?x ?y)
=>
  (bind ?r (+ ?x ?y))
  (assert (suma-es ?r))
  (printout t ?x " + " ?y " = " ?r
  crlf)
)
```

B.15. Estructuras de control

Las estructuras de control son dos: la condición simple y el bucle condicional. La condición simple tiene la siguiente sintaxis:

```
(if (<condición>)
  then (<acciones>)
  [else (<acciones>)])
```

En cambio el bucle condicional presenta la siguiente sintaxis:

```
(while (<condición>)
  (<acciones>))
```

Ejemplo:

```
(defrule continua-bucle
  ?bucle <- (bucle)
=>
  (printout t "¿Continuar?" crlf)
  (bind ?resp (read))
  (if (or (eq ?resp si) (eq ?resp s))
  then
  (retract ?bucle)
  (assert (bucle))
  else (retract ?bucle)
  (halt)))
```

B.16. Entrada de datos

Para la entrada de datos se pueden utilizar las funciones **read** y **readline**

```
CLIPS> (read)
una entrada
una
CLIPS> (readline)
una entrada
"una entrada"
```

Ejemplo:

```
(deffunction pide-numero (?pregunta)
  (printout t ?pregunta)
  (bind ?respuesta (read))
  (while (not (numberp ?respuesta)) do
    (printout t ?pregunta)
    (bind ?respuesta (read)))
  ?respuesta) ;devuelve ?respuesta
(defrule pregunta
=> ; se añade initial-fact con reset
(bind ?num (pide-numero "Numero :"))
(assert (numero ?num)
))
```



ANEXO C

CÓDIGO FUENTE DEL SISTEMA EXPERTO

```
;////////////////////////////////////
;
;          UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
;          CARRERA DE INFORMATICA
;          SISTEMA EXPERTO AREU PARA LA PSICOLOGIA DEPORTIVA
;
;   Nombre      : Freddy Ariel Vargas Crispin
;   Tutor       : MSc. Fátima Dolz Salvador
;   Revisor    : Lic. Manuel Ramiro Flores Rojas
;
;
;          LA PAZ - BOLIVIA
;          2011
;////////////////////////////////////
;%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
;   %%%%%%%%%%%%%%%%%% BASE DE CONOCIMIENTO INICIAL%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
;%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
(deffacts diagnosticos
  (diagnostico "aplicar criterios de reforzamiento positivo al
sujeto")
  (diagnostico "crear nuevos estados de animo en el sujeto")
  (diagnostico "motivar al sujeto")
  (diagnostico "utilizar metodos para el manejo del estres del
sujeto")
  (diagnostico "trabajar sobre el dominio mental del sujeto")
)
;%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
;   %%%%%%%%%%%%%%%%%% INICIO %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
;%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
(defrule inicio
  (declare(salience 200))
  (initial-fact)
  =>
  (printout t crlf"          UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES"
crlf
          crlf"          CARRERA DE INFORMATICA   "
crlf
          crlf"          SISTEMA EXPERTO AREU PARA LA PSICOLOGIA
DEPORTIVA" crlf)
  (assert (id-diagnostico no))
)
;%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
;   %%%%%%%%%%%%%%%%%% INGRESO DE SINTOMAS %%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
;%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
(defrule sint1
  (id-diagnostico no)
  (not(sintl ?sintl-esta))
  =>
  (printout t crlf " ¿Cuál es el primer sintoma del sujeto?" crlf
```

```

        "elevacion-de-la-frecuencia-cardiaca/estado-de-animo-
depresivo/impaciencia" crlf)
    (assert (sint1 (read)))
  )

(defrule verifica-sint1
  ?sint1<-(sint1 ?sint1-ingresado)
  (not(sint1 elevacion-de-la-frecuencia-cardiaca|estado-de-animo-
depresivo|impaciencia))
  =>
  (retract ?sint1)
  (printout t crlf "No corresponde a la lista de sintomas, vuelva a
intentar" crlf)
)
(defrule sint2
  (id-diagnostico no)
  (not(sint2 ?sint2-esta))
  =>
  (printout t crlf " ¿Cuál es el segundo sintoma del sujeto?" crlf
    "poco-interes-para-sus-actividades/sensacion-de-
ahogo/fatigabilidad-facil" crlf)
  (assert (sint2 (read)))
)

(defrule verifica-sint2
  ?sint2<-(sint2 ?sint2-ingresado)
  (not(sint2 poco-interes-para-sus-actividades|sensacion-de-
ahogo|fatigabilidad-facil))
  =>
  (retract ?sint2)
  (printout t crlf "No corresponde a la lista de sintomas, vuelva a
intentar" crlf)
)
(defrule sint3
  (id-diagnostico no)
  (not(sint3 ?sint3-esta))
  =>
  (printout t crlf " ¿Cuál es el tercer sintoma del sujeto?" crlf
    "sentimiento-de-culpa/temblores-o-
sacudidas/alteraciones-del-sueno" crlf)
  (assert (sint3 (read)))
)

(defrule verifica-sint3
  ?sint3<-(sint3 ?sint3-ingresado)
  (not(sint3 sentimiento-de-culpa|temblores-o-sacudidas|alteraciones-
del-sueno))
  =>
  (retract ?sint3)
  (printout t crlf "No corresponde a la lista de sintomas, vuelva a
intentar" crlf)
)

```

```

(defrule sint4
  (id-diagnostico no)
  (not(sint4 ?sint4-esta))
  =>
  (printout t crlf " ¿Cuál es el cuarto sintoma del sujeto?" crlf
    "dificultad-para-concentrarse/escalosfrios-o-
sofocaciones" crlf)
  (assert (sint4 (read))))
)

(defrule verifica-sint4
  ?sint4<-(sint4 ?sint4-ingresado)
  (not(sint4 dificultad-para-concentrarse|escalosfrios-o-
sofocaciones))
  =>
  (retract ?sint4)
  (printout t crlf "No corresponde a la lista de sintomas, vuelva a
intentar" crlf)
)

(defrule sint5
  (id-diagnostico no)
  (not(sint5 ?sint5-esta))
  =>
  (printout t crlf " ¿Cuál es el quinto sintoma del sujeto?" crlf
    "miedo-a-perder-el-control/irritabilidad" crlf)
  (assert (sint5 (read))))
)

(defrule verifica-sint5
  ?sint5<-(sint5 ?sint5-ingresado)
  (not(sint5 miedo-a-perder-el-control|irritabilidad))
  =>
  (retract ?sint5)
  (printout t crlf "No corresponde a la lista de sintomas, vuelva a
intentar" crlf)
)

;%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
;                                REGLAS %%%%%%%%%
;%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
(defrule crisis-de-angustia
  ?crisis-de-angustia<-(diagnostico "aplicar criterios de
reforzamiento positivo al sujeto")
  (or
    (not(sint1 elevacion-de-la-frecuencia-cardiaca))
    (not(sint2 sensacion-de-ahogo))
    (not(sint3 temblores-o-sacudidas))
    (not(sint4 escalosfrios-o-sofocaciones))
    (not(sint5 miedo-a-perder-el-control))
  )
  =>
  (retract ?crisis-de-angustia)
)

```

```

(defrule episodio-depresivo
  ?episodio-depresivo<-(diagnostico "crear nuevos estados de animo en
el sujeto")
  (or
    (not(sint1 estado-de-animodepresivo))
    (not(sint2 poco-interes-para-sus-actividades))
    (not(sint3 sentimiento-de-culpa))
    (not(sint4 dificultad-para-concentrarse))
    (not(sint5 irritabilidad))
  )
  =>
  (retract ?episodio-depresivo)
)
(defrule transtorno-de-ansiedad
  ?transtorno-de-ansiedad<-(diagnostico "motivar al sujeto")
  (or
    (not(sint1 impaciencia))
    (not(sint2 fatigabilidad-facil))
    (not(sint3 alteraciones-del-sueno))
    (not(sint4 dificultad-para-concentrarse))
    (not(sint5 irritabilidad))
  )
  =>
  (retract ?transtorno-de-ansiedad)
)
(defrule problemas-de-estres
  ?problemas-de-estres<-(diagnostico "utilizar metodos para el manejo
del estres del sujeto")
  (or
    (not(sint1 impaciencia))
    (not(sint2 poco-interes-para-sus-actividades))
    (not(sint3 temblores-o-sacudidas))
    (not(sint4 dificultad-para-concentrarse))
    (not(sint5 miedo-a-perder-el-control|irritabilidad))
  )
  =>
  (retract ?problemas-de-estres)
)
(defrule problemas-de-conducta
  ?problemas-de-conducta<-(diagnostico "trabajar sobre el dominio
mental del sujeto")
  (or
    (not(sint1 impaciencia))
    (not(sint2 poco-interes-para-sus-actividades))
    (not(sint3 sentimiento-de-culpa))
    (not(sint4 dificultad-para-concentrarse))
    (not(sint5 irritabilidad))
  )
  =>
  (retract ?problemas-de-conducta)
)

```

```

;%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
;      %%%%%%%%%% PRESENTACION DE RESULTADOS %%%%%%%%%%
;%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

```

```

(defrule diagnostico-identificado
  (declare(salience -100))
  ?id-diagnostico-identificado<-(id-diagnostico no)
  (diagnostico ?diagnostico)
  =>
  (retract ?id-diagnostico-identificado)
  (assert (id-diagnostico si))
)

(defrule mostrando-diagnostico
  (id-diagnostico si)
  =>
  (printout t crlf "De acuerdo a los sintomas del sujeto," crlf
                 "se tiene el siguiente diagnostico:" crlf)
  (assert(imprime-lista lista))
)

(defrule imprime-lista
  (diagnostico ?diagnostico)
  (imprime-lista lista)
  =>
  (printout t " diagnostico: " ?diagnostico crlf)
)

(defrule diagnostico-no-encontrado
  (declare(salience -200))
  (id-diagnostico no)
  =>
  (printout t crlf "No es posible, por el momento, dar un diagnostico
a sus sintomas" crlf)
)

```

ANEXO D

CERTIFICADO DE ASISTENCIA AL "I CONGRESO DE PSICOLOGÍA DEL DEPORTE Y LA ACTIVIDAD FÍSICA"



ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



COMITÉ OLÍMPICO BOLIVIANO



FEDERACIÓN BOLIVIANA DE DEPORTES



CARRERA DE PSICOLOGÍA UMSA



ASOCIACIÓN BOLIVIANA DE PROMOCIÓN DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTES



CENTRO DE ASISTENCIA INTEGRAL EN PSICOLOGÍA Y CS. DE LA EDUCACIÓN Y LA SALUD

**MINISTERIO DE SALUD Y DEPORTES
VICEMINISTERIO DE DEPORTES
UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
CARRERA DE PSICOLOGÍA
SOCIEDAD BOLIVIANA DE PSICOLOGÍA
DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTES
CENTRO DE ASISTENCIA INTEGRAL
EN PSICOLOGÍA Y CS. DE LA EDUCACIÓN**

Confieren el presente:

Certificado

A: **FREDDY ARIEL VARGAS CRISPIN**

Por su participación en calidad de **ASISTENTE** del:

I CONGRESO PSICOLOGÍA DEL DEPORTE Y LA ACTIVIDAD FÍSICA "EL ARTE DE PREPARAR LA MENTE PARA VENCER"

Llevada a cabo 29 y 30 de Octubre del presente año en el auditorium de la Cámara de Comercio del presente año con una carga horaria de 180 horas académicas.

La Paz, Octubre de 2010



Almendra Sánchez Barco
DIRECTOR GENERAL
CENTRO DE ASISTENCIA INTEGRAL EN PSICOLOGÍA Y CS. DE LA EDUCACIÓN Y LA SALUD
CARRERA EDUCACIÓN DE PSICOLOGÍA



Alfonso Sánchez Barco
VICEMINISTRO DE DEPORTES
MINISTERIO DE SALUD Y DEPORTES