

BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA

Facultad de Ciencias Físico-Matemáticas

Tesis:

"Aplicación del Análisis Estadístico en el Estudio
Comparativo del Desempeño de los Jugadores de
Tenis de Mesa de Alto Rendimiento.

Estudio de Caso: Campeón Nacional Mexicano
vs. Jugador Internacional en el Top 10 del Ranking
Mundial."

que para obtener el grado de

Licenciado en matemáticas

presenta:

Irma Elibeth Rugerio López

Directores de tesis:

Dr. José Dionicio Zacarías Flores M.C Pablo Rodrigo Zeleny Vázquez

Puebla, Pue.

febrero, 2019

"Aplicación del Análisis Estadístico en el Estudio
Comparativo del Desempeño de los Jugadores de Tenis de
Mesa de Alto Rendimiento. Estudio de Caso: Campeón
Nacional Mexicano vs. Jugador Internacional en el Top 10
del Ranking Mundial"

Tesis

Dr. José D. Zacarías Flores

Rugerio López Irma E.

M.C. Pablo R. Zeleny Vázquez



Gracias

Este logro lo dedico a mis padres

David Alfredo Rugerio Santiago y

Concepción López Ortega; y a mi

hermano David Antonio Rugerio

López.

Agradecimientos

La conclusión de este trabajo representa muchas cosas para mí. Cada línea de esta tesis lleva consigo la lucha no sólo mía, sino de todos aquellos que deseaban que yo lograra conseguir esta meta; una meta que se veía muy lejana, y en momentos, inalcanzable.

Gracias a mis asesores. Al M.C. Pablo Rodrigo Zeleny Vázquez por haberme apoyado y aconsejado oportunamente; siendo un elemento fundamental para poder concluir esta tesis. Al Dr. José Dionicio Zacarías Flores por haber aceptado compartir este proyecto conmigo y animarme a continuar hasta el final.

Gracias a mis sinodales; el **Dr. Francisco Solano Tajonar Sanabria**, el **Dr. José Juan Castro Alva** y la **M.C Gladys Denisse Salgado Suárez** por revisar esta tesis y darme recomendaciones para poder presentar un mejor resultado.

Muchas gracias a mi familia; a mi papá David Rugerio, a mi mamá Conchita López, a mi hermano David Antonio Rugerio y a mi tía Irma, mi tía Joaqui, mi tía Ceci, mi padrini José Mena, por estar siempre conmigo, apoyándome en todos los sentidos; por hacer el esfuerzo para darme todo a lo largo de mi vida, y por haberme ayudado para conseguir lo que necesité para escribir mi trabajo. Gracias a todos ellos por nunca haberse rendido y por haber creído en mí. Gracias a Salem, Kasumi, Timo, Shampu y Monkey, porque en los desvelos más largos me han hecho compañía, y siempre han estado ahí para mejorar mis días más tristes.

Gracias a **Oswaldo Flores Medina**, por ayudarme y motivarme a estudiar. Por su amistad le estaré siempre agradecida.

Gracias a las personas más generosas que he conocido; al Profe Contri, al Profe Rafa Espinosa, Mago y el señor Mena, Rosita Camacho, Anaís Ferrer, Chavita Zavala, Beto Dávila, Javi Herrera, Alex Sánchez, Milton García, Roberto Álvarez, JJ Castro, Anabel Hernández, Mario Alonso, Rana, Memo, Omi Santiago, Armando Vélez, y Jairo González. Gracias por darme su amistad desinteresada, por creer en mí, y por apoyarme cada vez que lo necesité.

Gracias **Rodo Guevara**, por escucharme y por darme el privilegio de su amistad.

Gracias a mi amiga **Ana Lilia Ramírez**, por tantos años de amistad, de apoyo y de confidencia.

Finalmente, gracias a **Miguel Ferrer**, por haber comprendido todos esos altos y bajos que he tenido a lo largo de este tiempo. Por haberme acompañado, por haberme apoyado en toda ocasión, y por contagiarme el optimismo, que en muchas ocasiones he perdido, pero he recuperado gracias a él.

Índice general

LN (omen	iclatura y Definiciones	Х	II
RI	ESUI	MEN	XV	ΊΙ
IN	ITRO	DDUCCIÓN	XV	ΊΙ
1.	PRI	ELIMINARES		1
	1.1.	Introducción al Tenis de Mesa		2
		1.1.1. Tenis de Mesa en México, Latinoamérica y el Mundo		4
	1.2.	Reglas del Juego	•	7
	1.3.	Elementos del Tenis de Mesa	•	9

		1.3.1.	El Servicio	9
		1.3.2.	La Recepción	12
		1.3.3.	El Trabajo de Piernas o Footwork	14
		1.3.4.	La Tercera Bola	15
		1.3.5.	Los Sistemas de Juego	16
	1.4.	Anális	is de Rendimiento y Desempeño Deportivo en el Tenis	
		de Me	sa	17
2.	\mathbf{PL}^{A}	ANTE	AMIENTO DEL PROBLEMA	23
	2.1.	La Pre	egunta de investigación	25
	2.2.	Objeti	vo General	25
		2.2.1.	Objetivos Específicos	26
	2.3.	Justifi	cación	27
3.	MA	RCO (CONCEPTUAL	28
	3.1.	Metod	lología de la Investigación	29
		3.1.1.	Investigación Multimodal o de Tipo Mixto	29
		3.1.2.	Investigación Descriptiva	32
		3.1.3.	Procesamiento de la Información	34
		3.1.4.	Modelación Estadística	36
	3.2.	Anális	is Estadístico	37

		3.2.1.	Variables Aleatorias	37
		3.2.2.	Muestras	38
		3.2.3.	Escalas de Medición	40
		3.2.4.	Estimadores y Parámetros	42
		3.2.5.	Intervalos de Confianza	44
		3.2.6.	Prueba de Hipótesis Estadística	45
		3.2.7.	Regiones de Rechazo	48
		3.2.8.	Variables Categóricas y Variables Dicotómicas	50
		3.2.9.	Tablas de Contingencia	50
		3.2.10.	Pruebas de Chi-Cuadrado para análisis de Tablas de	
			Contingencia	52
4.	MÉ	TODO	DLOGÍA	58
	4.1.	Partici	ipantes	59
	4.2.	Observ	vación y Registro	61
	4.3.	Anális	is Estadístico	70
		4.3.1.	Tablas de Contingencia	72
		4.3.2.	Prueba de Hipótesis	76
5.	RE	SULT	ADOS Y CONCLUSIONES	90
	5.1.	Result	ados	92

	5.1.1.	Diferencias Principales	92
	5.1.2.	Resultados para el Campeón Nacional Mexicano .	93
	5.1.3.	Resultados para el Jugador Internacional	98
5.2.	Conclu	usiones	104
COME	NTAF	RIOS DEL AUTOR	107
APÉN	DICES	S	109
A. Pru	eba de	e Hipótesis	109
A.1.	Prueb	a de Hipótesis	170
B. Estr	rategia	s y Tácticas	182
B.1.	Esque	mas de Juego	182
B.2.	Sistem	nas de Juego	184
C. Valo	ores C	ríticos de la Distribución Chi-Cuadrado	186
Bibliog	grafía		190

Índice de Figuras

1.	Tenis de Mesa
1.1.	Mesa de Tenis de Mesa
1.2.	Raqueta de Tenis de Mesa
1.3.	Marcador
1.4.	Servicio en el Tenis de Mesa
1.5.	Efectos Impresos en la Bola
1.6.	Profundidad en el Servicio
1.7.	Recepción Backhand Side-Twisted de Zhang Jike 13
1.8.	Footwork o Movimiento de Piernas (in-out)

1.9.	Zonas para la Colocación de la Tercera Bola	15
1.10.	Zona de Recepción de Zhang Jike con Backhand Side-Twisted	20
1.11.	Posición de Preparación para el Servicio de Derecha o Forehand	21
3.1.	Prueba de Una Cola	49
3.2.	Prueba de Dos Colas	50
4.1.	Hoja de Observaciones Etapa 1	68
4.2.	Gráfico de Barras para SPIN y PROF	74
4.3.	Gráfico de Barras para SPIN $_{\scriptscriptstyle -}$ y PROF $_{\scriptscriptstyle -}$	76
5.1.	Frecuencia del Servicio del Campeón Nacional Mexicano	95
5.2.	Resultados de Puntos Ganados con Servicio Corto y Efecto	
	Under del Campeón Nacional Mexicano	95
5.3.	Resultados de la Recepción del Oponente del Campeón Na-	
	cional Mexicano bajo Servicio Under	96
5.4.	Frecuencias para la Colocación de la Tercera Bola del Cam-	
	peón Nacional Mexicano	97
5.5.	Resultados de Puntos Ganados bajo Colocación en Tercera	
	Bola del Campeón Nacional Mexicano	98
5.6.	Frecuencias de la Profundidad en el Servicio del Jugador In-	
	ternacional	99

5.7.	Resultados Efecto en el Servicio del Jugador internacional 99
5.8.	Resultados de Puntos Ganados Bajo Profundidad y Efecto
	Under del Jugador Internacional
5.9.	Recepciones del Oponente del Jugador Internacional Bajo Ser-
	vicio Under
5.10.	Recepciones del Oponente del Jugador Internacional Bajo Ser-
	vicio Neutral
5.11.	Resultados de la Colocación de la Tercera Bola del Jugador
	Internacional
5.12.	Resultados de Puntos Ganados Bajo Colocación del Jugador
	Internacional
5.13.	Comparativa Final entre el Campeón Nacional Mexicano y el
	Jugador Internacional
C.1.	Valores Críticos de la Distribución Chi-Cuadrado 187
C.2.	Valores Críticos de la Distribución Chi-Cuadrado Continua-
	ción pt. 1
C.3.	Valores Críticos de la Distribución Chi-Cuadrado Continua-
	ción pt.2

Índice de Tablas

1.1.	Ranking Mundial por Equipos (2017)	(
1.2.	Matriz de Correlación de los Parámetros de Juego en Relación	
	con las Variables de Servicio	12
3.1.	Tabla de Contingencia (ejemplo)	52
4.1.	Logros Campeón Nacional Mexicano	60
4.2.	Logros Jugador Internacional	60
4.3.	Clasificación de las Variables para Campeón Nacional Mexicano	66
4.4.	Clasificación de las Variables para Jugador Internacional	67
4.5.	Base de Datos <i>Partidos.xls</i>	69

4.6.	Estadísticos Descriptivos	72
4.7.	Pares Seleccionadas para Tablas de Contingencia	73
4.8.	Resumen SPIN y PROF	73
4.9.	Tabla de Contingencia Para SPIN y PROF	74
4.10.	Resumen SPIN_ PROF	75
4.11.	Tabla de Contingencia Para ${\rm SPIN}{\rm y}{\rm PROF}$	75
4.12.	Parejas Seleccionadas Para Test de Independencia	77
4.13.	Valores Esperados para SPIN y PROF	79
4.14.	Chi-Cuadrado para SPIN y PROF	80
4.15.	Coeficiente de Contingencia Estandarizados para SPIN y PROF	80
4.16.	Coeficientes de Contingencia Estandarizados (Atleta Interna-	
	cional)	82
4.17.	Tabla de Contingencia para SPIN_ y PROF	83
4.18.	Chi-Cuadrado para SPIN_ y PROF	84
4.19.	Valores Chi-cuadrado (Nacional)	85
4.20.	Valores Chi-cuadrado (Internacional)	85
4.21.	Coeficientes de Contingencia Estandarizados (Campeón Na-	
	cional Mexicano)	86
4.22.	Coeficientes de Contingencia Estandarizados (Jugador Inter-	

4.23. Resultados para el Campeón Nacional Mexicano 88
4.24. Resultados para el Jugador Internacional 89
A.1. Pares Seleccionadas para Pruebas de Hipótesis
A.2. Tabla de Contingencia para PROF y RST1
A.3. Tabla de Contingencia para PROF_ y RST1
A.4. Tabla de Contingencia para SPIN y RST1
A.5. Tabla de Contingencia para SPIN_ y RST1
A.6. Tabla de Contingencia para SPIN y CIRC
A.7. Tabla de Contingencia para SPIN_ y CIRC
A.8. Tabla de Contingencia para PROF y CIRC
A.9. Tabla de Contingencia para PROF_ y CIRC
A.10. Tabla de Contingencia para ROP y RST1
A.11.Tabla de Contingencia para ROP_ y RST1
A.12. Tabla de Contingencia para RPROP y RST2
A.13. Tabla de Contingencia para RPROP_ y RST2
A.14. Tabla de Contingencia para CIRC y RST1
A.15. Tabla de Contingencia para CIRC_ y RST1
A.16. Tabla de Contingencia para PLAC y RST1
A.17. Tabla de Contingencia para PLAC_ y RST1

Nomenclatura y Definiciones

SPIN Efecto

PROF Profundidad

ROP Recepción del oponente

PLAC Colocación de la tercera bola

CIRC Circunstancia de la tercera bola

RST1 Resultado de la jugada

RPROP Recepción propia

RST2 Resultado de la jugada en recepción

CNT1 Conteo en servicio

TMP1 Duración en servicio

CNT2 Conteo en recepción

TMP2 Duración en recepción

Rk+ Ranking

FEMETEME Federación Mexicana de Tenis de Mesa

ITTF Federación Internacional de Tenis de Mesa

FH Forehand o Derecha

BH Backhand o Revés

M Zona Media

P1 Corto

P2 Medianamente largo

P3 Largo o profundo

A continuación se enlistan los conceptos que se utilizan [17, 10] en el contexto del tenis de mesa, junto con su definición, para la mejor comprensión del tema que se abordará en esta tesis:

- 1. Ace: punto ganador, al realizar un servicio que no es tocado por el jugador receptor. (Véase servicio)
- All-round: estilo de juego que se caracteriza por la combinación de técnicas en una forma equilibrada. Este estilo de juego permite pasar de la defensiva a la ofensiva con fluidez.
- 3. Coach: entrenador.
- 4. Error no Forzado: punto perdido que comete el jugador, siempre que no se encuentra bajo la presión de su oponente.
- 5. Esquema de Juego: secuencia de golpes técnicos con el propósito de anotar puntos.
- 6. Feedback: retroalimentación.
- 7. Footwork: trabajo que se realiza con las piernas, para desplazarse hacia la pelota.
- 8. Golpe de Desventaja: golpe que coloca al jugador en posición de desventaja ante su oponente.
- Golpe de Transición: devolución de la pelota sobre el área de juego, que no determina una posición de ventaja para cualquiera de los dos disputantes.

- 10. Golpe de Ventaja: golpe que coloca al jugador en posición de ventaja sobre su oponente.
- 11. Grip: agarre de la raqueta para realizar un golpe técnico.
- 12. Neutral: rotación nula observable sobre la pelota. Únicamente se distingue el desplazamiento.
- 13. Outcome: observación final del desempeño durante la jugada. El outcome puede resultar en Golpe de ventaja, golpe de transición o golpe de desventaja.
- 14. Profundidad: zona de bote de la pelota en terreno rival al momento de realizar el servicio.
- 15. Rally: es todo aquello comprendido entre la ejecución del servicio y la última devolución correcta.
- 16. Recepción: golpe que se realiza en segundo turno, inmediatamente después de que el servicio ha sido ejecutado.
- 17. Resultado: ganar el rally o perder el rally.
- 18. Score: resultado de una jugada. El resultado puede ser de una manera exclusiva, ganar un punto o no.
- 19. Servicio: golpe en primer turno que da comienzo al rally.
- 20. Sistema de Juego: conjunto de esquemas de juego, utilizados para ganar puntos. Los sistemas de juego se ejecutan a lo largo de too el partido y pueden ser muy variados. La experiencia y el nivel técnico-táctico de

un jugador, le permite hacer su sistema de juego tan complejo como lo desee.

- 21. Tiempo: duración del rally.
- 22. Táctica: análisis del sistema de juego del adversario durante las primeras pelotas jugadas en el partido; adaptación de la propia estrategia en función de la observación realizada.
- 23. Tercera Bola: primer golpe que realiza el jugador despúes de haber ejecutado su servicio. La tercera bola también es llamada el primer ataque del servidor.
- 24. Top: rotación de la bola en el mismo sentido del desplazamiento.
- 25. Under: rotación de la pelota en sentido opuesto al del desplazamiento.
- 26. Winner Stroke: tiro ofensivo del atacante que se convierte en un punto ganado.

RESUMEN

En esta tesis se observa el tenis de mesa desde un enfoque estadístico, delimitando el estudio a la observación del momento inicial del rally y el final de la jugada, que comprende a las siguientes variables de juego: el servicio del jugador, la recepción del oponente, la ejecución de la tercera bola, la circunstancia que se generó a partir de esta ejecución y el resultado de la jugada.

Se aplican técnicas de análisis estadístico para el procesamiento de la información obtenida, tanto para los partidos del campeón nacional mexicano como para el jugador internacional de alto nivel, de tal forma que los resultados y las conclusiones pudieran llevarse de nueva cuenta al contexto del deporte de tenis de mesa, con la intención de aportar a lo que se conoce sobre análisis de rendimiento en esta disciplina deportiva en México.

INTRODUCCIÓN

El tenis de mesa es un deporte de raqueta muy popular, principalmente en Ásia y Europa; junto con el futbol, el voleibol, el basketbol, el tenis, y el badminton, el tenis de mesa es uno de los deportes más practicados en todo el mundo; y el segundo deporte con más atletas federados a nivel mundial (40 millones) [15]. En un partido individual de tenis de mesa (vea Figura 1), dos jugadores permanecen ubicados en los lados opuestos de una mesa rectangular; golpeando una pelota ligera alternadamente, con el propósito de enviar esta con diferentes efectos y velocidad por sobre la red que divide la mesa y hacia la mitad opuesta, de tal forma que el rival ya no logre devolverla correctamente.

Observar un partido de tenis de mesa, y realizar un análisis completo de él en tiempo real, resulta muy difícil debido al gran número de situaciones que suceden en periodos de tiempo muy cortos y a máxima velocidad. Esta complejidad impone la necesidad de realizar un análisis *a posteriori*, a través

de la captura, observación y análisis de los videos de los partidos de tenis de mesa; todo esto se hace con el propósito de analizar el rendimiento de los atletas.



Figura 1: Tenis de Mesa

El análisis del rendimiento deportivo es un área que permite valorar de manera objetiva a los atletas de alto rendimiento, en busca de un mejor resultado en competencia. Esta área ha sido de rápido desarrollo en la actualidad, especialmente en Europa y Ásia, a través de la implementación de nuevas y cada vez más eficaces técnicas para cumplir sus objetivos. Varios deportes profesionalizados lo aplican a sus atletas; el futbol americano, el beisbol, el tenis de campo, entre otros, son ejemplo de esto. Se aplican estudios de tipo psicológico, fisiológico, biomecánico, técnico y táctico porque, entre otras cosas, al mejorar el rendimiento de un atleta, este puede contrarrestar las habilidades del rival; y este correcto desarrollo de habilidades lo vuelven un jugador más valioso.

Desde el punto de vista del alto rendimiento deportivo, el análisis de las acciones que los jugadores realizan durante un partido de tenis de mesa, ha despertado siempre gran interés en la bibliografía científica especializada, como las investigaciones que han sido publicadas en el *Journal of Sports Sciences* [11]. Sin embargo, en el tenis de mesa son escasas las investigaciones que describen con exactitud los indicadores de rendimiento que caracterizan el juego de esta disciplina deportiva en México.

Este trabajo desea aportar al conocimiento sobre el rendimiento deportivo de los jugadores mexicanos de tenis de mesa, y está basado en un análisis estadístico sobre los partidos, observando y registrando lo que ocurre en los primeros tres intercambios del rally o apertura, que, de acuerdo con el Manual de Entrenadores Avanzado ITTF Nivel-II [10], son una expresión clara de la estrategia del jugador que desea ganar. Sabemos, por Tips for a World Champion [2], que apróximadamente el 50% de todos los puntos jugados corresponden a puntos jugados desde el propio servicio; es decir, la etapa temprana del rally que incluye al servicio, la recepción y la tercera bola es fundamental en el juego, y por lo tanto debe conocerse y dominarse.

Nuestro análisis se centra en las observaciones y registro de los siguientes tipos de variables del juego de tenis de mesa:

- 1. Variables de Técnica (no numéricas): Efecto en el servicio, profundidad en el servicio, tipo de recepción obtenida y resultado de la jugada.
- 2. Variable de Apreciación (no numérica): Circunstancia en la que se coloca el jugador al término de la ejecución de la tercera bola.
- 3. Variables Cuantificables (numéricas): Tiempo de duración del rally y

número de intercambios a partir de que se ejecutó el servicio.

En el Capítulo 1 de esta tesis se da una breve descripción de los orígenes del deporte del *Tenis de mesa*. Se menciona la incursión de países de latinoamérica en la escena competitiva mundial, la posición de México como equipo en el ranking mundial y algunos atletas destacados de la región. Se introduce el análisis de rendimiento para la mejora competitiva y se hace notar la importancia que tiene la aplicación de técnicas de análisis estadísticos en los partidos de los mejores competidores del mundo.

En el Capítulo 2 se plantea el problema que representa el análisis de rendimiento aplicado en los atletas de tenis de mesa en México, se formulan las preguntas de investigación a las cuáles se desea dar respuesta, el objetivo general de este trabajo y los objetivos específicos.

En el Capítulo 3, se describe la metodología que ha sido utilizada para realizar esta investigación. Se describen los elementos que conforman el correcto desempeño del deporte y se presentan algunos resultados de trabajos previos sobre la aplicación de las técnicas estadísticas en problemas concretos del tenis de mesa y se presenta la hoja de observación para el registro de los datos. Se aborda el tema de prueba de hipótesis y análisis de tablas de contingencia, además de conceptos importantes que se aplicarán a los datos.

En el Capítulo 4 se aplican los métodos estadísticos a los datos recolectados, se hace uso algunas medidas de tendencia central, como la media, y de medidas de dispersión como la varianza y la desviación estándar; se usan las tablas de contingencia para aplicar el test estadístico de independencia de variables Chi-cuadrado y se determina la fuerza de las asociaciones existentes a través del coeficiente de contingencia.

En el Capítulo 5 se presentan los resultados de la aplicación del análisis realizado a los datos, además de las conclusiones que de aquí se obtienen; como la enumeración de las características de juego de cada atleta analizado y las principales diferencias entre el campeón nacional mexicano y el jugador internacional de alto nivel. Se resalta el valor de aplicar cada vez más estas técnicas de análisis a competidores de tenis de mesa, tanto experimentados como novatos, para conseguir mejorar el entrenamiento y por lo tanto, los resultados en competencia.

CAPÍTULO 1

PRELIMINARES

La complejidad en la práctica del tenis de mesa de alto rendimiento radica en la existencia de múltiples factores intrínsecos técnicos y tácticos; en el primer caso, se observan elementos técnicos como la posición de inicio en la mesa, la trayectoria y rotación de la bola, la empuñadura de la raqueta y las técnicas de golpeo, y el movimiento de piernas. Dentro de la etapa inicial de un punto durante un partido de tenis de mesa, se consideran tres variantes para la rotación delante-atrás en el servicio (el efecto under, neutral y top); y dos para la rotación lateral (outside e inside); para la empuñadura se distinguen dos (forehand y backhand), para las técnicas de golpeo se identifican 9 distintos (top, drive, flip, smash, topspin counter topspin, block, chop, push, lob) y 5 variantes para el movimiento de piernas o footwork (no step,

one step, side to side, pivot, y crossover); y en el segundo caso, elementos tácticos como el tipo de recepción (activo y pasivo), los sistemas y esquemas de juego relacionados con el estilo del jugador, la estrategia, y las aperturas y cierres del punto.

Resulta difícil para cualquier jugador llevar a cabo el adecuado estudio del rival; estas dificultades se presentan también para el entrenador, pues aunque este último se enfoca especialmente en extraer la información más importante que pueda servir para el mejor desarrollo del atleta durante el partido, sus propias limitaciones como observador y la velocidad a la que suceden los eventos, no garantizan la obtención de todos estos elementos.

De aquí que los métodos estadísticos aplicados al deporte colaboren para obtener información objetiva ante una observación simultánea de todos los elementos técnicos y tácticos del partido. A partir de los resultados que se generan a partir de estas técnicas, el desarrollo de los elementos técnicos en el entrenamiento se debe dar en paralelo con la aplicación de ellos en competencia, pues al momento de estar en el partido se tienen menos de 10 segundos entre cada punto jugado para planear la siguiente acción.

1.1. Introducción al Tenis de Mesa

El tenis de mesa es un deporte de raqueta que tiene origen a finales del siglo XIX. Al verse impedida la práctica del tenis debido al clima de la temporada, se improvisó un juego bajo techo con la escencia del tenis de campo o del badminton, pero sobre una mesa dividida transversalmente

por una muralla, usando un corcho como pelota, y un par de pequeñas y alargadas maderas, que servían como raquetas.

En la actualidad, el tenis de mesa se practica sobre una superficie uniforme y rectangular de dimensiones 274 cm x 152 cm, con una altura de 76 cm respecto del nivel del suelo; la mesa se fabrica con madera y debe tener un grosor no menor a 2.54 cm; la red que la divide mide 15.25 cm de altura (vea Figura 1.1).

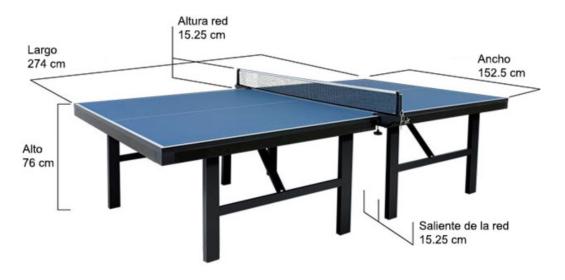


Figura 1.1: Mesa de Tenis de Mesa

Las raquetas varían de acuerdo con el estilo del jugador, pero todas deben contener como mínimo 83 % de madera y pueden estar reforzadas con materiales como fibra de carbón y fibras de *arylate*, (vea Figura 1.2). En 2001 se aumentó 2 mm el diámetro de la bola, de 38 mm a 40 mm; en 2013 se retiraron las bolas de celuloide y se reemplazaron por bolas fabricadas con plástico [10].

Este deporte ha sufrido múltiples adaptaciones, entre las que resaltan, la evolución de los materiales de fabricación de las mesas que permiten botes más rápidos, maderas más veloces y calzado especial. Todos estos cambios han convertido al tenis de mesa en un deporte sumamente rápido, donde se pueden alcanzar velocidades de ejecución de hasta $130 \ km/hr$.



Figura 1.2: Raqueta de Tenis de Mesa

1.1.1. Tenis de Mesa en México, Latinoamérica y el Mundo

En la década de los 50's, este deporte comenzó a masificarse en gran parte de Asia. Así comenzó la nueva era del tenis de mesa mundial; la unión europea perdió notable fuerza, y paises como China, Japón y Corea del Sur comenzaron a destacar en las competencias más importantes.

Entre 1952 y 2015 se han realizaron 35 campeonatos mundiales, de los cuales, China ha obtenido 18 títulos varoniles y 21 femeniles, mientras que Japón ha ganado 9 títulos varoniles y 7 femeniles [10].

El tenis de mesa fue incluido en el programa olímpico en Seúl 1988. Desde entonces China ha logrado la totalidad de preseas doradas en la categoría in-

dividual femenil (Cheng Jing 1988; Deng Yaping 1992,1996; Wang Nan 2000; Zhang Yining 2004,2008; Li Xiaoxia 2012; Ding Ning 2016). Algo similar sucede en la rama varonil, pues China posee 5 medallas de oro (Liu Guo Liang 1996; Kong Linghui 2000; Ma Lin 2008; Zhang Jike 2012; Ma Long 2016), Korea del sur posee 2 (Yoo Nam-Kyu 1988; Ryu Seung-min 2004) y Suecia tiene 1 (Jan-Ove Waldner 1992) [15].

En el año de 1973 Helios Farrel Murga, entonces presidente de la Federación Mexicana de Tenis de Mesa, fundó la Unión Latinoamericana de Tenis de Mesa y con esto, comenzó una nueva etapa en el deporte mexicano y latinoamericano. A partir de estos eventos, México y otras naciones de la región formalizaron la práctica del tenis de mesa e iniciaron con participaciones en competencias internacionales.

De las federaciones existentes, la de México es una de las últimas en crearse, detrás de Argentina, Chile, Puerto Rico y Brasil. Todas estas, junto con sus atletas han mostrado un crecimiento notable en el deporte latinoamericano y mundial. Brasil cuenta con el atleta varonil mejor rankeado de la región y en el lugar 7 del mundo. Mientras que, Puerto Rico tiene a la participante más joven de unos juegos olímpicos. La atleta femenil con tan sólo 15 años, asistió por primera vez a los juegos olímpicos de Rio de Janeiro 2016 y se ubica en lugar número 1 de latinoamérica y en el lugar 34 del ranking mundial.

De acuerdo con el ranking oficial de la ITTF, el mejor jugador mexicano varonil se encuentra ubicado en la posición 3 de latinoamérica y en el lugar 100 del ranking mundial; mientras que, en la rama femenil, la mejor atleta

mexicana se encuentra ubicada en la posición 9 de latinoamérica y en el lugar 151 del ranking mundial.

México ha participado 14 veces en campeonatos mundiales de la especialidad por equipos. Ha logrado ascender en las posiciones del ranking mundial, colocándose en el lugar 50 del mundo en la rama femenil y en la posición 46 en la rama varonil.

Los atletas mexicanos han tenido participación en campeonatos del mundo desde el año de 1992 [15]. En la Tabla 1.1 se presenta el ranking actualizado a enero de 2017, donde se muestra la posición de Mexico como equipo a nivel mundial, tanto en rama varonil como femenil, de acuerdo con los registros de la Federación Internacional de Tenis de Mesa (ITTF).

Tabla 1.1: Ranking Mundial por Equipos (2017)

VARONIL			FEMENIL		
RANKING	PAIS	PUNTOS	RANKING	PAIS	PUNTOS
1	Alemania	244	1	China	220
2	China	242	2	Japón	218
3	Japón	240	3	Hong Kong China	216
4	Francia	236	4	China Taipei	214
5	Korea del Sur	236	5	Korea del Sur	212
6	Hong Kong China	236	6	Austria	208
7	China Taipei	236	7	Rumania	208
8	Portugal	230	8	Singapur	208
9	Suecia	228	9	Holanda	206
10	India	226	10	Hungría	204
12	Brazil	222	17	Brazil	186
25	Chile	196	24	Estados Unidos	174
30	Argentina	186	27	Chile	170
36	Paraguay	171	29	Puerto Rico	166
40	Estados Unidos	166	35	Colombia	154
45	Ecuador	158	36	Argentina	132
46	México	156	44	Canadá	134
			44	Canadá	134
			45	República Dominicana	132
			46	Cuba	132
			50	México	123

1.2. Reglas del Juego

Tomemos en cuenta que, cuando las reglas y el material para la práctica del tenis de mesa sufren modificaciones con el paso del tiempo, las observaciones del mismo juego y el análisis de estos resultados sufren modificasciones; por ejemplo, en septiembre de 2000, la Federación Internacional de Tenis de Mesa redujo la duración de los sets de 21 a 11 puntos (vea Figura 1.2), de 2 o 3 sets a 3 o 4 sets , y a 2 saques consecutivos para cada jugador en lugar de 5. Todo esto conformó el sistema de juego que es vigente.



Figura 1.3: Marcador

A continuación, para mejor comprensión del deporte que estaremos analizando de aquí en adelante, introduciremos de manera formal las reglas del juego.

Considere la siguiente situación, 2 jugadores referidos como jugador A y B, juegan una secuencia de rallies después de la cual, cualquiera de los 2 jugadores se declara ganador. Todo rally inicia con el servidor, el otro jugador, entonces, será llamado receptor, y un punto es marcado para el ganador después de cada rally. Los jugadores continúan compitiendo hasta que se declara el ganador del match, donde cada match se compone de tantos

sets como lo marque el Sistema de Puntuación (m, n, G)[20].

Se define a continuación el Sistema de Puntuación(m, n, G):

- (i) Un set consiste de una secuencia de rallies independientes; el ganador de un set es el primer jugador en marcar n puntos o en caso de que se empate en n-1, el primer jugador en conseguir una diferencia de dos puntos después del empate.
- (ii) Un match consiste en una secuencia de sets independientes, donde el ganador de un match es el primer jugador en conseguir ganar G sets.
- (iii) El servidor en el primer rally del primer set será elegido al azar, lanzando una moneda; si $G \geq 2$, el derecho de servir en el primer rally de cada set subsecuente se alterna entre los oponentes.
- (iv) Dentro de un set, el derecho de servir cambia entre los oponentes después de una secuencia de m rallies consecutivos de el servidor hasta que se haya declarado al ganador del set o cuando se haya alcanzado un empate en (n-1, n-1).
- (v) Después del empate en (n-1,n-1), el derecho de servir alternará después de cada rally.

1.3. Elementos del Tenis de Mesa

1.3.1. El Servicio

En el libro *Tips For a World Champion*, Werner Schlager, campeón del mundo en el año 2003 dijo :

"El servicio es el golpe más importante en un partido de tenis de mesa" [2].

El juego se abre con un servicio (vea Figura 1.4). Es el único golpe técnico que es jugado sin influencia del oponente. Ninguna técnica es tan variada en rotación, velocidad y colocación. Un mal servicio, comunmente está seguido por la pérdida del punto; de la misma forma, un buen servicio, variado y bien planeado, facilita ganar el punto.



Figura 1.4: Servicio en el Tenis de Mesa

El poner demasiada atención en desarrollar un único servicio, también

propicia que este sea analizado más y mejor por el oponente, de aquí que pierda efectividad. Los jugadores profesionales deben pensar constantemente en nuevas variedades en el servicio. La atención que se le da al entrenamiento del servicio debe ser directamente proporcional al nivel competitivo que se desea alcanzar.

El servicio en el tenis de mesa es el único tiro estrechamente relacionado a la estrategia del jugador, mientras que la calidad del servicio representa un factor crucial que influye en el resultado del partido. Los elementos esenciales en los servicios exitosos son la combinación de la velocidad y el efecto impreso en la bola (vea Figura 1.5), y la profundidad de la bola en el servicio (vea Figura 1.6)



Figura 1.5: Efectos Impresos en la Bola

El poseer buenos servicios, con combinacionaes adecuadas de efecto y profundidad, ofrece al jugador la ventaja para ejecutar una tercera bola relacionada con la estrategia que se planteó al inicio del juego, y así se le facilite marcar un punto. Análogamente, un servicio poco preparado o con poca calidad técnica o táctica, podría dar una ventaja al oponente para convertir la recepción en un tiro ganador [5].

El estudio realizado por M. Katsikadelis, T. Pilianidis y N. Matzouranis, y presentado en el 13th Congreso de la ITTF, mostró que después de analizar los partidos de las finales en los juegos olímpicos de Londres 2012, se tenían las siguientes conclusiones:

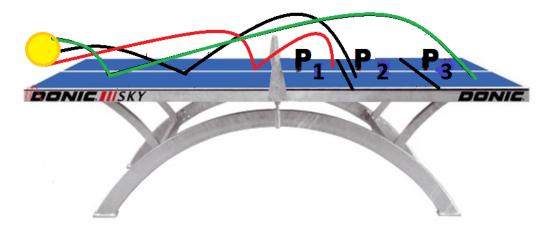


Figura 1.6: Profundidad en el Servicio

"Se observa una fuerte correlación entre 'el juego ganado' y 'puntos ganados en el servicio' y por esta razón, los jugadores que ganan puntos usando su servicio, tienen más oportunidades de ganar el partido".

A través del uso del coeficiente de Pearson se presentó que los puntos ganados desde el servicio están significativamente relacionados con el desempeño final en ambas ramas, varonil $(r=0.98,\,p<0.001)$ y femenil $(r=0.97,\,p<0.001)$. Entre los parámetros de servicio evaluados, la más alta correlación se observó entre "partido ganado" y "los puntos ganados desde servicio" en ambas ramas, varonil $(r=0.98,\,p<0.001)$ y femenil $(r=0.96,\,p<0.001)$ Las intercorrelaciones de los parámetros de juego en relación con las variables de servicio evaluadas, se muestran en la Tabla 1.2.

"Más aún, los jugadores que ganan puntos desde el servicio, ganan más partidos" [5]. El análisis cuantitativo de los puntos ganados, cuando los jugadores sirvieron, osciló entre $62\,\%$ y $67\,\%$ tanto en hombres como en mujeres medallistas durante las competencias de individuales.

Tabla 1.2: Matriz de Correlación de los Parámetros de Juego en Relación con las Variables de Servicio

	Game played	Game won	Serve won points	Serve lost points	Opponent serve won	Opponent serve los
Game played	1	0.96**	0.97**	0.93**	0.96**	0.96**
Game won	0.96**	1	0.97**	0.84**	0.95**	0.90**
Serve won points	0.98**	0.97**	1	0.85**	0.93**	0.96**
Serve lost points	0.93**	0.84**	0.85**	1	0.94**	0.89**
Opponent's serve won	0.96**	0.95**	0.93**	0.94**	1	0.89**
Opponent's serve lost	0.96**	0.90**	0.96**	0.89**	0.89**	1

^{**} p < 0.01

1.3.2. La Recepción

Este elemento técnico es tan importante como el servicio mismo, pues, una lectura correcta de la rotación y la velocidad, así como de la anticipación ante la colocación del servicio, le permite al receptor forzar al jugador que ejecuta el servicio a jugar un rol pasivo. Werner Schlager, quien fuera número uno del ranking mundial menciona: "Una mala devolución del servicio aumenta la presión para ganar los puntos cuando estás sirviendo. El entrenamiento de ambos aspectos debe realizarse con la misma intensidad" [2].

En uno de los estudios presentados en el 13th ITTF Sports Science Congress, realizado a algunos de los mejores jugadores del top 10 mundial, se determinó que estos reciben con drive de derecha en 2/3 partes de la zona de derecha en la mesa, cuando el oponente sirve muy abierto, para obtener una ventaja y conectar con el siguiente tiro. Por otro lado, las estadísticas

de recepción de Zhang Jike, han arrojado que él procede de forma distinta a los demás, realizando un backhand side-twisted. Además, el rango promedio de éxito de este tiro es más alto que para la recepción de drive de derecha, dándole una ventaja al revés durante todo el juego.



Figura 1.7: Recepción Backhand Side-Twisted de Zhang Jike

Con mayor frecuencia, Zhang Jike regresa los servicios con el backhand side-twisted (vea Figura 1.7) y lo coloca en las 2/3 partes del lado derecho de la zona de su oponente. Zhang Jike tiene un 11 % más de rango de éxitos con esta recepción [4].

1.3.3. El Trabajo de Piernas o Footwork

El ejecutar las técnicas de servicio, recepción y golpeo; o tener en mente ejecutar cierto sistema de juego, trabaja en conjunto con el footwork. Un footwork apropiado permite al atleta moverse rápidamente en la dirección de la bola, y de esta forma ejecutar el mejor golpe pobible (vea Figura 1.8). De acuerdo con la información proporcionada por el trabajo de piernas, se pueden definir: tipo de movimiento, dirección del movimiento y posición del jugador respecto de la mesa.



Figura 1.8: Footwork o Movimiento de Piernas (in-out)

El análisis que se le realizó a la final individual de los juegos olímpicos de Beijing 2008, entre Wang Hao y Ma Lin mostró que el movimiento de piernas más recurrente para realizar las recepciones es aquel compuesto por un sólo paso (Wang Hao 30 % y Ma Lin 29 %). Wang Hao realiza pivote con una

frecuencia de 17%, mientras que Ma Lin usa este con frecuencia de 14%. Se han realizado contínuas comparaciones entre las características técnicas de los dos atletas a través de la relación entre movimiento de piernas y tipos de golpe [21].

1.3.4. La Tercera Bola

En realidad se trata de la segunda bola ejecutada por uno de los jugadores después de haber realizado el servicio. En este turno se desea tomar la iniciativa buscando ejecutar la estrategia planteada y lograr ganar el punto. La tercera bola está precedida por la recepción del oponente. De aquí que, al realizar el servicio se busque anular en medida de lo posible un ataque fuerte en la recepción. Una de las posibles formas para lograr este objetivo está determinada por el dominio de la técnica para la colocación de la tercera bola en las 3 zonas perpendiculares a la red; FH: Forehand o zona de derecha, M: Zona media o de transición y BH: Backhand o zona de revés (Figura 1.9).



Figura 1.9: Zonas para la Colocación de la Tercera Bola

Si se ejecutan servicios largos, las devoluciones podrían ser tan variadas, que generarán tantas posibilidades defensivas como ofensivas, a la hora de ejecutar la tercera bola.

Un jugador ofensivo buscará servicios cortos, para devoluciones mayormente pasivas, para ejecutar un flip, drive, o remate; que son tiros de ataque. El juego corto es un tipo de juego de espera, de iniciativa del rival o la propia, para ejecutar un golpe fuerte; este aspecto específico del juego se trabaja y perfecciona en el entrenamiento.

El entrenamiento de la tercera bola se encuentra en la categoría del trabajo de los esquemas de juego; esto último se explicará un poco en la sección sistemas de juego.

1.3.5. Los Sistemas de Juego

Es desde el momento en que el rival realiza la devolución y le da paso a la tercera bola del servidor, que los sistemas de juego comienzan su participación; esta se vuelve constante hasta el final del partido. Estos sistemas se describen como combinación de esquemas de juego (vea Apéndice C), que a su vez son secuencias de golpes técnicos con el objetivo de marcar puntos. Los sistemas de juego definen al jugador y caracterizan sus habilidades.

Primero se deben aprender a ejecutar todas las técnicas o golpes del tenis de mesa de manera conveniente y después a enlazarlos desde el servicio, pasando por la tercera bola y culminando en ganar el punto.

Respecto de la circunstancia en la que se coloca el jugador al ejecutar el golpeo de la tercera bola, se define: o Ventaja (AD), No ventaja (NAd), y Desventaja (DisAd). La secuencia de los tiros y la relación del servicio con el siguiente golpe y la circunstancia que generan, captarán mucha atención en este trabajo [7].

Los entrenadores especialistas del deporte indican que, debe ponerse especial atención en los movimientos que se realizan dentro de la mesa. Desde el servicio, y continuando con los principales tiros, la colocación de las bolas y el movimiento de piernas, pues es ahí donde está concentrada la principal información para ganar un punto y un partido entero.

1.4. Análisis de Rendimiento y Desempeño Deportivo en el Tenis de Mesa

Es muy importante saber que, cuando analizamos datos de disciplinas deportivas, los resultados de un juego, u otro evento deportivo, estos no dependen únicamente de las habilidades del participante, sino también de la suerte y de la aleatoriedad, y separar la contribución de las habilidades, de la aleatoriedad, no siempre resulta fácil. Una segunda dificultad en el análisis de bases de datos deportivas es que un evento deportivo es un tipo de estudio observacional, un estudio en el cuál los aspectos importantes no estan bajo control del analista [14].

A partir de aplicar las reglas del juego, serán múltiples las condiciones que propician o no, el resultado del partido; resulta complejo determinarlas únicamente con la simple observación del juego en tiempo real, dadas las limitaciónes propias del observador. "La creación de sistemas de observación que posibiliten la realización de una valoración objetiva de lo que sucede durante la competición, nos permite tomar decisiones adecuadas para optimizar los procesos de entrenamiento y por ende mejorar el rendimiento" [13].

Para poder entender cuán importante sería tener dominio del servicio, la devolución, y las técnicas de golpeo y footwork, no se puede dejar de lado mencionar que el desempeño será exitoso o no, en medida que el jugador tenga bajo control el tipo de error que se permite cometer. Se distinguen tres tipos de error durante la disputa de algún punto: error forzado, error táctico, y error no forzado. Este último es de primordial interés, pues es el único tipo de error que no percibe la influencia del oponente. Un error no forzado refleja, entre otras cosas, las carencias técnicas del jugador que los comete. El jugador deberá entrenar con el propósito de disminuir lo máximo posible el error no forzado, en función de los objetivos correspondientes a la competencia.

El ejecutar las técnicas de servicio, recepción y golpeo, o tener en mente ejecutar cierto sistema de juego, no tendría muchos efectos positivos, si se ignora algo tan fundamental como el *footwork*. Un *footwork* apropiado permite al atleta moverse rápidamente en la dirección de la bola, y de esta forma ejecutar el mejor golpe. De acuerdo con la información proporcionada por el trabajo de piernas, se pueden definir: tipo de movimiento, dirección del movimiento y posición del jugador respecto de la mesa.

Todo lo que se ha mencionado previamente, corresponde al análisis técnico y táctico que se debe realizar a cada momento del partido, para poder ofrecer una retroalimentación certera. Tanto el análisis técnico como táctico, y la aplicación de estos en búsqueda de los mejores resultados en competencia, conforman lo que llamaremos Anáilsis de Rendimiento.

El análisis de rendimiento es de uso reciente en nuestro país. Paises como China, Japón y Corea del Sur llevan ya varios años utilizando técnicas de análisis que comprenden soportes estadísticos y otras herramientas, para mejorar el desempeño de sus atletas de tenis de mesa. Un estudio del desempeño de los jugadores de tenis de mesa durante los juegos olímpicos de Londres 2012 [5], realizado por la Universidad de Thrace de Grecia en 2013 y presentado en el 13th Sport Science Congress mostró la presencia de interacción entre los servicios y el partido ganador; mostró que los tiros y el footwork tienen relación con la eficiencia del jugador. Las habilidades técnicas de este tipo son muy importantes y se debe remarcar la importancia de estudiarlas, entrenarlas y desarrollarlas con el objeto de obtener el mejor desempeño [6].

Los análisis técnicos y tácticos son implementados constantemente en atletas de élite en China y en Europa. Los resultados actuales destacan la importancia de tres acciones realizadas al inicio del rally: el servicio, la recepción y el ataque combinado con el uso del trabajo de piernas.

El análisis del efecto en la recepción del campeón chino Zhang Jike (vea Figura 1.7) durante los juegos olímpicos de Londres 2012, muestra que tiene 11 % más éxito en sus recepciones con revés (backhand twisted), que con drive de derecha dentro de 2/3 de la mitad derecha de la mesa (vea Figura1.4), lo que muestra gran consistencia al usar la técnica en las recepciones dentro de estos límites. [4].

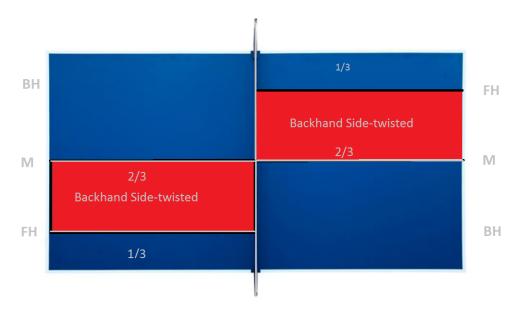


Figura 1.10: Zona de Recepción de Zhang Jike con Backhand Side-Twisted

Diversos estudios estadísticos en atletas europeos de clase mundial muestran que los golpes mayormente usados son, en primer lugar, el drive y en segundo lugar el servicio, por ser el golpe que abre o inicia el rally (vea Apéndice A). El tercero más usado es el topspin contra topspin. El servicio de derecha (vea Figura 1.11) es usado en un 95 % y los tiros de derecha prevalecen en un 56 %. La distribución del trabajo de piernas en atletas de clase mundial se reporta como sigue: el movimiento más usado es el one step en 32 %, el pivote en 13 %, el crossover en 10 % y el side to side en 24 % [8],[5].

Al día de hoy China es, sin duda, el rival a vencer. De acuerdo con el ranking de la Federación Internacional de Tenis de Mesa (ITTF) del mes de diciembre 2018 [15], los primeros 4 jugadores son chinos, además de tener 10 atletas ubicados entre los mejores 50 del mundo. En segundo lugar se coloca Japón, con 6 jugadores en el top 50.



Figura 1.11: Posición de Preparación para el Servicio de Derecha o Forehand

Los óptimos resultados en paises de élite como Japón, China, y Alemania, por mencionar las principales potencias, están precedidos por toda una cultura que involucra el constante uso de las múltiples tecnologías, como análisis biomecánicos, psicológicos, y el análisis de desempeño de los equipos nacionales. Esto se hace siempre con el objetivo de mantener actualizados los entrenamientos, para ser altamente competitivos durante los torneos de mayor importancia, como los juegos olímpicos y los campeonatos mundiales.

Toda esta información sobre rendimiento competitivo es de gran importancia para el tenis de mesa de la actualidad, pues tiene aplicaciones tanto en análisis en tiempo real, como después del partido. Conocer cómo los atletas de élite distribuyen sus servicios, sus tiros, los resultados de los tiros, así como las relaciones entre estas variables, resulta de interés para los entrenadores, jugadores y analistas que buscan mejores resultados en competencia y desean llevar el tenis de mesa a un mejor nivel [8].

CAPÍTULO 2

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La mejora competitiva de los atletas de tenis de mesa en México, es un problema que se puede abordar desde diferentes áreas del conocimiento; la psicología, la biomecánica, la nutrición y el análisis de rendimiento deportivo, por mencionar algunas. El Análisis del Rendimiento servirá para enfocar este proyecto de investigación, que específicamente utilizará la observación de los primeros tres intercambios, por ser fundamentalmente importantes en el desarrollo de la estrategia que se planteará a lo largo del punto [10]. Los partidos de tenis de mesa del campeón nacional mexicano y los partidos del jugador internacional de alto nivel se tomarán como punto de partida.

En la actualidad y desde que el tenis de mesa en México ha tomado un carácter más competitvo, la mejora del rendimiento de los atletas nacionales en una competencia se ha basado principalmente en el conocimiento empírico y la experiencia, combinados con los conocimientos del entrenador a cargo. Pero, cuando se desea hablar de precisión en la evaluación, las propias limitaciones sensoriales del sistema de captación de la información humano, hacen que puedan quedar lagunas en estos procesos de observación y que, por lo tanto, la intervención sobre los mismos pueda estar sesgada e incompleta. Estos obstáculos y la importancia del feedback que se les da a los deportistas, hacen que el estudio observacional cobre un valor fundamental, ya que permite registrar el rendimiento de una forma objetiva, cuantificando los eventos críticos consistentemente y de una forma confiable, además de permitir que el feedback, ya sea cuantitativo o cualitativo, sea preciso y objetivo. [9].

Es natural que el entrenador despierte inquietudes sobre cómo mejorar entonces el desempeño de sus atletas. Este se pregunta, ¿Cómo se puede mejorar las técnicas de ejecución en las aperturas del punto, es decir, en los tres primeros intercambios de los jugadores mexicanos?, ¿Qué hacen los jugadores de alto nivel para poder lograr ser altamente competitivos?, y ¿Cómo se relacionan los elementos técnicos que realiza el jugador mexicano al inicio del rally, con la situación en la que se coloca hacia el cierre del rally?, entre otras.

Esto nos lleva a formular las siguientes preguntas de investigación.

2.1. La Pregunta de investigación

Las siguientes preguntas son de principal interés para este trabajo:

¿Cuáles son las diferencias entre el desempeño técnico-táctico del campeón nacional de tenis de mesa en México, al ser comparado con el desempeño del jugador internacional?.

¿Qué relación existe entre el resultado de la jugada, el servicio y la recepción del oponente?.

¿Qué nivel de asociación estadística mantienen las variables del juego, recepción del oponente(ROP), resultado de la jugada(RST1) y la situación de vulnerabilidad en la que se colocan, tanto el jugador mexicano, como el jugador internacional, justo en el momento de terminar el golpeo de la tercera bola (CIRC)?.

2.2. Objetivo General

El principal objetivo de este trabajo de investigación es determinar la existencia de evidencia estadística, de la relación entre el resultado de la jugada y los aspectos técnico-tácticos seleccionados, en los partidos observados.

Hay muchos aspectos a considerar cuando de rendimiento deportivo se habla. En este estudio, el objetivo es analizar los partidos de tenis de mesa, y observar elementos presentes en el juego como el servicio, la recepción, la circunstancia de la tercera bola, el resultado, el tiempo de duración del rally, y el número de intercambios; sin considerar variables como, movimiento de piernas, velocidad y trayectoria de la bola, altura y peso del jugador, edad, género, fuerza de impacto, revoluciones por minuto de la pelota, tiempo de reacción, entre otras.

2.2.1. Objetivos Específicos

- Buscar entre las técnicas estadísticas, aquellas que mejor se adapten al tipo de variables que se usan en este trabajo.
- 2. Conocer los modelos estadísticos que han servido para resolver problemas concretos del análisis del rendimiento, aplicados al tenis de mesa.
- 3. Seleccionar las variables de interés para el partido de tenis de mesa.
- 4. Definir la taxonomía para la codificación de las variables categóricas.
- Llevar a cabo la recolección de los datos, a partir de los videos observados.
- 6. Aplicar el análisis estadístico a la base de datos extraída para determinar cómo se relacionan entre sí las variables involucradas en el desarrollo de la etapa temprana del rally y determinar si estas presentan dependencia en el juego, además de medir la fuerza de asociación entre aquellas que sí la presenten.

2.3. Justificación

En regiones del mundo como Europa y Ásia, se pueden encontrar algunos estudios sobre rendimiento de atletas de tenis de mesa, que involucran el análisis estadístico en sus estudios. Sin embargo, hasta el momento no existen registros o estudios en la página de la FEMETEME o en la página de CONADE de estudios similares que integren el uso de la estadística como una alternativa para detectar los elementos que efectivamente están participando al principio de la jugada, y que afectan a los atletas en competencia.

Este estudio aplicado a los atletas de tenis de mesa en México, podría impactar de forma positiva en el desarrollo de este deporte, sirviendo como un punto de partida, tanto en el uso de los registros de los partidos, como en la incursión al campo del análisis del rendimiento, que permita eficientar los entrenamientos, y conseguir mejores resultados en competencia.

CAPÍTULO 3

MARCO CONCEPTUAL

Este capítulo muestra la teoría que le da base y soporte a nuestra investigación. Comienza describiendo los enfoques metodológicos que han sido combinados entre sí, atendiendo a las necesidades de la investigación científica, y se menciona la importancia de la modelación estadística. Después se desarrollan algunos de los elementos teóricos de probabilidad y de estadística que servirán para el tratamiento adecuado según la naturaleza de las variables involucradas en el estudio.

3.1. Metodología de la Investigación

Cuando se va a resolver un problema utilizando el método científico, es importante tener un conocimiento detallado de los posibles tipos de investigación que se pueden seguir. Este conocimiento hace posible evitar equivocaciones en la elección del método adecuado para un procedimiento específico.

Los tipos de investigación difícilmente se presentan puros; generalmente se combinan entre sí y obedecen sistemáticamente a las necesidades de la investigación.

3.1.1. Investigación Multimodal o de Tipo Mixto

En este enfoque de investigación, tanto el enfoque cualitativo, como el enfoque cuantitativo emplean procesos cuidadosos, sistemáticos y empíricos en su esfuerzo por generar conocimiento [3]:

- Llevan a cabo observación y evaluación de fenómenos.
- Establecen suposiciones o ideas como consecuencia de la observación y evaluación realizadas.
- Demuestran el grado en que las suposiciones o ideas tienen fundamento.
- Revisan tales suposiciones o ideas sobre la base de las pruebas o el análisis.
- Proponen nuevas observaciones y evaluaciones para esclarecer, modificar y fundamentar las suposiciones e ideas; o incluso generar nuevas.

Enfoque Cuantitativo

- El investigador:
- a) Plantea un problema delimitado y concreto. Sus preguntas de investigación rondan cuestiones específicas.
- b) Una vez que ha planteado el problema de estudio, revisa lo que se ha investigado anteriormente (revisión de la literatura).
- c) Construye, a partir de todo lo anterior, un marco teórico (la teoría que guía al estudio).
- d) De esta teoría establece hipótesis que deberá probar
- e) Somete a pruebas las hipótesis. Al apoyar la hipótesis, se genera confianza en la teoría que la sustenta. Si no es así, se descartan las hipótesis, y eventualmente, la teoría.
- f) Recolecta datos numéricos de los objetos, fenómenos o participantes, que estudia y analiza mediante procedimientos estadísticos.
 - De todo este conjunto de pasos se derivan:
- La hipótesis: Se genera antes de recolectar y analizar los datos.
- La recolección de datos se fundamenta en la medición. Esta recolección o medición utiliza procedimientos estandarizados y aceptados por la comunidad científica. Siempre debe demostrarse que se siguieron tales procedimientos.
- Como los datos son producto de las mediciones y se presentan en números, se debe analizar a través de métodos estadísticos.

- En el proceso se busca el máximo control, para evitar que otras posibles explicaciones opuestas al estudio de hipótesis, sean desechadas y se excluya la incentidumbre y se minimice el error.
- El análisis cuantitativo fragmenta los datos en partes para responder el planteamiento del problema.
- Los fenómenos que se observan no deben ser afectados de ninguna forma por el investigador. El investigador debe procurar en todo momento, ser objetivo.
- Los estudios de este tipo siguen un patrón estructurado; las decisiones críticas son efectuados antes de recolectar los datos.
- Se pretende generalizar los resultados encontrados en un grupo muestral a toda la población. Los estudios deben poder replicarse.
- Al final, se pretende explicar los fenómenos investigados. La meta es construir y demostrar teorías que explican y predicen.
- Si el proceso es riguroso, las conclusiones derivadas contribuirán a la generación de conocimiento.
- En este enfoque se utiliza el razonamiento deductivo.

Enfoque Cualitativo

El investigador plantea un problema, pero no sigue un proceso claramente definido. Sus planteamientos no son tan específicos como en el enfoque cuantitativo.

- Se utiliza primero para descubrir y refinar preguntas de investigación.
- El investigador comienza examinando el mundo social y este proceso desarrolla una teoría coherente con lo que observa que ocurre (teoría fundamentada). Las investigaciones cualitativas se fundamentan más en un proceso inductivo (explorar y describir, y luego generar perspectivas teóricas).
- En la mayotía de estudios cualitativos, no se prueban hipótesis, estas se generan durante el proceso y van refinándose conforme se recaban más datos, o son un resultado del estudio.

3.1.2. Investigación Descriptiva

Este tipo de investigación comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o procesos de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre cómo una persona, grupo u objeto se conduce o funciona en el presente.

Investigación Ex Post Facto

Es en el cual el investigador parte de acontecimientos ya realizados; por tanto, sus datos tienen fundamento en hechos cumplidos, y de ahí su nombre [16].

Es apropiado utilizarlo cuando se desea establecer la relación de los fenómenos ya ocurridos y es necesario determinar los factores que intervinieron para que éstos acontecieran, para lo cual el investigador forma una o más variables a observar, y a partir de una retrospección en el tiempo trata de esclarecer sus relaciones y significado.

La tarea de quién realiza una investigación de este tipo se divide en las siguientes fases:

- Descripción del problema.
- Definición y formulación de hipótesis.
- Supuestos en que se basan las hipótesis.
- Marco Conceptual.
- Selección de técnicas de recolección de datos.
 - a) Población.
 - b) Muestra.
- Categorías de datos, a fin de facilitar el tratamiento.
- Descripción, análisis e interpretación de datos.

Existen diversos tipos de estudios descriptivos, dentro de los que se incluyen los siguientes:

- Estudio de Caso: Estos son productivos pues se estudia intensivamente un sujetos o situaciones que resultan relevantes para el contexto de la investigación. Se caracteriza por:
 - a) Comprender a profundidad lo estudiado.

- b) La posibilidad de planear, a futuro, investigaciones que incluyan teorías más robustas
- Estudios de correlación: Estos determinan la medida en que dos o más variables se relacionan entre sí.

3.1.3. Procesamiento de la Información

Una vez recopilados todos los datos por los instrumentoos diseñados psrs este fin es necesario provesarlos, es decir, darles un tratamiento estadístico, ya que la cuantificación y todos los procesos de análisis nos permitirán llegar a conclusiones en relación con las hipótesis planteadas [16]

Todos los datos y la información obtenidos son finalmente representaciones usadas para propósitos de comunicación. La abstracción se usa para representar la información importante de interés excluyendo detalles triviales no requeridos para la comprensión o la toma de decisiones. Un simple conteo de los pases que un jugador de futbol americano ha hecho en un juego, es información sobre el desempeño de un atleta durante el juego. Esto evita introducirse en detalles sobre aspectos mecánicos en los pases que pueden no ser requeridos para ganar suficiente comprensión de la participación del jugador [14].

Las ecuaciones son una forma de abstracción. En análisis de desempeño deportivo, hechos numéricos y categóricos son usados juntos con información más compleja en video. Los métodos de análisis usan datos para esbozar conclusiones y tomar decisiones. El reto de usar estos métodos, radica en saber que los mensajes extraídos de los datos no son siempre muy claros, y

frecuentemente es necesario filtrarlos para poder apreciar las relaciones entre los datos.

Los datos de entrada son procesados para producir información de salida resumida usada en la toma decisiones en contextos prácticos, así como para conseguir conclusiones en investigaciones académicas.

Las variables suelen representar diferentes aspectos del desempeño deportivo y los datos son medidos en niveles distintos con la información brindada por los partidos de interés. Estos datos dan información del tipo de evento, equipo o jugador en ejecución, lugar del evento, resultados del evento y momento en el que el evento tuvo lugar.

El estado más importante del manejo de los datos radica en la determinación de la pregunta que será contestada por el análisis. Este es el propósito del análisis y guía tanto a la recolección de datos como al proceso de análisis. La información del desempeño deportivo puede ser analizada usando estadística elemental de la misma forma en que se hace para otras áreas. La estadística descriptiva puede ser utilizada con una aproximación cuantitativa para determinar distintas mediciones para variables de rendimiento, tales como promedio y mediana, también la variabilidad de las muestras sobre esos promedios usando desviación estandar, rangos o rangos intercuartiles. Las relaciones entre las variables numéricas de desempeño pueden ser determinadas usando técnicas de correlación [14].

Dado el énfasis en el análisis de datos, los temas sobre metodología estadística deben ser vastos, afortunadamente, existen algunos conceptos centrales y métodos básicos que pueden ayudarnos en la comprensión de los datos y los procesos para generarlos.

3.1.4. Modelación Estadística

Los modelos estadísticos han sido ampliamente utilizados en las aplicaciones, para resolver los problemas concretos en diferentes áreas científicas.

Un modelo matemático, de manera muy genérica, puede concebirse como un constructor mental con el que se intenta estudiar y entender de mejor forma un fenómeno en el que subyace una relación causa-efecto del tipo $X \to Y$. El modelo estadístico es un concepto clave para definir y entender muchos procesos de inferencia estadística. Este se plantea considerando la medición de una variable explicativa, sobre una unidad de estudio u_i que produce una observación $y_i = Y(u_i)$.

Hay muchos tipos de análisis de datos incluyendo procesos de análisis estadísticos clasificados, desde estadística descriptiva elemental y estadística inferencial, hasta métodos predictivos de modelación multivariados; técnicas no paramétricas son usadas en la investigación del análisis del desempeño deportivo debido a que, las variables de desempeño en deportes frecuentemente violan las suposiciones de los procedimientos paramétricos más poderosos [11].

El enfoque multidisciplinario promueve el desarrollo de esta perspectiva de la metodología estadística.

3.2. Análisis Estadístico

El tratamiento de los datos que se recolectaron para este estudio, requiere del conocimiento de conceptos de probabilidad y estadística vertidos a continuación, pues estos validan los procedimientos.

3.2.1. Variables Aleatorias

Definición 3.0.1. Sea S un espacio muestral sobre el que se encuentra definida una función de probabilidad. Sea X una función de valor real definida sobre S, de manera que transforme todos los resultados de S en puntos sobre la recta de los reales. Se dice entonces que X es una variable aleatoria.

Definición 3.0.2. Se dice que una variable aleatoria X es discreta si el número de valores que puede tomar es contable (ya sea finito o infinito), y si estos pueden arreglarse en una secuencia que corresponde con los enteros positivos.

Definición 3.0.3. Se dice que una variable aleatoria X es continua si sus valores consisten en uno o más intervalos de la recta de los reales.

Definición 3.0.4. El valor esperado de una variable aleatoria X es el promedio o valor medio de X y esta dado por:

$$E(X) = \sum_{x} xp(x)$$
 si X es discreta

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx$$
 si X es continua.

en donde p(x) y f(x) son las funciones de masa de probabilidad y de densidad de probabilidad, respectivamente.

En contexto, la esperanza o valor esperado representa, en esencia, la ganancia promedio que un jugador está dispuesto a conseguir o a dejar ir después de un número muy grande de apuestas.

3.2.2. Muestras

A la estadística conciernen, principalmente, las conclusiones y predicciones resultantes de productos del azar que ocurren en experimentos o investigaciones planeados con sumo cuidado. En el caso finito, estos resultados del azar constituyen un subconjunto, o muestra, de mediciones u observaciones tomadas de un conjunto mayor de valores llamado población. El caso continuo suelen ser valores de variables aleatorias distribuidas en forma idéntica, cuya distribución denominamos distribución de la población o población infinita muestreada.

Como puede imaginarse, no todas las muestras se prestan a generalizaciones válidas acerca de poblaciones de las cuales provinieron. De hecho, la mayoría de los métodos de inferencia se basarán en la suposición de que se está tratando con muestras aleatorias. En la práctica, a menudo tratamos con muestras aleatorias de poblaciones finitas, pero lo suficientemente grandes para tratarlas como si fueran infinitas; a continuación se define la muestra aleatoria de poblaciones finitas.

Definición 3.0.5. Si $x_1, x_2, ..., x_n$ variables aleatorias independientes e identicamente distribuidas, decimos que constituyen una muestra aleatoria de la población infinita dada por su distribución común.

Existen diferentes tipos de muestreo:

Muestra aleatoria: Muestra tomada al azar y sobre la cuál se puede realizar inferencia.

Muestras de Conveniencia: Se obtienen de manera fácil y sin selección aleatoria.

Muestras de Juicio: En este tipo de muestreo, quien realiza la toma de la muestra decidirá quién estará o no en el estudio.

Teorema 3.1. Si $x_1, x_2, ...$ y x_n constituyen una muestra aleatoria de una población infinita que tiene media μ y varianza σ^2 , entonces

$$E\left(\overline{x}\right) = \mu \ y \ Var\left(\overline{x}\right) = \frac{\sigma^2}{n}$$

Se acostumbra escribir $E(\overline{x})$ como $\mu_{\overline{x}}$, $var(\overline{x})$ como $\sigma_{\overline{x}^2}$ y denominar a $\sigma_{\overline{x}}$ error estándar de la media. La fórmula del error estándar de la media, $\sigma_{\overline{x}} = \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$, demuestra que la desviación estándar de la distribución de \overline{x} disminuye cuando n, el tamaño muestral, se incrementa. Esto significa que cuando n se hace mayor, en realidad se van obteniendo los valores de más variables aleatorias, así, podemos esperar que los valores de \overline{X} estén más próximos a μ , la cantidad que se intenta estimar, tenemos los valores de más variables aleatorias, podemos esperar que los valores de \overline{x} , estén más próximos a μ , la cantidad que intentan estimar.

3.2.3. Escalas de Medición

Las escalas de medición son interesantes en el análisis de desempeño deportivo. Las cuatro escalas de medición más conocidas de este tipo son, nominal, ordinal, intervalo y escalas de razón. En el análisis deportivo tenemos variables que representan diferentes lugares dentro del área de juego. En las observaciones para los partidos de tenis de mesa se consideran 3 áreas para la colocación de la tercera bola y 3 zonas para la profundidad del servicio, como se muestra en la Figura 1.6 y la Figura 1.9.

Una propiedad importante en una variable es el conjunto de valores que puede tomar, llamado escala de medición. Se reconocen cuatro tipos de escalas: nominal, ordinal por intervalo, y por razón.

- 1. Nominal: Se utiliza como medida de identificación. Los números son etiquetas que identifican particularidades o clases. Las estadísticas simples se realizan con datos nominales. Ejemplo 1. Una variable nominal es el resultado de la jugada en un punto disputado durante un partido de tenis de mesa, la cual es usada para clasificar los puntos ganados y los puntos perdidos en dos grupos diferentes. Ejemplo 2. La profundidad en el servicio al inicio del rally.
- 2. Ordinal: Si en una medición se emplea una escala ordinal, los números reflejan el orden de las personas u objetos. Las medidas ordinales se disponen de mayor a menor o viceversa; y revelan una propiedad comparable entre ellas.

Ejemplo 1. Si estamos clasificando la circunstancia en la que se co-

loca el jugador en la ejecución de la tercera bola, basándonos en la circunstancia de la tercera bola, algunos resultados son más deseables que otros. Podemos, por ejemplo obtener 3 tipos de resultados: desventaja, no ventaja y ventaja. Asumiremos que ellos son mutuamente excluyentes, colocarse en ventaja es un resultado más deseable que una circunstancia neutral o de no ventaja, el cual a su vez es más deseable que una circunstancia de desventaja. Todo esto nos indica que, el tipo de circunstancia de la tercera bola es una variable ordinal.

- 3. Intervalo/ Escala: La escala por intervalos proporciona números que reflejan las diferencias entre particularidades. En las escalas por intervalos las unidades de medida son iguales. Ejemplo 1. Una particularidad entre dos personas, como qué tantas veces mayor o menor, más alta o más baja, etc.
- 4. Razón: Cuando una escala tiene todas las características de una escala de intervalo y además existe un punto cero real en su origen, se llama escala de razón. El cero absoluto o natural representa la nulidad de lo que se estudia. Ejemplo1. El conjunto: N ∪ {0}.

Una variable con una escala que consta de números será una variable cuantitativa. Como sea, no todas las variables son numéricas naturalmente. Por ejemplo, si nuestros sujetos son los jugadores de tenis de mesa de Mexico que aparecen en el ranking nacional 2017 y nuestra variable es la forma en la cual el jugador realiza sus golpes, entonces el conjunto de todos los posibles valores es; zurdo (L) y derecho(R). Así, esta variable es una variable de tipo cualitativo o categórico. [14].

No todos los datos usados en la toma de decisiones son numéricos, como las variables categóricas medidas en escalas nominal u ordinal.

Las variables no están clasificadas únicamente de acuerdo con su escala de medición sino también por su rol dentro del estudio, como independientes o dependientes. Cuando una variable X está hipotéticamente ejerciendo influencia sobre una variable Y, se dice que X es una variable independiente, mientras que Y se refiere a una variable dependiente. Algunos estudios pueden tener distintas variables dependientes. A menudo se comete el error de pensar que las variables categóricas deben ser variables independientes. Pues bien, este no siempre es el caso; si suponemos que una variable categórica como un lugar (una casa, un gimnasio, etc.) influye en el desempeño de variables, entonces la variable "lugar" es, de hecho, la variable independiente. Si, por otro lado, estamos investigando el impacto de la distancia viajada sobre el resultado (ganar, empatar, perder), entonces la distancia viajada es la variable independiente, incluso cuando esta es una variable de tipo numérico.

3.2.4. Estimadores y Parámetros

Uno de los conceptos más importantes en la inferencia estadística es la noción de una distribución de muestreo de un estasdístico. Por esto, es importante definir un parámetro de población.

Definición 3.1.1. Un parámetro es una caracterización numérica de la distribución de la población de manera que describe, parcial o completamente, la función de densidad de probabilidad de la característica de interés.

Debe notarse que desde un punto de vista clásico, un parámetro se considera como una constante fija cuyo valor se desconoce. Desde una perspectiva Bayesiana un parámetro siempre es una variable aleatoria con algún tipo de distribución de probabilidad.

Definición 3.1.2. Un estadístico es cualquier función de las variables aleatorias que se observaron en la muestra de manera que esta función no contiene cantidades desconocidas.

Definición 3.1.3. Un estimador puntual es una regla, generalmente expresada como fórmula, que nos dice cómo calcular una estimación de un parámetro basada en información de la muestra.

La esencia de lo anterior es que, dado que los parámetros son prácticamente inherentes a todos los modelos de probabilidad, es imposible calcular las probabilidades deseadas sin un conocimiento del valor de estos. Es por esta razón que la noción de un estadístico y su distribución de muestreo es muy importante en inferencia estadística. Esto es, los parámetros o sus funciones se estiman con base en estadísticos que, a su vez, se obtienen a partir de la información contenida en una muestra aleatoria.

Definición 3.1.4. La distancia entre una estimación y el parámetro estimado recibe el nombre de error de estimación.

Para cualquier estimador puntual con una distribución normal, la regla empírica dice que aproximadamente 95 % de las estimaciones puntuales estarán a no más de dos (o exactamente 1.96) desviaciones estandar de la media de esta distribución.

Para cada estadístico existe lo que se conoce como distribución de muestreo, la cual proporciona los medios para poder evaluar el estadístico.

Definición 3.1.5. La distribución de muestreo de un estadístico T es la distribución de probabilidad de T que puede obtenerse como resultado de un número infinito de muestras aleatorias independientes, cada una de tamaño n, provenientes de la población de interés.

La desviación estándar de un estadístico empleado como estimador de un parámetro poblacional también se denomina error estándar del estimador (SE). Por tanto, la desviación estándar de \overline{X} , dada por $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$. se conoce como error estándar de la media (SE (\overline{X}) o SE)

3.2.5. Intervalos de Confianza

Como las estimaciones rara vez serán iguales a los parámetros que se supone estiman, por lo general es deseable darnos alguna libertad de acción mediante el uso de *estimaciones de intervalo*.

Definición 3.1.6. Una estimación de intervalo de un parámetro θ es un intervalo de la forma $\widehat{\theta}_1 < \theta < \widehat{\theta}_2$, donde $\widehat{\theta}_1$ y $\widehat{\theta}_2$ dependen del valor que tome el estimador $\widehat{\theta}$ en una muestra dada y también en la distribución muestral de $\widehat{\theta}$

Como diferentes muestras generalmente producirán valores diferentes de $\hat{\theta}$ y, por consiguiente, distintos valores de $\hat{\theta}_1$ y $\hat{\theta}_2$, estos puntos extremos del intervalo sin valores de variables aleatorias correspondientes $\hat{\theta}_1$ y $\hat{\theta}_2$. Por tanto, con base en la distribución muestral de $\hat{\theta}$ podemos afirmar, con una

probabilidad dada, si este intervalo contendrá en realidad el parámetro que se supone estima. En otras palabras, podemos utilizar la distribución muestral de $\hat{\theta}$ para elegir $\hat{\theta_1}$ y $\hat{\theta_2}$ tal que para cualquier probabilidad especificada $1-\alpha$, donde $0 < \alpha < 1$,

$$P(\widehat{\theta_1} < \theta < \widehat{\theta_2}) = 1 - \alpha$$

En este intervalo $\widehat{\theta}_1 < \theta < \widehat{\theta}_2$, determinado en relación con una muestra en particular, recibe el nombre de *intervalo de confianza* del $(1 - \alpha)100\%$, $1 - \alpha$ se conoce como *el coeficiente de confianz*a o grado de confianza y los extremos $\widehat{\theta}_1$ y $\widehat{\theta}_2$ reciben el nombre de *límites de confianza* inferior y superior. Por ejemplo, cuando $\alpha = 0.05$, el grado de confianza es 0.95 y obtenemos un intervalo de confianza del 95 %.

Los intervalos de confianza de parámetros no son únicos. Con base en una sola muestra aleatoria, existen numerosos intervalos de confianza con el mismo grado de confianza. Los métodos de obtención de intervalos de confianza deben juzgarse, por lo tanto, por sus diversas propiedades estadísticas. Una propiedad deseable es hacer la longitud de un intervalo de confianza del $(1-\alpha)100\%$ lo más corto posible. Otra propiedad deseable es la de hacer que la longitud esperada $E(\widehat{\theta_2} - \widehat{\theta_2})$, sea lo más pequeña posible [1].

3.2.6. Prueba de Hipótesis Estadística

Las razones para formular una prueba de hipótesis surgen del problema de tener que decidir entre dos hipótesis con respecto a uno o más parámetros θ .

Definición 3.1.7. Una prueba de hipótesis estadística con respecto a una característica desconocida de la población de interés, es cualquier regla para decidir si se rechaza la hipótesis nula H_0 con base en una muestra aleatoria de la población.

La prueba de hipótesis se puede resumir como el conjunto de las siguientes partes:

- 1. Expresar la hipótesis nula denotada H_0 y una hipótesis alternativa apropiada, denotada H_1
- 2. Mediante el uso de la distribución muestral de un estadístico de prueba adecuado, determinar una región crítica de tamaño α , donde se especifica α .
- 3. Calcular el valor p del estadístico de prueba a partir de datos de muestra.
- 4. Decidir, de acuerdo con la región crítica, entre rechazar la hipótesis nula H_0 , no rechazarla, o reservarse el juicio.

Se define una prueba particular. H_1 generalmente es la hipótesis que el investigador desea apoyar. El investigador siempre empieza por suponer que la hipótesis nula H_0 es verdadera. Hay dos tipos de conclusiones:

- 1. Rechazar H_0 y concluir que H_1 es verdadera.
- 2. Aceptar (no rechazar) H_0 como verdadera.

Definición 3.1.8. Un error tipo I, denotado por α , para una prueba estadística es el error de rechazar la hipótesis nula H_0 cuando es verdadera, $0 \le \alpha \le 1$.

El nivel de significancia para una prueba estadística de hipótesis es

$$\alpha = P (error \ tipo \ I) = P (rechazar \ falsamente \ H_0) =$$

$$P (rechazar \ H_0 \ cuando \ es \ verdadera \)$$

 α representa el máximo riesgo tolerable de rechazar incorrectamente H_0 .

Definición 3.1.9. Las probabilidades de no rechazar H_0 dado que H_0 es falsa, se define como la probabilidad de cometer un error tipo II y se denota por β , $0 \le \beta \le 1$.

Por lo tanto, las probabilidades de los errores tipo I y II están dadas por

$$P(rechazar H_0 \mid H_0 \ es \ cierta) = \alpha,$$

 $P(no \ rechazar H_0 \mid H_0 \ es \ falsa) = \beta,$

respectivamente.

Como α y β son probabilidades condicionales, puede calcularse la probabilidad α de rechazar H_0 sólo si se asume que H_0 es cierta, o la probabilidad β de equivocarse al rechazar H_0 , si se asume H_0 como falsa.

Definición 3.1.10. Una prueba que minimiza el valor de β y mejora α se llama test más poderoso o simplemente el mejor test de tamaño α .

La decisión para la aceptación o rechazo de la hipótesis nula está basada en el mejor estadístico de prueba. Para ciertos valores del estadístico de prueba, se rechazará la hipótesis nula H_0 . Estos valores constituyen lo que se conoce como región de rechazo, o región crítica.

3.2.7. Regiones de Rechazo

Además de establecer una hipótesis nula simple, se establece una hipótesis alternativa simple, pues sólo en este caso es posible determinar valores únicos de los tamaños de los errores tipo I y tipo II.

Considere la hipótesis nula simple

$$H_0: \theta = \theta_0$$

con respecto del parámetro de interés θ , cuando se muestrea una distribución cuya función de densidad de probabilidad es $f(x;\theta)$, en donde θ_0 es el valor propuesto de θ . Si la hipótesis alternativa es de la forma:

$$H_1: \theta > \theta_0$$

$$H_1: \theta < \theta_0$$

se dice que H_1 es la hipótesis alternativa unilateral (o de una cola), debido a que los posibles valores de θ bajo H_1 se encuentran a un lado del valor propuesto para H_0 . A la región crítica, en este caso, también se le conoce como zona de rechazo unilateral, como se muestra en la Figura 3.1

De forma breve, en el caso de que se coloque $H_0: \theta = \theta_0$ contra $H_1: \theta < \theta_0$ será razonable rechazar H_0 sólo cuando $\hat{\theta}$ sea mucho mayor que θ_0 . De esta forma se hará que la región crítica conste del extremo izquierdo de

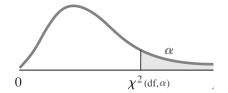


Figura 3.1: Prueba de Una Cola

la distribución muestral de $\hat{\theta}$. Y análogamente, cuando $H_0: \theta = \theta_0$ contra $H_1: \theta > \theta_0$ será razonable rechazar H_0 sólo para valores grandes de θ_0 . De esta forma se hará que la región crítica conste del extremo derecho de la distribución muestral de $\hat{\theta}$.

Si la hipótesis alternativa no proporciona una dirección con respecto al valor propuesto de θ_0 , entonces se dice que H_1 es una hipótesis alternativa bilateral de la forma

$$H_1: \theta \neq \theta_0$$

Esto implica una zona crítica bilateral ya que H_1 incluye valores de θ que se encuentran a ambos lados del valor propuesto de θ_0 .

Brevemente, si se desea probar $H_0: \theta = \theta_0$ contra $H_1: \theta \neq \theta_0$, es lógico hacer que la región conste de ambos extremos de la distribución muestral del estadístico de prueba θ ; es decir, la hipótesis alternativa H_1 es bilateral, como se muestra en la Figura 3.2.

Aunque hay excepciones, las alternativas bilaterales suelen llevarnos a pruebas de dos extremos. Y alternativas unilaterales nos llevan a pruebas de un sólo extremo.

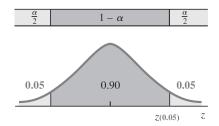


Figura 3.2: Prueba de Dos Colas

3.2.8. Variables Categóricas y Variables Dicotómicas

Las variables categóricas contienen un número finito de categorías o grupos distintos. Los datos categóricos pueden no tener un orden lógico. Por
ejemplo, los predictores categóricos incluyen sexo, tipo de material para construcción, o como en nuestro problema de estudio, tipo de efecto impreso en
la bola, resultado de la jugada, etc.

Las variables dicotómicas suelen indicar la presencia o ausencia de una cualidad o atributo como femenino y masculino, y son variables a escala nominal esencialmente. Una manera de cuantificarlas es mediante las variables ficticias, que toman los valores de 0 o 1, donde 1 indica presencia del atributo y 0 indica ausencia del atributo.

3.2.9. Tablas de Contingencia

Cuando se trabaja con variables categóricas, los datos suelen organizarse en tablas de doble entrada, llamadas tablas de contingencia, en las que cada entrada representa un criterio de clasificación, las frecuencias aparecen organizadas en casillas que contienen información sobre la relación existente entre ambos criterios.

Una tabla de contingencia es un arreglo que cruza a las variables que están siendo observadas X y Y. Los datos están ordenados en celdas, y cada celda presenta un valor numérico equivalente a la ocurrencia simultanea de los atributos de la variable X y los atributos de la variable Y. La tabla de contingencia comprende dos factores (o variables) con sus respectivos niveles (o categorías), y se define por el número de atributos o variables que se analizan conjuntamente y el número de modalidades o niveles de los mismos.

Las tablas de contingencia tienen dos objetivos principales:

- Organizar la información contenida en un experimento, cuando esta es de carácter bidimensional, es decir, cuando está referida a dos variables cualitativas. Estas tablas nos permiten tener información cruzada sobre ambas variables.
- 2. A partir de la tabla de contingencia se puede además, analizar si existe alguna relación de dependencia o independencia entre los niveles de las variables cualitativas objeto de estudio. El hecho de que dos variables sean independientes significa que los valores de una de ellas no están influídos por la modalidad o nivel que adopte la otra.

Consideramos una de las tablas de contingencia que utilizamos en este estudio, y se muestran resaltados los valores esperados para cada celda (vea Tabla 3.1)

Esta tabla de contingencia se obtuvo de un estudio de relación, de la pro-

CIRC 3a Total PROF 16 43 Recuento esperado 22.5 43.0 % del total 2.6% 11.5% 8.4% 22.5% 96 Recuento 13 26 57 Recuento esperado 11.6 34.2 50.3 96.0 13.6% 29.8% 50.3% 52.0 10.5% 14.1% % del total 2.6% 27.2% Total Recuento 23 68 100 191 23.0 68.0 100.0 191.0 % del total 12.0% 35.6% 52.4% 100.0%

Tabla 3.1: Tabla de Contingencia (ejemplo)

fundidad en la ejecución del servicio en los partidos de el campeón nacional mexicano y la circunstancia en la que se coloca al ejecutar el golpeo de la tercera bola. Aquí hay una muestra de tamaño 191 y los totales de renglones y también de columnas se dejan al azar.

Denotaremos por r al número de renglones y c al número de columnas. En el ejemplo del tabla 3.1, se tiene que, r=3 y c=3. Tablas de $r\times c$ reciben el nombre de tablas de contingencia.

3.2.10. Pruebas de Chi-Cuadrado para análisis de Tablas de Contingencia

Para analizar la relación de dependencia o independencia entre dos variables categóricas nominales o factores, es necesario analizar su distribución conjunta o tabla de contingencia. Por medio de la tabla que se presentó al final de la sección anterior, la hipótesis nula que desearemos probar es que la preferencia por servir con cierta profundidad es independiente de el efecto que

se elige imprimir a la pelota al momento de ejecutar el servicio. En general, si θ_{ij} es la probabilidad de que un elemento quede en la celda perteneciente al i-ésimo renglón y la j-ésima columna, la hipótesis nula que desearíamos probar es

$$\theta_{ij} = \theta_{i} \cdot \theta_{\cdot j}$$

Para i=1,2,...,r y j=1,2,...,c. En forma correspondiente, la hipótesis alternativa sería que $\theta_{ij} \neq \theta_i.\theta_{\cdot j}$ cuando menos para una pareja de valores i y j. Como el método por medio del cual analizamos una tabla $r \times c$ es el mismo sin importar si manejamos r muestras de poblaciones multinomiales con rc resultados distintos, analizaremos aquí este tema en relación con la segunda muestra.

Carl Pearson propuso el test Chi-cuadrado χ^2 (1911), que permite contrastar la hipótesis de que dos variables aleatorias son independientes, contra la hipótesis de que no son independientes. Por medio de la tabla de contingencia anterior, la hipótesis nula que deseamos probar es que la variable X_1 es independiente de la variable X_2 .

En lo subsecuente, denotaremos la frecuencia observada de la celda del *i*ésimo renglón y la *j*-ésima columna por medio de f_{ij} , los totales de renglones
por $f_{i\cdot}$, los totales de columnas por $f_{\cdot j}$ y el gran total, la suma de todas las
frecuencias de las celdas, por medio de f. Con esta notación, estimamos las
probabilidades $\theta_{\cdot j}$ como

$$\hat{\theta}_{i\cdot} = \frac{f_{i\cdot}}{f}$$

У

$$\hat{\theta}_{\cdot j} = \frac{f_{\cdot j}}{f}$$

y con la hipótesis nula de independencia se tiene que la frecuencia esperada de la celda en el i-ésimo renglón y la j-ésima columna se calcula de la siguiente forma

$$e_{ij} = \hat{\theta}_{i\cdot} \ \hat{\theta}_{\cdot j} \ f = \frac{f_{i\cdot}}{f} \ \frac{f_{\cdot j}}{f} \ f = \frac{f_{i\cdot} \ f_{\cdot j}}{f}$$

Obsérvese que e_{ij} se obtiene multiplicando el total del renglón al cual pertenece la celda por el total de la columna a la que pertenece y después dividiendo entre el gran total.

Cuando se haya calculado e_{ij} , basamos nuestra decisión en el valor de

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^c \frac{(f_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}}$$
(3.1)

y rechazamos la hipótesis nula si éste excede $\chi^2_{\alpha,(r-1)(c-1)}$. El número de grados de libertad es (r-1)(c-1). Como el estadístico de prueba descrito sólo tiene, aproximadamente, una distribución Chi-cuadrada con (r-1)(c-1) grados de libertad, se acostumbra utilizar esta prueba sólo cuando ninguna de las e_{ij} sea menor que 5; algunas veces esto requiere que se combinen algunas

de las celdas con una pérdida correspondiente en el número de grados de libertad.

Se puede comprobar que dos variables son independientes si la frecuencia relativa de cada casilla es igual al producto de las marginales relativas correspondientes.

El grado de relación existente entre dos variables categóricas no puede ser establecido simplemente observando las frecuencias (incluso aunque la tabla recoja las frecuencias porcentuales en lugar de las absolutas). Para determinar si dos variables se encuentran relacionadas debe utilizarse alguna medida de asociación, acompañada de su prueba de significación correspondiente. Las relaciones de dependencia entre variables cualitativas se realiza a través de un contraste estadístico basado en el estadístico χ^2 , cuyo cálculo nos permitirá afirmar con un nivel de confianza determinado si los niveles de una variable cualitativa influyen en los niveles de la otra variable nominal analizada.

El valor de χ^2 será más cercano a cero, cuando las variables sean completamente independientes. Este estadístico es fiable únicamente cuando por lo menos el 80 % de las frecuencias esperadas no son menores a 5.

En escencia, el denominador (frecuencias esperadas), pone en perspectiva el tamaño del numerador (la diferencia de las frecuencias observadas y las frecuencias esperadas). Estas ideas sugieren que pequeños valores de χ^2 indican acuerdo entre los dos conjuntos de frecuencias, en tanto que valores más grandes indican desacuerdo. Por lo tanto, es usual que estas pruebas sean de una cola, con la región crítica derecha, como se muestra en la Figura 3.1.

Coeficiente de Contingencia

El grado de relación existente entre dos variables categóricas no puede ser establecido simplemente observando las frecuencias de una tabla de contingencia. Incluso aunque la tabla recoja las frecuencias porcentuales en lugar de las absolutas, la simple observación de las frecuencias no puede conducir a una conclusión definitiva. Después de haber aplicado las pruebas de independencia a las parejas de variables seleccionadas, mediremos el nivel de asociación para aquellas parejas que han resultado dependientes.

El coeficiente de contingencia

$$C = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 + n}} \tag{3.2}$$

donde n es el tamaño de la muestra es una medida de asociación que no se ve afectada por el tamaño de la muestra; toma valores entre 0 y 1, pero difícilmente llega a 1, es decir, C está acotado, 0 < C < 1. Su valor máximo depende del número de filas y de columnas. Si el número de filas y de columnas es el mismo r, entonces la cota superior, o el valor máximo de C se obtiene de la siguiente manera: $C_{max} = \sqrt{\frac{r-1}{r}}$. En el caso general, donde el número de filas y columnas no coinciden, C_{max} será calculado de la siguiente manera:

$$C_{max} = \sqrt[4]{\frac{r-1}{r} \times \frac{c-1}{c}} \tag{3.3}$$

Se puede definir el coeficiente de contingencia estandarizado, C_{stn} , mediante:

$$C_{stn} = \frac{C}{C_{max}}. (3.4)$$

Calcular C_{stn} puede resultar más efectivo que sólo observar C al momento de realizar las interpretaciones pues, este coeficiente estandarizado elimina la influencia del tamaño de la muestra, así como la influencia de la dimensión de las tablas de contingencia consideradas sobre el límite superior del coeficiente y asegurar de esta forma la comparabilidad de los resultados. Un valor pequeño de este coeficiente indica poca fuerza en la asociación, mientras que un valor de C_{max} cercano a 1, indica que el valor C está muy cercano a su valor máximo C_{max} , y por lo tanto existe una fuerza de asociación muy alta.

CAPÍTULO 4

MÉTODOLOGÍA

El estudio se ha llevado a cabo utilizando una metodología mixta, además de estar combinado con un estudio descriptivo, que incluye estudio correlacional y estudio de caso.

Para poder llevar a cabo la investigación, se seleccionó a los dos sujetos, a partir de la relevancia que tienen estos en sus contextos deportivos particulares, de tal forma que representaran el mayor nivel competitivo posible se grabaron videos. Para la elección de las variables a observar se hizo uso de la metodología desarrollada por Malagoli (2011) [?], en cuanto al diseño de la herramienta para llevar a cabo el registro de las observaciones, se tomó como modelo la metodología desarrollada por Prados en 2011 [?], pero adaptada a

nuestro propio contexto y a las necesidades de la investigación. Para el desarrollo de la codificación, captura y tratamiento de los datos se utilizó SPSS 23, se elaboró la hoja de registro de las observaciones que sirvió de instrumento para registrar cada observación durante la ejecución de los golpes en un partido de tenis de mesa y a partir de esto, se construyó la base de datos.

A los datos registrados y codificados, se les dio tratamiento estadístico que permitiera analizar y estudiar esta disciplina deportiva, específicamente los aspectos técnicos y tácticos propios del análisis del rendimiento, aplicando técnicas de análisis para variables categóricas, que aportaran en la solución al problema de investigación.

A continuación se presenta el desarrollo de la metodología.

4.1. Participantes

Para llevar a cabo el estudio de caso, dos atletas fueron analizados. Uno representativo del mejor nivel competitivo a nivel nacional en México y un jugador de l más alto nivel ubicado en el top 10 del ranking mundial.

El atleta mexicano seleccionado, ha sido campeón nacional en 2013, 2015, 2017 y 2018; además de haber sido parte de la selección nacional en las categorías mayor, juvenil, e infantil entre el año 2010 y el año 2018. En la Tabla 4.1 se presentan algunos de los logros más importantes de este atleta, y parte de su progreso en el ranking mundial.

Este jugador mexicano ha sido integrante de la selección nacional mayor en múltiples ocasiones y representa el mejor nivel para el tenis de mesa que se juega en México.

El jugador internacional se ha seleccionado de una lista de campeones internacionales, mundiales y/u olímpicos en el periodo 2008-2018. En la Tabla 4.2 se presentan algunos de los logros más importantes de este jugador que presenta un alto nivel de competencia.

Tabla 4.1: Logros Campeón Nacional Mexicano

Rk+ITTF	Mes	Año	Evento	Pos.
213	dic.	2018	ITTF PanAm Championships, Chile	Rn 32
199	sept.	2018	Central America Senior Chanpionships	1°
459	junio	2017	ITTF PanAm Championships, Colombia	Rn 32
413	abril	2017	Latin American Championships	QF
437	abril	2016		
508	dic.	2016		

#	Nombre	Campeonatos Obtenidos	Rk FEMETEME
1	Jude Okoh	2008, 2009, 2010	1
2	Milton García	2011, 2014	7
3	David Garrido	2012	N/A
4	Ricardo Villa	2013, 2015, 2017, 2018	2
5	Damián Arce	2016	3

Tabla 4.2: Logros Jugador Internacional

Rk+ITTF	Mes	Año	Evento	Pos.
2	julio	2018	World Tour China Open	1°
6	junio	2018	World Tour German Open	1°
1	junio	2017	World Tour Japan Open	1°
1	marzo	2017	World Tour Qatar Open	1°
1	dic.	2016	World Tour Grand Finals	1°
1	agosto	2016	Olympic Games, Rio de Janeiro	1°
1	dic.	2015	GAC Group World Tour Grand Finals, Lisbon	1°
1	oct.	2015	ITTF Men's World Cup, Sweden	2°

4.2. Observación y Registro

Se grabaron y se observaron 500 minutos de video de partidos del campeón nacional mexicano y se observaron 660 minutos de videos del jugador internacional. Las competencias seleccionadas para desarrollar el sistema notacional de observación fueron los siguientes:

1. Para el Campeón Nacional Mexicano:

- a) Campeonato Nacional de Primera Fuerza, Nuevo Leon 2013.
- b) Campeonato Mundial de Tenis de Mesa, Liebher 2013.
- c) ITTF Campeonato Latinoamericano 2016.
- d) Campeonato Nacional de Primera Fuerza, Querétaro 2016.
- e) ITTF Campeonato Panamericano, Chile 2018.

2. Para el Jugador Internacional:

- a) ITTF Men's World Cup 2015.
- b) Campeonato Mundial de Tenis de Mesa Halmstad, Suecia 2017.
- c) Juegos Olímpicos Rio 2016.
- d) ITTF World Tour Japan Open 2017.
- e) ITTF Men's World Cup 2017.
- f) ITTF World Tour China Open 2018.
- g) ITTF Men's World Cup 2018.

Se seleccionaron los criterios de análisis (servicio, recepción, colocación de la tercera bola, circunstancia, resultado, tiempo, intercambios por unidad de tiempo), incluyendo en cada criterio (excepto las variables numéricas), entre 2 y 3 categorías basándose en los principios de juego, estructura del juego y técnica de los jugadores.

Se estableció un sistema de notación para las categorías definidas, codificándolas mediante abreviaturas con letras mayúsculas. Cada criterio y categoría se detalla con la mayor claridad posible, sin dejar margen para la ambigüedad, con el objeto de facilitar al máximo la labor de los observadores a la hora de visualizar los partidos y registrar todos y cada uno de los aspectos de interés. Las variables a observar se enuncian a continuación.

Nota 4.1. Considérese lo siguiente:

- 1. Cada variable viene escrita con el formato variable observada en los partidos del campeón nacional mexicano/variable observada en los partidos del jugador internacional. Por ejemplo, en la primera variable definida, Efecto (SPIN) corresponde al campeón nacional mexicano y Efecto_ (SPIN_) corresponde al jugador internacional.
- 2. Las variables enlistadas a continuación están siempre en función de las observaciones del atleta que está siendo analizado.
- 1. Efecto (SPIN)/ Efecto_ (SPIN_): es la rotación que adquiere la bola al momento en que el servicio es ejecutado.

- 2. Profundidad (PROF): es el tercio del la mesa del lado rival, donde cae la pelota cuando el servicio ha sido ejecutado.
- 3. Recepción Oponente (ROP)/Recepción Oponente_ (ROP_): es el tipo de recepción que realiza el oponente del jugador analizado, en el momento que este último realiza su servicio.
- 4. Colocación Tercera Bola (PLAC)/Colocación Tercera Bola (PLAC_): es el tercio de la mesa que corresponde a la zona en la que toca la pelota al momento de ejecutar la tercera bola.
- 5. Circunstancia (CIRC)/Circunstancia (CIRC): situación de vulnerabilidad en la que se coloca el atleta analizado, al momento de terminar la ejecución de la tercera bola.
- 6. Resultado1 (RST1)/Resultado1_ (RST1_): ganar o perder el punto que se jugó desde el servicio.
- 7. Recepción Propia (RPROP)/Recepción Propia (RPROP_): es el tipo de recepción que realiza el jugador analizado.
- 8. Resultado2 (RST2)/Resultado2_ (RST2_): ganar o perder el punto que se jugó desde la recepción del jugador analizado.
- 9. Conteo (CNT1)/Conteo_ (CNT1_): es el número de intercambios que se realizan durante el rally, a partir de que el servicio es ejecutado.
- 10. Tiempo1 (TMP1)/Tiempo1_ (TMP1_): es la medición del tiempo que dura el rally, desde el inico del punto y hasta el final, a partir del servicio.

- 11. Conteo2 (CNT2)/Conteo2_ (CNT2_): es el numero de intercambios que se realizan durante el rally a partir de la recepción.
- 12. Tiempo2 (TMP2)/Tiempo2 (TMP2): es la medición del tiempo que dura el rally, desde el inicio del punto y hasta el final, a partir de la recepción o segunda bola.
- 13. ConteolTiempol (CNT1TMP1)/ConteolTiempol (CNT1TMP1): número de intercambios por unidad de tiempo, a partir del servicio.
- 14. Conteo2Tiempo2 (CNT2TMP2)/Conteo2Tiempo2_ (CNT2TMP2_): número de intercambios por unidad de tiempo, a partir de la recepción o segunda bola.

Al comienzo de la investigación, el número de variables incluídas para la observación fue considerablemente elevado; algunas variables como trabajo de piernas en la tercera bola y tipo de golpe en la tercera bola se omitieron y otras se encuentran desdobladas para un uso específico. Por ejemplo, El Servicio incluye las categorías:

Efecto (SPIN) que a su vez se divide en:

- a) Under (UND)
- b) Neutral (NUT)
- c) Top (TOP)

Profundidad (PROF) que a su vez se divide en:

- a) Corto (P1)
- b) Mediano (P2)
- c) Largo o profundo (P3)

El sistema taxonómico de codificación fue elaborado siguiendo las directrices de la metodología observacional, y considerando algunos de los indicadores señalados en [9].

De esta forma se seleccionaron las variables de interés con sus respectivas categorías, y se clasificaron de acuerdo con su tipo (vea la Tabla 4.3 y la Tabla 4.4).

Para registrar las acciones de juego, y de una forma similar a otras investigaciones [5], [21], [4], se diseñó una herramienta observacional *ad hoc*, como se muestra en la Figura 4.1. Esta se encuentra compuesta por un sistema notacional que comprende las categorías necesarias a registrar, para realizar un análisis efectivo de esta modalidad deportiva.

En el diseño y construcción de esta herramienta para la observación de los partidos, se contó con la participación de Milton García Yáñez, entrenador ITTF-Nivel II y entrenador en jefe de la selección nacional de Para-tenis de mesa.

Tabla 4.3: Clasificación de las Variables para Campeón Nacional Mexicano

Variables X_i Observadas en el Partido										
X_i	Categorías	Tipo								
	Top									
Rotación (SPIN)	Neutral	Categórica/Politómica								
	Under									
	Corto (P1)									
Profundidad (PROF)	Semi (P2)	Categórica/Politómica								
, ,	Profundo (P3)	- ,								
	Activa									
Recepción Op (ROP)		Categórica/Dicotómica								
1 ,	Pasiva	,								
	Forehand (FH)									
Colocación 3a (PLAC)	Medio (M)	Categórica/Politómica								
,	Backhand (BH)	,								
G:	Desventaja (DisA)									
Circunstancia 3a	No ventaja (NAd)	Categórica/Politómica								
(CIRC)	Ventaja (Ad)									
	Ganó el punto									
Resultado1 (RST1)	come of punce	Categórica/Dicotómica								
1000 410 410	Perdió el punto	accessined Breatenined								
Conteo1 (CNT1)	NA	Numérica/Ordinal								
(-)										
m: 1 (m) (D)	DT A	N (
Tiempo1 (TMP)	NA	Numérica/ Escala								
	Activa									
Recepción Prop	1100110	Categórica/Dicotómica								
(RPROP)	Pasiva									
	Ganó el punto									
Resultado2 (RST2)		Categórica/Dicotómica								
(-00)	Perdió el punto									
	1									
Conteo2 (CNT2)	NA	Numérica/Ordinal								
,		,								
Tiempo2 (TMP2)	NA	Numérica/ Escala								
Conteo1Tiempo1	NA	Numórico / Eggala								
(CNT1TMP1)	INA	Numérica/ Escala								
Conteo2Tiempo2	NA	Numérica/ Escala								
(CNT2TMP2)	IVA	Trumenca/ Escara								

Tabla 4.4: Clasificación de las Variables para Jugador Internacional

Variables Y_i Observadas en el Partido										
Y_i	Categorías	Tipo								
Rotación_ (SPIN_)	Top Neutral Under	Categórica/Politómica								
Profundidad_ (PROF_)	Corto (P1) Semi (P2) Profundo (P3)	Categórica/Politómica								
Recepción Op_ (ROP_)	Activa Pasiva	Categórica/Dicotómica								
Colocación 3a_ (PLAC_)	Forehand (FH) Medio (M) Backhand (BH)	Categórica/Politómica								
Circunstancia 3a_ (CIRC_)	Desventaja (DisA) No ventaja (NAd) Ventaja (Ad)	Categórica/Politómica								
Resultado1_ (RST1_)	Ganó el punto Perdió el punto	Categórica/Dicotómica								
Conteo1_ (CNT1_)	NA	Numérica/Ordinal								
Tiempo1_ (TMP_)	NA	Numérica/Escala								
Recepción Prop_ (RPROP_)	Activa Pasiva	Categórica/Dicotómica								
Resultado2_ (RST2_)	Ganó el punto Perdió el punto	Categórica/Dicotómica								
Conteo2_ (CNT2_)	NA	Numérica/Ordinal								
Tiempo2_ (TMP2_)	NA	Numérica/Escala								
Conteo1Tiempo1_ (CNT1TMP1_)	NA	Numérica/Escala								
Conteo2Tiempo2_ (CNT2TMP2_)	NA	Numérica/Escala								

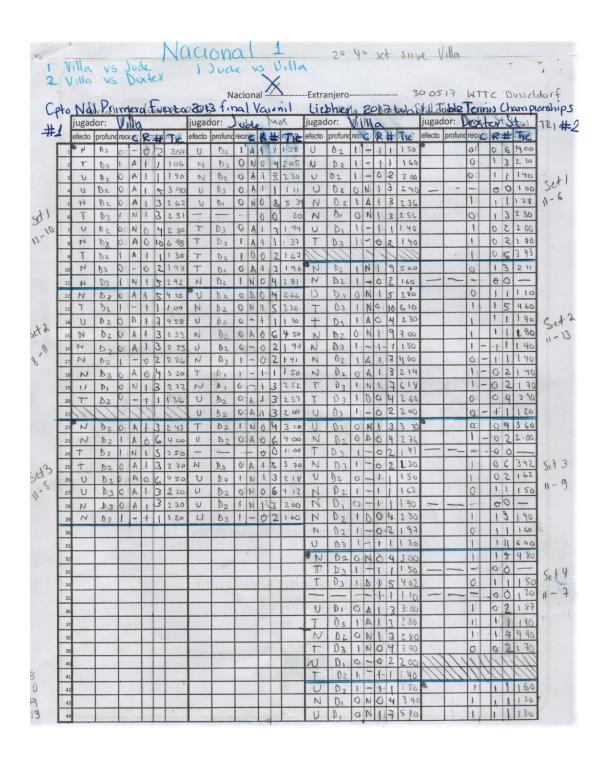


Figura 4.1: Hoja de Observaciones Etapa 1

La codificación y registro se efectuó de forma continua y secuencial. Los observadores tuvieron oportunidad de visualizar los encuentros de manera ralentizada, para lograr un correcto registro de las observaciones dada la velocidad del juego del tenis de mesa. Los datos obtenidos quedaron almacenados según el orden temporal de registro en una hoja de cálculo de microsoft excel como se muestra en la tabla 4.5, y posteriormente fueron introducidos a una base de datos en el programa SPSS 23 para su tratamiento.

Tabla 4.5: Base de Datos Partidos.xls

Г	Г	Г	Π		SP	PIN		PF	ROFUI	NDIDA	AD.	2a	3a		CIR	СЗа		JUG		NÚMER	os	2a O	NÚME	ROS O	0	РО
#p	#s	#pı	#ps	clave	TOP	NUT	UND	clave	P1	P2	Р3	ROP	Z3a	clave	DISA	NAD	AD	RST	CNT1	TMP1	CNT1TMP1	RPR	RST2	CNT2	TMP2	CNT2TMP2
1	1	1	1	3	0	0	1	2	0	1	0	0	2	3	0	0	1	0	6	7.04	0.85	1	1	4	3.10	1.29
Г	Г	2	2	2	0	1	0	2	0	1	0	0						1	1	2.43	0.41	0	0	1	2.30	0.43
		3	3	3	0	0	1	1	1	0	0	0	2	2	0	1	0	0	8	5.70	1.40	0	0	3	1.55	1.94
		4	4	2	0	1	0	2	0	1	0	0	3	3	0	0	1	1	3	2.80	1.07	0	0	3	3.70	0.81
		5	5	2	0	1	0	2	0	1	0	1	1	2	0	1	0	0	4	2.00	2.00	0	1	6	3.28	1.83
		6	6	2	0	1	0	2	0	1	0	1	1	3	0	0	1	0	4	2.06	1.94	0	0	1	1.60	0.63
		7	7	3	0	0	1	1	1	0	0	1						0	2	3.00	0.67	0	0	3	1.40	2.14
	2	8	1	2	0	1	0	2	0	1	0	0	1	3	0	0	1	1	3	1.52	1.97	0	0	3	2.77	1.08
		9	2	2	0	1	0	2	0	1	0	0	თ	3	0	0	1	1	3	2.00	1.50	0	0	9	4.50	2.00
		10	3	2	0	1	0	2	0	1	0	1	1	3	0	0	1	1	3	1.40	2.14	0	0	5	3.11	1.61
		11	4	2	0	1	0	1	1	0	0	0	2	3	0	0	1	1	3	2.40	1.25	0	0	7	4.20	1.67
		12	5	2	0	1	0	2	0	1	0	0	თ	3	0	0	1	1	7	4.39	1.59	0	1	4	2.95	1.36
		13	6	1	1	0	0	2	0	1	0	0	2	თ	0	0	1	1	3	1.70	1.76	1	0	7	4.00	1.75
		14	7	3	0	0	1	2	0	1	0	1	1	თ	0	0	1	0	8	3.93	2.04	0	0	1	1.30	0.77
		15	8	3	0	0	1	2	0	1	0	0	3	2	0	1	0	0	6	3.60	1.67	0	0	3	2.30	1.30
		16	9	2	0	1	0	2	0	1	0	0	2	2	0	1	0	1	5	3.40	1.47	0	0	1	1.40	0.71
		17	10	2	0	1	0	2	0	1	0	0	1	3	0	0	1	0	4	2.60	1.54					
	3	18	1	2	0	1	0	2	0	1	0	0	2	1	1	0	0	0	4	2.29	1.75	0	0	3	2.56	1.17
		19	2	1	1	0	0	2	0	1	0	1	2	1	1	0	0	0	4	2.20	1.82	1	0	3	1.14	2.63
		20	3	2	0	1	0	1	1	0	0	0	2	1	1	0	0	0	8	4.67	1.71	0	1	6	2.70	2.22
		21	4	2	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1	5	4.40	1.14	0	0	1	1.40	0.71
L	\Box	22	5	3	0	0	1	1	1	0	0	0	3	1	1	0	0	0	4	2.30	1.74	1	0	1	0.48	2.08
		23	6	1	1	0	0	2	0	1	0	0						0	2	1.70	1.18	1	1	6	4.50	1.33
2	1	24	1	2	0	1	0	2	0	1	0	1						0	2	2.73	0.73	1	1	8	4.43	1.81
L	L	25	2	2	0	1	0	3	0	0	1	1						0	2	2.10	0.95	1	1	2	2.17	0.92
ı		26	3	3	0	0	1	1	1	0	0	0	2	2	0	1	0	0	10	7.30	1.37	1	1	2	2.05	0.98

Las observaciones de los partidos se llevaron a cabo en un periodo de 5 meses, dividiendo el trabajo en 20 sesiones semanales, de 2 horas cada una. El vaciado de datos se realizó inmediatamente después de la observación de

los partidos y se ocupó un periodo de 45 días para esta acción.

A través de la base de datos diseñada, y una vez realizado el tratamiento oportuno de los datos obtenidos de todas y cada una de las categorías del análisis notacional efectuado, se extrajo información muy precisa e interesante sobre diferentes aspectos técnicos y tácticos en el terreno de la práctica del tenis de mesa.

En Análisis del Punto de Caída en el Juego de Tenis de Mesa [18] y Desempeño Técnico y Táctico de los Jugadores Infantiles, Juveniles y Mayores de Clase Mundial de Tenis de Mesa [8], se llevan a cabo estudios similares al de Análisis del Efecto en la recepción de Zhang Jike con Backhand Side-Twisted en 2/3 partes de la zona de derecha [5] sobre la relación entre otros aspectos del juego. Se desea obtener resultados similares a los de estos estudios, pero aplicándolos a nuestros sujetos, que en este caso son los campeones nacionales de México y China.

4.3. Análisis Estadístico

Al ingresar nuestra base de datos en el software SPSS 23, se eligieron los métodos apropiados para el análisis estadístico, de acuerdo con la naturaleza de las variables regsitradas.

Para las variables cuantitativas como conteo de los rallies en servicio (CNT1), rallies por unidad de tiempo en servicio (CNT1TMP1), conteo de los rallies en recepción (CNT2) y rallies por unidad de tiempo en recepción (CNT2TMP2), se presentan los cálculos para la media, medida de tendencia

central, que nos proporciona un dato que, con ciertos matices, puede considerarse representante de los n datos obtenidos del muestreo. Además se calcula la varianza, medida de dispersión que, refleja la separación o alejamiento de los elementos de una muestra. Los cálculos se realizan tanto para las variables cuantitativas de los partidos del campeón nacional mexicano (CNT1, CNT2, CNT1TMP1, CNT2TMP2), como para las variables cuantitativas para los partidos del jugador internacional (CNT1-, CNT2-, CNT1TMP1-, CNT2TMP2-). Vea la Tabla 4.6 para observar los resultados.

Tabla 4.6: Estadísticos Descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación	Varianza
CNT2	305	0	12	2.98	2.213	4.897
TMP2	298	.00	9.80	2.4202	1.29944	1.689
CNT2TMP2	297	.00	2.35	1.1604	.39098	.153
CNT1	314	0	13	3.23	2.199	4.834
TMP1	310	.98	10.70	2.6808	1.45297	2.111
CNT1TMP1	310	.15	2.61	1.1649	.32967	.109
CNT1_	336	.00	19.00	3.6964	2.21463	4.905
TMP1_	336	.00	13.06	2.9613	1.38259	1.912
CNT1TMP1_	335	.00	2.63	1.2430	.43047	.185
CNT2_	320	.00	14.00	3.9906	2.35353	5.539
TMP2_	320	.48	12.41	3.1813	1.39539	1.947
CNT2TMP2_	320	.00	5.04	1.2347	.47823	.229

4.3.1. Tablas de Contingencia

Las parejas seleccionadas para realizar las tablas de contingencia para los puntos observados de los partidos de tenis de mesa del campeón nacional mexicano y el jugador internacional, se eligieron de acuerdo con la importancia que tienen estas dentro del juego, y aquellas que ayudan a los propósitos planteados en el objetivo general y los objetivos específicos. En la Tabla 4.7 se muestran las parejas a las que se les aplicará el análisis.

Tabla 4.7: Pares Seleccionadas para Tablas de Contingencia

	Nacional			Internacional	
Pareja	$variable X_i$	$variable X_j$	Pareja	$variable Y_i$	$variable Y_j$
1	SPIN	PROF	1	$SPIN_{-}$	PROF_
2	PROF	RST1	2	$PROF_{-}$	$RST1_{-}$
3	SPIN	RST1	3	$SPIN_{-}$	$RST1_{-}$
4	SPIN	CIRC	4	$SPIN_{-}$	CIRC_{-}
5	PROF	CIRC	5	$PROF_{-}$	CIRC_{-}
6	ROP	RST1	6	ROP_{-}	$RST1_{-}$
7	RPROP	RST2	7	$RPROP_{-}$	$RST2_{-}$
8	CIRC	RST1	8	CIRC_{-}	$RST1_{-}$
9	PLAC	RST1	9	$PLAC_{-}$	$RST1_{-}$
10	PLAC	CIRC	10	$PLAC_{-}$	CIRC_{-}
11	ROP	PLAC	11	ROP_{-}	$PLAC_{-}$
12	SPIN	PLAC	12	SPIN_{-}	$PLAC_{-}$
13	PROF	PLAC	13	$PROF_{-}$	$PLAC_{-}$
14	ROP	CIRC	14	ROP	CIRC_{-}

A continuación se presentan las tablas de contingencia para las variables SPIN (X_1) y PROF (X_2) , que corresponden al campeón nacional.

Todos los resultados se obtuvieron haciendo uso del software SPSS 23.

Para ver las tablas de contingencia del resto de las parejas de variables seleccionadas, tanto del campeón nacional, como del jugador internacional, vaya al $Ap\'{e}ndice~B$.

Tabla 4.8: Resumen SPIN y PROF

	Casos								
	Vá	lido	Per	dido	Total				
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje			
SPIN * PROF	309	92.0%	27	8.0%	336	100.0%			

En la Tabla 4.9 y en el gráfico de barras de la imagen 4.2 se puede observar que los servicios del campeón nacional mexicano suelen presentarse con más frecuencia con el efecto NUT (47.89%) y suelen tener profundidad P_2 (54.77%). Sólo 19.74% de los servicios fueron servicios cortos.

Tabla 4.9: Tabla de Contingencia Para SPIN y PROF

			PROF						
		P1	P2	P3	Total				
SPIN	TOP	5	20	35	60				
	NUT	25	86	37	148				
	UND	31	51	19	101				
Total		61	157	91	309				

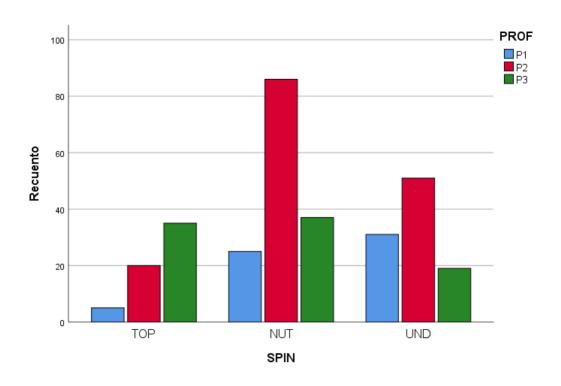


Figura 4.2: Gráfico de Barras para SPIN y PROF

En las Tablas 4.11 y 4.3.1 se puede observar que el jugador internacional ejecuta con mayor frecuencia servicios cortos (32.63%), y se presentaron frecuencias altas en el manejo de los servicios con efecto UND (44.01%) y NUT (45.80%). El jugador internacional ejecutó servicios largos solamente el 13.77% de las veces.

Tabla 4.10: Resumen SPIN_ PROF_

	Casos							
	Vá	lido	Per	dido	Total			
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje		
SPIN_*PROF_	334	99.4%	2	0.6%	336	100.0%		

Tabla 4.11: Tabla de Contingencia Para SPIN_ y PROF_

				PROF_		
			P1	P2	P3	Total
SPIN_	TOP_	Recuento	4	16	14	34
		Recuento esperado	11.1	18.2	4.7	34.0
		% del total	1.2%	4.8%	4.2%	10.2%
	NUT_	Recuento	39	94	20	153
		Recuento esperado	49.9	82.0	21.1	153.0
		% del total	11.7%	28.1%	6.0%	45.8%
	UND_	Recuento	66	69	12	147
		Recuento esperado	48.0	78.8	20.2	147.0
		% del total	19.8%	20.7%	3.6%	44.0%
Total		Recuento	109	179	46	334
		Recuento esperado	109.0	179.0	46.0	334.0
		% del total	32.6%	53.6%	13.8%	100.0%

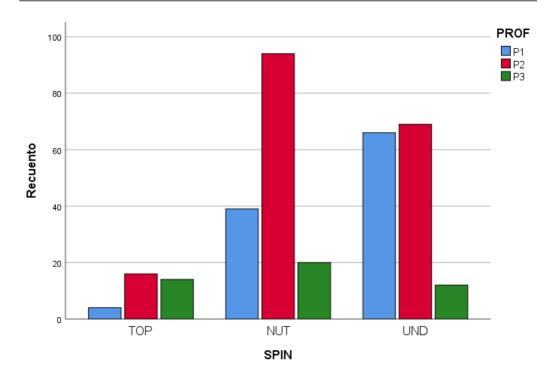


Figura 4.3: Gráfico de Barras para SPIN_ y PROF_

4.3.2. Prueba de Hipótesis

De las variables observadas, algunas parejas resultaron de gran interés para los observadores de esta práctica.

En el sentido de la práctica de este deporte y con el objetivo de hallar estas relaciones, se muestran en la siguiente tabla aquellas parejas a las cuales se le aplicará el test de independencia.

Tabla 4.12: Parejas Seleccionadas Para Test de Independencia

	Mexicano			Internacional	
Pareja	$variable X_i$	$variable X_j$	Pareja	$variable Y_i$	$variable Y_j$
1	SPIN	PROF	1	SPIN_{-}	$PROF_{-}$
2	PROF	RST1	2	$PROF_{-}$	$RST1_{-}$
3	SPIN	RST1	3	$SPIN_{-}$	$RST1_{-}$
4	SPIN	CIRC	4	$SPIN_{-}$	CIRC_{-}
5	PROF	CIRC	5	$PROF_{-}$	CIRC_{-}
6	ROP	RST1	6	ROP_{-}	$RST1_{-}$
7	RPROP	RST2	7	$RPROP_{-}$	$RST2_{-}$
8	CIRC	RST1	8	CIRC_{-}	$RST1_{-}$
9	PLAC	RST1	9	$PLAC_{-}$	$RST1_{-}$
10	PLAC	CIRC	10	$PLAC_{-}$	CIRC_{-}
11	ROP	PLAC	11	ROP_{-}	$PLAC_{-}$
12	SPIN	PLAC	12	SPIN_{-}	$PLAC_{-}$
13	PROF	PLAC	13	$PROF_{-}$	$PLAC_{-}$
14	ROP	CIRC	14	ROP_{-}	CIRC_{-}
15	SPIN	ROP	15	$SPIN_{-}$	ROP_{-}
16	PROF	ROP	16	$PROF_{-}$	ROP_{-}

El primer análisis se realizó para las variables que corresponden al servicio; tanto para el campeón nacional mexicano,

$$X_1:$$
 Efecto (SPIN) y $X_2:$ Profundidad (PROF)

como para el jugador internacional

$$X_1$$
: Efecto (SPIN_) y X_2 : Profundidad (PROF_)

Para determinar la independencia de las variables Efecto en el servicio (SPIN) y Profundidad en el servicio (PROF) se requiere analizar la probabilidad de los distintos casos y el efecto que las frecuencias de una de las

variables, tiene sobre la probabilidad de las frecuencias de la otra variable. Esto es, el efecto impreso en el servicio no tiene intervención en la probabilidad de realizar un servicio corto.

La prueba de hipótesis se establece como sigue:

 H_0 : La preferencia del campeón nacional mexicano por cierta profundidad al momento del servicio, es independiente del efecto que se imprime en la bola al ejecutar el servicio, es decir, las variables $SPIN(X_1)$ y $PROF(X_2)$ son independientes.

 H_1 : La preferencia del campeón nacional mexicano por cierta profundidad en el servicio no es independiente de el efecto impreso en la bola al momento del servicio, es decir, Las variables X_1 y X_2 son dependientes.

En el caso de las tablas de contingencia que se elaboraron para todas las parejas de variables, el número de grados de libertad es exactamente el mismo que el número de celdas de la tabla que se pueda llenar libremente cuando nos dan los totales marginales. En la Tabla 4.9 se muestra la tabla de contingencia para SPIN y PROF, que se ha extraído de los datos recolectados. Esta tabla tiene 4 grados de libertad, y nivel de significancia para esta prueba será $\alpha=0.05$. Es importante resaltar, que el nivel de significancia α , establece el límite de la región de rechazo.

Antes de calcular el valor de Chi-cuadrado, necesitamos determinar los valores esperados e_{ij} para cada celda en la tabla de contingencia. Para hacer esto, debemos recordar la hipótesis nula, que dice que estos factores son independientes. Por tanto, esperaríamos que los valores sean distribuídos en

proporción a los totales marginales. Por lo tanto, los valores esperados serán entonces:

$$e_{11} = \frac{60 \times 61}{309} \quad e_{12} = \frac{60 \times 157}{309} \quad e_{13} = \frac{60 \times 91}{309}$$

$$e_{21} = \frac{148 \times 61}{309} \quad e_{22} = \frac{148 \times 157}{309} \quad e_{23} = \frac{148 \times 91}{309}$$

$$e_{31} = \frac{101 \times 61}{309} \quad e_{32} = \frac{101 \times 157}{309} \quad e_{33} = \frac{101 \times 91}{309}$$

como se muestra en la Tabla 4.13.

Tabla 4.13: Valores Esperados para SPIN y PROF

		PROF			
		P1	P2	P3	Total
SPIN	TOP	11.8	30.5	17.7	60.0
	NUT	29.2	75.2	43.6	148.0
	UND	19.9	51.3	29.7	101.0
Total		61.0	157.0	91.0	309.0

Utilizando la ecuación (3.1), el valor χ^2 para las variables SPIN y PROF (Tabla 4.14) en el caso del campeón nacional mexicano es:

$$\chi^2 = \frac{(5-11.8)^2}{11.8} + \frac{(20-30.5)^2}{30.5} + \frac{(35-17.7)^2}{17.7} + \frac{(25-29.2)^2}{29.2} + \frac{(86-75.2)^2}{75.2} + \frac{(37-43.6)^2}{43.6} + \frac{(31-19.9)^2}{19.9} + \frac{(51-51.3)^2}{51.3} + \frac{(19-29.7)^2}{29.7} = 37.74.$$

La prueba de Chi-cuadrado ($\chi^2=37,734,\,\alpha=0,05,\,df=4$) presentó que el efecto impreso en la bola al momento del servicio SPIN está en dependencia con la profundidad en el servicio PROF en el caso del campeón nacional mexicano.

Tabla 4.14: Chi-Cuadrado para SPIN y PROF

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	37.734ª	4	.000
Razón de verosimilitud	35.230	4	.000
Asociación lineal por lineal	28.078	1	.000
N de casos válidos	309		

a. 0 casillas (0.0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 11.84.

Después de haber realizado las pruebas de hipótesis de independencia para las variables *Efecto* y *Profundidad* tanto para el campeón nacional mexicano, como para el jugador internacional, y habiendo encontrado dependencia en estas parejas en ambos casos, calcularemos la fuerza de estas asociaciones a través del cálculo del coeficiente de contingencia (vea Tabla 4.15).

Tabla 4.15: Coeficiente de Contingencia Estandarizados para SPIN y PROF

Medidas simétricas

TIPOJ			Valor	Significación aproximada
NACIONAL	Nominal por Nominal	Coeficiente de contingencia	.330	.000
	N de casos válidos		309	
INTERNACIONAL	Nominal por Nominal	Coeficiente de contingencia	.323	.000
	N de casos válidos		334	
Total	Nominal por Nominal	Coeficiente de contingencia	.346	.000
	N de casos válidos		643	

El valor del coeficiente $C = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 + n}}$ para las variables X_1 y X_2 es

$$C = \sqrt{\frac{37,73}{37,73 + 309}} = ,3299.$$

El valor máximo se obtiene sustituyendo los valores para c=3 y r=3 en la ecuación 3.2; así se tiene que $C_{max}=\sqrt{\frac{3-1}{3}}=.8164.$

Finalmente, para la interpretación de este coeficiente, calculamos el coeficiente estandarizado $C_{stn} = \frac{C}{C_{max}}$, para saber qué tan alta es esta fuerza de asociación, y además ponerla en el contexto del deporte, tomando en cuenta la importancia que tienen estas variables en la dinámica del juego.

$$C_{stn} = \frac{,3299}{,8164} = ,4040$$

Concluímos que esta dependencia resulta significativa en el contexto del tenis de mesa $(c=0.33,\,c_{max}=.8164,\,c_{stn}=.40)$.

Para conocer los resultados de las pruebas realizadas a las parejas que resultaron dependientes, los cálculos se pueden ver en el $Ap\'{e}ndice~B$.

En las Tablas 4.21 y 4.22 se presenta el resumen de los cálculos para los coeficientes de contingencia que corresponden a todas las parejas que resultaron dependientes.

Tabla 4.16: Coeficientes de Contingencia Estandarizados (Atleta Internacional)

Variable	SPIN_	PROF_	RST1_	CIRC_	ROP_
SPIN_		0.395		0.281	0.471
PROF_					0.611
RST1_				0.656	
CIRC _					

A continuación se realiza la prueba de independencia para las variables Efecto y Profundidad, para el atleta internacional.

La prueba de hipótesis se establece como sigue:

 H_0 : La preferencia del atleta internacional por la profundidad al momento del servicio, es independiente del efecto que se imprime en la bola en el momento de ejecutar el servicio. Es decir, las variables $SPIN_-(Y_1)$ y $PROF_-(Y_2)$ son independientes.

 H_1 : La preferencia del atleta internacional por la profundidad en el servicio no es independiente de el efecto impreso en la bola al momento de ejecutar el servicio. Es decir, Las variables Y_1 y Y_2 son dependientes.

En la Tabla 4.17 se muestra la tabla de contingencia para $SPIN_{-}$ y $PROF_{-}$, que se ha extraído de los datos recolectados. Se tienen 4 grados de libertad.

El nivel de significancia para esta prueba será $\alpha = 0.05$.

Tabla 4.17: Tabla de Contingencia para SPIN_ y PROF_

				PROF_		
			P1	P2	P3	Total
SPIN_	TOP_	Recuento	4	16	14	34
		Recuento esperado	11.1	18.2	4.7	34.0
		% del total	1.2%	4.8%	4.2%	10.2%
	NUT_	Recuento	39	94	20	153
		Recuento esperado	49.9	82.0	21.1	153.0
		% del total	11.7%	28.1%	6.0%	45.8%
	UND_	Recuento	66	69	12	147
		Recuento esperado	48.0	78.8	20.2	147.0
		% del total	19.8%	20.7%	3.6%	44.0%
Total		Recuento	109	179	46	334
		Recuento esperado	109.0	179.0	46.0	334.0
		% del total	32.6%	53.6%	13.8%	100.0%

Antes de calcular el valor de Chi-cuadrado, necesitamos determinar los valores esperados e_{ij} para cada celda en la tabla de contingencia. Para hacer esto, debemos recordar la hipótesis nula, que dice que estos factores son independientes. Por tanto, esperaríamos que los valores sean distribuídos en proporción a los totales marginales. Por lo tanto, los valores esperados serán entonces:

$$e_{11} = \frac{34 \times 109}{334} \quad e_{12} = \frac{34 \times 179}{334} \quad e_{13} = \frac{34 \times 46}{309}$$

$$e_{21} = \frac{153 \times 109}{334} \quad e_{22} = \frac{153 \times 109}{334} \quad e_{23} = \frac{153 \times 46}{334}$$

$$e_{31} = \frac{147 \times 109}{334} \quad e_{32} = \frac{147 \times 179}{334} \quad e_{33} = \frac{147 \times 46}{334}$$

como se muestra también en la Tabla 4.17.

La prueba de Chi-cuadrado ($\chi^2=38,9,\,\alpha=0.05,\,df=4$) presentó que el efecto impreso en la bola al momento del servicio SPIN está en dependencia con la profundidad en el servicio PROF en el caso del atleta internacional (vea Tabla 4.18). Además, esta dependencia resultó significativa (c=0.3229, $c_{max}=.8164,\,c_{stn}=.3955$).

Tabla 4.18: Chi-Cuadrado para SPIN_ y PROF_

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	38.899 ^a	4	.000
Razón de verosimilitud	33.928	4	.000
Asociación lineal por lineal	29.695	1	.000
N de casos válidos	334		

a. 1 casillas (11.1%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4.68.

En las tablas 4.19 y 4.20 se recogen los coeficientes obtenidos de realizar las pruebas de independencia para el resto de las parejas seleccionadas. Valores más altos, de una forma intuitiva, nos presuponen dependencia.

Después de haber realizado las pruebas de hipótesis de independencia para las variables *Efecto* y *Profundidad* tanto para el campeón nacional mexicano, como para el jugador internacional, y habiendo encontrado dependencia estadística en estas parejas en ambos casos, calcularemos la fuerza de estas asociaciones a través del cálculo del coeficiente de contingencia.

CIRC PROF RPROP Variable SPIN RST1 ROP **PLAC** RST2 SPIN 2.663 1.259 N/A 46.56 N/A PROF 8.230 2.289 N/A RST1 28.42 11.65 4.223 N/A CIRC 7.948 N/A 4.974 N/A PLAC N/A N/A RPROP 0.072

Tabla 4.19: Valores Chi-cuadrado (Nacional)

Tabla 4.20: Valores Chi-cuadrado (Internacional)

Variable	SPIN_	PROF_	RST1_	CIRC_	ROP_	PLAC_	RPROP_	RST2_
SPIN_		38.899	3.056	13.35	26.785	7.186	N/A	N/A
PROF_			4.372	6.620	47.654	5.339	N/A	N/A
RST1_				40.097	3.643	0.010	N/A	N/A
CIRC_					0,116	6.459	N/A	N/A
ROP_						0.665	N/A	
PLAC_							N/A	N/A
RPROP_								0.831
RST2_								

El valor del coeficiente $C = \sqrt{\frac{\chi^2}{\chi^2 + n}}$ para las variables Y_1 y Y_2 es

$$C = \sqrt{\frac{38,99}{38,99 + 309}} = ,3229.$$

El valor máximo se obtiene sustituyendo los valores para c=3 y r=3 en la ecuación (3.2), se tiene que $C_{max}=\sqrt{\frac{3-1}{3}}=$,8164.

Finalmente, para la interpretación de este coeficiente, calculamos el coeficiente estandarizado $C_{stn} = \frac{C}{C_{max}}$, para saber qué tan alta es esta fuerza de asociación, y además ponerla en el contexto del deporte, tomando en cuenta la importancia que tienen estas variables en la dinámica del juego.

$$C_{stn} = \frac{,3229}{.8164} = ,3955$$

Para conocer los resultados de las pruebas realizadas a las parejas que resultaron dependientes en el caso del atleta internacional, puede ver el $Ap\'{e}ndi$ ce B.

En las Tablas 4.21 y 4.22 se presenta el resumen de los cálculos para los coeficientes de contingencia que corresponden a todas las parejas que resultaron dependientes. Coeficientes más cercanos a 1 significan mayor fuerza en la asociación.

Tabla 4.21: Coeficientes de Contingencia Estandarizados (Campeón Nacional Mexicano)

Coeficiente C _{stn} para parejas dependientes (Nacional)							
Variable	SPIN	PROF	RST1	CIRC	ROP		
SPIN		0.40		0.273	0.629		
PROF			0.249		0.461		
RST1				0.623	0.270		
CIRC_					0.429		

Las parejas que mostraron mayor fuerza en la asociación en el caso del campeón nacional mexicacno fueron SPIN y ROP, SPIN y PROF, PROF y ROP, CIRC y ROP. En el contexto del juego del tenis se mesa, valores de $C_{stn} \geq 0$, 40 se consideraron significativos.

Las parejas que mostraron asociaciones más fuertes, en el caso del jugador internacional son SPIN y ROP, PROF y ROP, CIRC y RST1.

El resumen de los resultados de las pruebas de hipótesis para cada pareja analizada se puede observar en las Tablas 4.23 y 4.24; y se resaltan aquellas

Tabla 4.22: Coeficientes de Contingencia Estandarizados (Jugador Internacional)

Coeficient	te Cstn para	a parejas d	ependiente	es (Internac	cional)	
Variable	SPIN_	PROF_	RST1_	CIRC_	ROP_	
SPIN_		0.281	0.471			
PROF_			0.611			
RST1 0.656						

parejas dependientes.

En el análisis de los partidos del Campeón Nacional Mexicano, se encontró que las variables PROF, RST1, ROP y CIRC son dependientes dos a dos, excepto La Profundidad y la Circunstancia de la tercera bola (PROF – CIRC) que resultaron ser independientes. Además, en el desarrollo de las primeras tres bolas, estas variables se desarrollan en el siguiente orden:

$$PROF - ROP - CIRC - RST1$$

Se determinó que la variable Efecto~(SPIN) está en dependencia con la Profundidad~del~servicio~(PROF) y con la Recepción~del~oponente~ROP, para el caso del Campeón Nacional Mexicano. En contraste, la variable SPIN resultó estar en dependencia con PROF,~CIRC,~ROP~y~PLAC, para el caso del jugador internacional.

En el caso del jugador internacional, las variables ROP y CIRC resultaron ser independientes, pero SPIN y CIRC son dependientes. Por otro

Tabla 4.23: Resultados para el Campeón Nacional Mexicano

No.	X_i	X_{j}	χ^2	gl	$\chi^2_{gl,\alpha}$	H_0	C	C_{max}	C_{stn}
1	SPIN	PROF	33.734	4	9.48	rechazo	0.330	0.816	0.40
2	PROF	RST1	6.25	2	5.99	rechazo	0.141	0.577	0.249
3	SPIN	RST1	2.663	2	5.99	acepto	NA	NA	NA
4	SPIN	CIRC	10.018	4	9.48	rechazo	0.223	0.816	0.273
5	PROF	CIRC	8.23	4	9.48	acepto	NA	NA	NA
6	ROP	RST1	11.657	1	3.84	rechazo	0.191	0.7071	0.27
7	RPROP	RST2	0.072	1	3.84	acepto	NA	NA	NA
8	CIRC	RST1	28.42	2	5.99	rechazo	0.360	0.577	0.623
9	PLAC	RST1	4.22	2	5.99	acepto	NA	NA	NA
10	PLAC	CIRC	7.94	4	9.48	acepto	NA	NA	NA
11	ROP	PLAC	4.974	2	5.99	acepto	NA	NA	NA
12	SPIN	PLAC	1.259	4	9.48	acepto	NA	NA	NA
13	PROF	PLAC	2.289	4	9.48	acepto	NA	NA	NA
14	ROP	CIRC	12.46	2	5.99	rechazo	0.248	0.577	0.429
15	SPIN	ROP	46.56	2	5.99	rechazo	0.362	0.577	0.627
16	PROF	ROP	23.51	2	5.99	rechazo	0.266	0.577	0.461

lado, en el caso del campeón nacional mexicano, ROP y CIRC, mostraron dependencia, mientras que SPIN y CIRC no resultaron estar relacionadas.

Tabla 4.24: Resultados para el Jugador Internacional

No.	Y_i	Y_i	χ^2	gl	χ^2_{al}	H_0	C	C_{max}	C_{stn}
1	$SPIN_{-}$	$PROF_{-}$	38.899	4	9.48	rechazo	0.323	0.816	0.395
2	$PROF_{-}$	$RST1_{-}$	4.372	2	5.99	acepto	NA	NA	NA
3	$SPIN_{-}$	$RST1_{-}$	3.056	2	5.99	acepto	NA	NA	NA
4	SPIN	CIRC	13.35	4	9.48	rechazo	0.230	0.816	0.2818
5	$PROF_{-}$	$CIRC_{-}$	6.622	4	9.48	acepto	NA	NA	NA
6	ROP_{-}	$RST1_{-}$	3.643	1	3.84	acepto	NA	NA	NA
7	$RPROP_{-}$	$RST2_{-}$	0.831	1	3.84	acepto	NA	NA	NA
8	$CIRC_{-}$	RST1_	40.097	2	5.99	rechazo	0.379	0.577	0.656
9	$PLAC_{-}$	$RST1_{-}$	0.10	2	5.99	acepto	NA	NA	NA
10	$PLAC_{-}$	$CIRC_{-}$	6.45	4	9.48	acepto	NA	NA	NA
11	ROP_{-}	$PLAC_{-}$	0.665	2	5.99	acepto	NA	NA	NA
12	$SPIN_{-}$	$PLAC_{-}$	7.186	4	9.48	acepto	NA	NA	NA
13	$PROF_{-}$	$PLAC_{-}$	5.339	4	9.48	acepto	NA	NA	NA
14	ROP_{-}	$CIRC_{-}$	0.116	2	5.99	acepto	NA	NA	NA
15	$SPIN_{-}$	ROP_{-}	26.78	2	5.99	rechazo	0.272	0.577	0.4714
16	$PROF_{-}$	ROP	47.6	2	5.99	rechazo	0.266	0.577	0.6117

CAPÍTULO 5

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El análisis a las variables aquí realizado, muestra resultados que podrían ser interesantes y de utilidad para los entrenadores y atletas del tenis de mesa en México.

Presentamos en las secciones 5.1, 5.2 y 5.3, las características que distinguen al campeón nacional mexicano del jugador internacional, y las relaciones que existen entre los aspectos de la etapa temprana del rally, como lo son, la profundidad y el efecto en el servicio, la recepción del oponente, la circunstancia de la tercera bola y el resultado de la jugada, pues fueron el principal objetivo del trabajo y dan respuesta a las preguntas de investigación que fueron formuladas.

Adicionalmente, las secciones 5.2 y 5.3 contienen una descripción del estilo de cada jugador analizado; proporcionando las estadísticas obtenidas sobre su efectividad o frecuencia de puntos ganados, y ofreciendo sugerencias técnicas puntuales que podrían incorporarse al entrenamiento.

En la sección de comentarios finales se presenta la oportunidad que brinda este estudio para destacar los aspectos a mejorarse en el jugador mexicano; además de ofrecer la posibilidad de continuar este estudio a través del uso de otras técnicas del análisis estadístico.

5.1. Resultados

5.1.1. Diferencias Principales

El tiempo promedio de duración del rally en servicio, en el caso del campeón nacional es de 2.68 segundos y para el caso del jugador internacional es de 2.96 segundos. La diferencia fue de .28 segundos.

Una mayor diferencia se encontró en el tiempo promedio de duración del rally en recepción, pues para el campeón nacional mexicano este tiempo fue de 2.42 segundos y para el jugador internacional fue de 3.18 segundos.

Diferencias importantes entre el campeón nacional mexicano y el atleta internacional, derivadas de este estudio, fueron halladas en las siguientes parejas:

- 1. La profundidad del servicio y el resultado de la jugada.
- 2. La recepción del oponente y el resultado de la jugada.
- 3. La recepción del oponente y la circunstancia de la tercera bola.

Para el campeón nacional, se encontró dependencia en estas tres parejas (vea Tabla 4.23), y esto podría no ser tan deseable al momento del partido, pues el hecho de que la recepción del oponente esté determinando, tanto la circunstancia de la tercera bola, como el resultado de la jugada, sugiere una falla en la estrategia, pues se desea que las situaciones del final del punto sean determinadas por el plan inical del jugador que está sirviendo, y no por el rival.

En contraste, para el jugador internacional, se encontró independencia en estas tres parejas (vea Tabla 4.24). La ejecución del servicio, específicamente del efecto en el servicio, resulta ser un aspecto con participación directa en la circunstancia que se toma en la tercera bola; y de aquí que la estrategia relacionada con la iniciativa y el juego ofensivo, esté presente en los sistemas de juego de este jugador de alto nivel. El resultado de la jugada no está determinada por la recepción del jugador, sino por el efecto en el servicio, y la profundidad; es decir, es la estrategia principal del jugador al servicio, la que está dictando el tipo de juego que le favorece.

A continuación se dan los resultados para el campeón nacional mexicano; y en la sección 5.3 los resultados para el jugador internacional sobre el juego de las tres primeras bolas.

5.1.2. Resultados para el Campeón Nacional Mexicano

El Servicio (SPIN y PROF) y el Resultado de la Jugada (RST1).

El análisis realizado a los partidos del campeón nacional mexicano mostró dependencia para los componentes del servicio, es decir, que a efectos diferentes, también se eligen distintas profundidades. Se pudo observar que este juega mayormente con servicios medianamente profundos (P_2) (vea Figura 5.1); y con este tipo de profundidad gana aproximadamente 7 puntos, por cada 4 que pierde.

Aunque su preferencia por servicios cortos no es muy marcada, tiene efectividad aceptable con ellos, pues gana 2 de cada 3 puntos jugados a partir de servicios con esta profundidad; el efecto que imprime a sus servicios es el efecto neutral (con poca rotación); sin embargo, aumentar la frecuencia en servicios con efecto under (con rotación opuesta a la dirección del desplazamiento) podría ser de utilidad para su juego, pues gana 2 de cada 3 puntos a partir de servicios con este efecto.

Se sugiere al entrenador motivar el entrenamiento de servicios con profundidad P_1 , para elevar la frecuencia de las ejecuciones del servicio corto durante el partido, pues con estos gana aproximadamente 9 puntos, por cada 4 puntos que pierde (vea Figura 5.2).

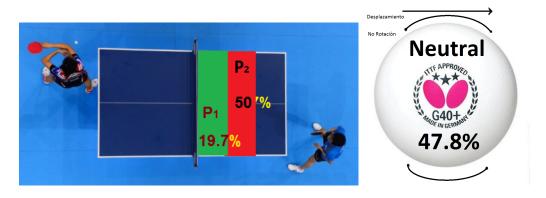


Figura 5.1: Frecuencia del Servicio del Campeón Nacional Mexicano

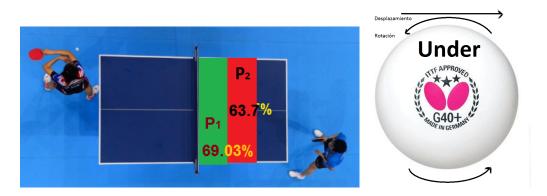
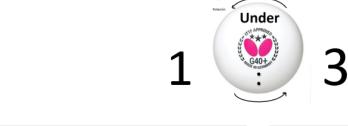


Figura 5.2: Resultados de Puntos Ganados con Servicio Corto y Efecto Under del Campeón Nacional Mexicano

Recepción del Oponente (ROP) y el Resultado de la Jugada (RST1).

Fue para los servicios con efecto *neutral* que se observaron tantas recepciones *pasivas* como *activas*. Las recepciones *activas* se presentaron en razón de 1:3 respecto de las recepciones *pasivas*, cuando se ejecutó un servicio a partir de un efecto under.







Recepción activa

Recepción pasiva

Figura 5.3: Resultados de la Recepción del Oponente del Campeón Nacional Mexicano bajo Servicio Under

Se sugiere el perfeccionamiento de los servicios con efecto *under*, para aumentar la frecuencia en el uso de ellos, con el objetivo de conseguir más puntos ganadores a partir del servicio *under* y una respuesta *pasiva* por parte del oponente.

De las recepciones que fueron activas (45%), pudo convertir en puntos ganadores, aproximadamente el 50% de ellas, pero de los puntos jugados que incluyeron una recepción pasiva (55%), ganó el 69.4%.

Colocación de la Tercera Bola (PLAC) y el Resultado de la Jugada (RST1)

Se observó mayor frecuencia en los tiros a zona media al momento de ejecutar el tiro de la tercera bola (50.3%) (vea Figura 5.4).

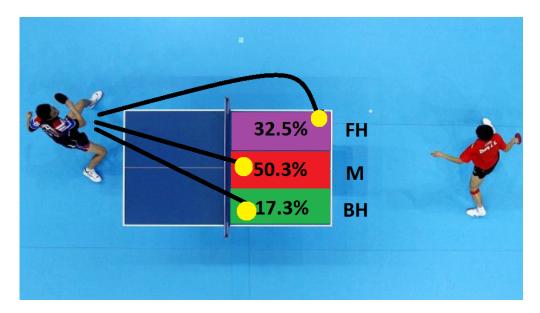


Figura 5.4: Frecuencias para la Colocación de la Tercera Bola del Campeón Nacional Mexicano

Los tiros a revés no fueron muy frecuentes en la tercera bola, y la razón se mantuvo 1:1 entre puntos perdidos y ganados. Hubo mayor efectividad en los tiros hacia derecha o forehand (FH), pues ganó 3 de cada 4 puntos ubicados en esta zona (vea Figura 5.5).

Equilibrar la variación en la colocación cuando se ejecuta la tercera bola podría ser útil, pues al disminuir el número de combinaciones para la ejecución de la tercera bola, crece la ventaja del rival para la lectura de la estrategia.

Los resultados indican que a profundidades diferentes, el campeón nacional mexicano también imprime en su servicio efectos diferentes; también se observa que el resultado de la jugada está influído por la profundidad del servicio, pero no por el efecto en él.

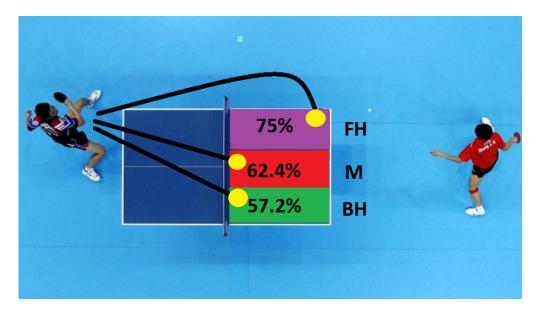


Figura 5.5: Resultados de Puntos Ganados bajo Colocación en Tercera Bola del Campeón Nacional Mexicano

Las recepciones pasivas a partir de servicios con efecto under, los servicios cortos, y la variación en la colocación de la tercera bola son elementos importantes que podrían funcionar mejor para este jugador, debido a su estilo ofensivo junto con el esquema de juego toma de iniciativa y el sistema de juego que corresponde a velocidad cerca de la mesa.

5.1.3. Resultados para el Jugador Internacional

El Servicio (SPIN_ y PROF_) y el Resultado de la Jugada (RST1_).

El análisis realizado a los partidos del jugador internacional presentó que este juega mayormente con servicios medianamente profundos y servicios cortos, y muy pocos servicios largos (vea Figura 5.6); con servicios medianamente profundos gana aproximadamente 6 puntos, por cada 4 que pierde;

mientras que con servicios cortos, gana casi 5 puntos de cada 10 jugados a partir de este efecto.

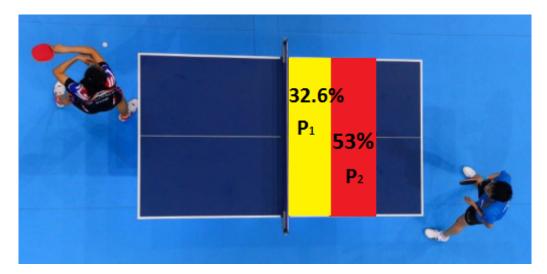


Figura 5.6: Frecuencias de la Profundidad en el Servicio del Jugador Internacional

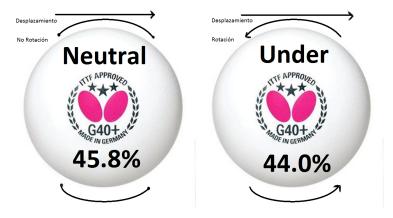


Figura 5.7: Resultados Efecto en el Servicio del Jugador internacional

Aunque no tiene preferencia por servicios largos, este jugador gana 5 de cada 10 puntos jugados con esta profundidad; el efecto que imprime a sus servicios es el efecto neutral (con poca rotación) y el efecto under (con rotación opuesta a la dirección del desplazamiento); con efecto neutral tiene una efectividad ligeramente mejor que con el efecto under, pues con este

último ganó $8.4\,\%$ más puntos al conseguir victorias en el $54.8\,\%$ de los puntos jugados a partir de este servicio.

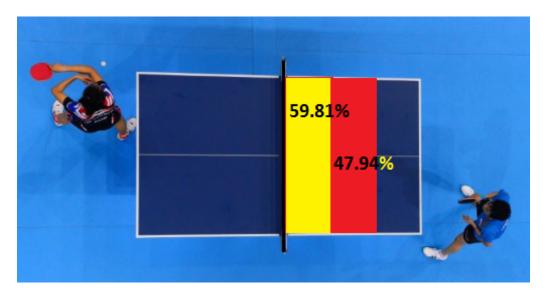


Figura 5.8: Resultados de Puntos Ganados Bajo Profundidad y Efecto Under del Jugador Internacional

La Recepción del Oponente (ROP_) y el Resultado de la Jugada (RST1_).

Fue para los servicios con efecto under, que se observaron 2 recepciones pasivas por cada recepción activa del oponente del jugador internacional. Las recepciones activas se presentaron en razón de 4:5 respecto de las recepciones pasivas cuando se ejecutó un servicio a partir de un efecto neutral.

De las recepciones que fueron activas (42.2%), pudo convertir en puntos ganadores, el 45.49% de ellas, y de los puntos jugados que incluyeron una recepción pasiva (57.8%), ganó el 55.88%.



Figura 5.9: Recepciones del Oponente del Jugador Internacional Bajo Servicio Under



Figura 5.10: Recepciones del Oponente del Jugador Internacional Bajo Servicio Neutral

Colocación de la tercera bola (PLAC_) y el resultado de la jugada (RST1_)

Tanto en derecha o forehand (FH), como en zona media (M) y revés o backhand (BH), ganó casi 6 de cada 10 puntos ubicados en estas zonas al momento de la ejecución de la tercera bola (vea Figura 5.12).

El hecho de que el jugador internacional distribuya de forma equilibrada las zonas de tiro para la ejecución de la tercera bola, no sólo muestra el dominio de la técnica de este jugador, sino la complejidad que representará para el rival poder anticipar la zona de bloqueo, (vea Figura 5.11).

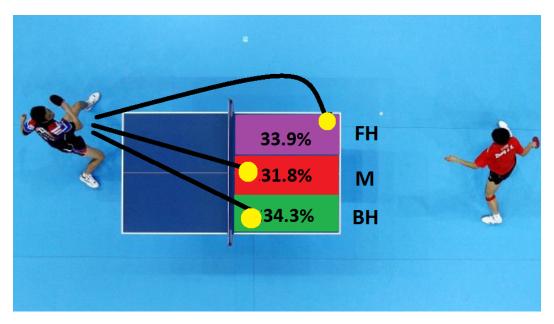


Figura 5.11: Resultados de la Colocación de la Tercera Bola del Jugador Internacional

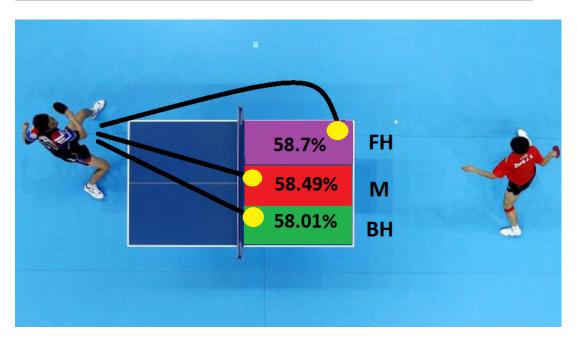


Figura 5.12: Resultados de Puntos Ganados Bajo Colocación del Jugador Internacional

El jugador internacional se caracteriza por la eficiencia al ejecutar la técnica de golpeo y de servicio; esto queda de manifiesto desde el momento en que llega con más frecuencia al juego de la tercera bola; casi no se presentan fallas en la recepción; y aunque se detecta el estilo ofensivo desde el inicio del punto, este jugador también tiene buen manejo de la variación, por lo cuál se vuelve un jugador de alto nivel con un análisis más complejo.

5.2. Conclusiones

Dentro de las propias delimitaciones que se han planteado aquí, se ha demostrado que existen diferencias fundamentales tanto en la técnica, como en la táctica entre el desempeño del campeón nacional mexicano y el jugador internacional.



Figura 5.13: Comparativa Final entre el Campeón Nacional Mexicano y el Jugador Internacional

En la Figura 5.13 se muestran de manera conjunta los tres momentos de la etapa temprana del rally, además del resultado de la jugada. Podemos observar que el campeón nacional mexicano ejecuta con menor frecuencia servicios cortos; los servicios que ejecuta (Neutral y Under) generan mayormente recepciones pasivas, donde se observa una alza en su rendimiento, pues logra colocarse en situación de ventaja aproximadamente el 60 % de las ocasiones y

esto propicia que gane 8 de cada 10 puntos jugados con estas condiciones. Sin embargo, su rendimiento cae considerablemente bajo recepciones activas del oponente. En efecto, la recepción del oponente es una variable que se encuentra en dependencia con la circunstancia de la tercera bola y con el resultado de la jugada; de aquí que, bajo recepciones activas, la situación de ventaja se presenta en tan sólo el 37 % de las ocasiones, y los puntos ganadores dentro de esta circunstancia, disminuyen al 50 %.

En contraste, el jugador internacional muestra mayores frecuencias en la ejecución de servicios cortos con efecto under; es notorio el dominio que tiene sobre la distribución tanto en tercio, como en profundidad de las técnicas, además de la posibilidad de incrementar las estrategias. En la Figura 5.13 se puede apreciar que, sin importar el tipo de recepción del oponente, el jugador internacional conserva equilibrio, tanto para lograr situaciones de ventaja en casi un 60 %, como en la efectividad de más del 70 %, a partir de estas condiciones.

El proceso empleado para el análisis del representante mexicano y el jugador internacional ha eliminado del proceso y por lo tanto de los resultados, aquellas consideraciones que pudieran ser susceptibles de juicio subjetivo, y señala con mayor precisión, en qué aspectos del juego se debe poner atención durante el entrenamiento, con el propósito de mejorar el desempeño competitivo.

Es importante exaltar el hecho de que todos los resultados parten del análisis objetivo de los aspectos que caracterizan los momentos iniciales de un rally para cada punto durante un partido de tenis de mesa. La interpretación de todos los resultados, han devuelto este estudio al campo del deporte del tenis de mesa, con el único propósito de lograr la transición a la práctica.

Finalmente, con todo el proceso realizado a lo largo del desarrollo de esta tesis, se ha cumplido razonablemente con los objetivos planteados, y se ha logrado dar respuesta a todas y cada una de las preguntas de investigación.

COMENTARIOS DEL AUTOR

Fomentar la práctica de registro de los partidos que se llevan a cabo en las principales competencias de tenis de mesa en México, podría ser el inicio en el camino hacia la realización de análisis completos de los atletas de tenis de mesa en México, con el propósito de volver más eficientes los entrenamientos y conseguir un mejor desarrollo deportivo y competitivo.

El método empleado en este trabajo es útil pues sirve, principalmente, para analizar al próximo rival; desde el enfoque que aquí se planteó y bajo los aspectos que se observaron. Este estudio se puede replicar siempre que se cuente con los videos del jugador de tenis de mesa al que se desea aplicar el análisis; y cualquier jugador podría hacer uso de los métodos aquí utilizados, tanto en un análisis personal, como para el análisis de sus próximos rivales en competencia.

Finalmente, es importante destacar que este trabajo tan sólo es el punto de partida en la aplicación del análisis estadístico en el tenis de mesa en México; y sin duda, este trabajo cuenta con posibilidades de ser mejorado en distintas formas, y algunas que se han considerado se enlistan a continuación:

- 1. Alimentando la base de datos, mediante:
 - a) La observación y el registro de más partidos previamente grabados en video.
 - b) La observación de otras variables categóricas como: el trabajo de piernas en la tercera bola, el tipo de golpe, los nuevos aspectos técnicos y tácticos que se ven involucrados en el desarrollo de la etapa final del punto, entre otras.
 - c) El uso de nuevas variables numéricas, como*puntos ganados por* partido, puntos ganados desde el servicio, puntos perdidos en recepción, etc.
- 2. Implementando métodos del análisis estadístico, como regresión lineal, o análisis de componentes principales, entre otros, que ayuden a responder a preguntas relacionadas con la construcción de estrategias y la predicción de ciertas acciones del juego.

Para llevar a cabo todas las mejoras necesarias, deberá dedicarse el tiempo suficiente a la recolección de nuevos videos, la realización de nuevas observaciones, la captura de los datos y la adecuada selección para los análisis estadístico convenientes.

APÉNDICE A

Prueba de Hipótesis

En este apéndice se presentan todas las tablas de contingencia y pruebas de hipótesis correspondientes a las parejas que se seleccionaron en el estudio, de acuerdo con la Tabla A.1.

Tabla A.1: Pares Seleccionadas para Pruebas de Hipótesis

	Nacional		Internacional				
Pareja	$variable X_i$	$variable X_j$	Pareja	$variable Y_i$	$variable Y_j$		
1	SPIN	PROF	1	$SPIN_{-}$	PROF_		
2	PROF	RST1	2	$PROF_{-}$	$RST1_{-}$		
3	SPIN	RST1	3	$SPIN_{-}$	$RST1_{-}$		
4	SPIN	CIRC	4	$SPIN_{-}$	CIRC_{-}		
5	PROF	CIRC	5	$PROF_{-}$	$CIRC_{-}$		
6	ROP	RST1	6	ROP_{-}	$RST1_{-}$		
7	RPROP	RST2	7	$RPROP_{-}$	$RST2_{-}$		
8	CIRC	RST1	8	CIRC_{-}	$RST1_{-}$		
9	PLAC	RST1	9	$PLAC_{-}$	$RST1_{-}$		
10	PLAC	CIRC	10	PLAC_{-}	$CIRC_{-}$		
11	ROP	PLAC	11	ROP_{-}	$PLAC_{-}$		
12	SPIN	PLAC	12	SPIN_{-}	$PLAC_{-}$		
13	PROF	PLAC	13	$PROF_{-}$	$PLAC_{-}$		
14	ROP	CIRC	14	ROP	CIRC_{-}		
15	SPIN	ROP	15	$SPIN_{-}$	ROP_{-}		
16	PROF	ROP	16	$PROF_{-}$	ROP		

2. PROFUNDIDAD (PROF)/(PROF_) Y RESULTADO DE LA ${\rm JUGADA~(RST1)/(RST1_-)}$

La tabla de contingencia para Profundidad en el Servicio (X_2) y Resultado de la Jugada (X_6) se muestra en la Tabla A.2.

Tabla A.2: Tabla de Contingencia para PROF y RST1

			Ca	ISOS		
	Vá	lido	Per	rdido	T	otal
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PROF * RST1	309	92.0%	27	8.0%	336	100.0%

			RS'	T1	
			PERDIÓ	GANÓ	Total
PROF	P1	Recuento	19	42	61
		Recuento esperado	23.9	37.1	61.0
		% del total	6.1%	13.6%	19.7%
	P2	Recuento	57	100	157
		Recuento esperado	61.5	95.5	157.0
		% del total	18.4%	32.4%	50.8%
	P3	Recuento	45	46	91
		Recuento esperado	35.6	55.4	91.0
		% del total	14.6%	14.9%	29.4%
Total		Recuento	121	188	309
		Recuento esperado	121.0	188.0	309.0
		% del total	39.2%	60.8%	100.0%

Se enumeran los resultados de la Tabla de contingencia:

- Del total de servicios realizados por el campeón nacional mexicano,
 50.8 % de ellos fueron servicios medianamente profundos.
- 2.60.8% de los puntos jugados a partir de su servicio, terminaron en punto ganador.
- 3. 32.4% de los puntos jugados a partir de un servicio medianamente largo, fueron puntos ganadores.
- 4. Sólo el 19.74% de sus servicios fueron cortos.
- 5. En los puntos jugados a partir de un servicio corto, se observó una razón 1:2 entre puntos perdidos y puntos ganados.

La tabla de contingencia para Profundidad en el servicio (Y_2) y Resultado de la jugada (Y_6) se muestra en la Tabla A.3.

Tabla A.3: Tabla de Contingencia para PROF $_{\!\scriptscriptstyle -}$ y RST1 $_{\!\scriptscriptstyle -}$

	Casos					
	Vá	ilido	Per	rdido	T	otal
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PROF_*RST1_	334	99.4%	2	0.6%	336	100.0%

		RST1_			
			PERDIÓ	GANÓ	Total
PROF_	P1	Recuento	44	65	109
		Recuento esperado	52.9	56.1	109.0
		% del total	13.2%	19.5%	32.6%
	P2	Recuento	93	86	179
		Recuento esperado	86.8	92.2	179.0
		% del total	27.8%	25.7%	53.6%
	P3	Recuento	25	21	46
		Recuento esperado	22.3	23.7	46.0
		% del total	7.5%	6.3%	13.8%
Total		Recuento	162	172	334
		Recuento esperado	162.0	172.0	334.0
		% del total	48.5%	51.5%	100.0%

Se enumeran los resultados de las tablas de contingencia:

- 1. Del total de servicios realizados por el jugador internacional, $53.6\,\%$ de ellos fueron servicios medianamente profundos.
- 2. $32.6\,\%$ fueron servicios cortos; $51.5\,\%$ de los puntos jugados a partir de su servicio, terminaron en punto ganador.
- 3. 25.7% fueron puntos jugados a partir de un servicio medianamente largo, y terminaron en puntos ganadores.
- 4. 19.5% fueron puntos jugados a partir de un servicio corto, y terminaron en punto ganador.
- 5. Sólo el $13.8\,\%$ de sus servicios fueron largos o profundos.
- 6. En los puntos jugados a partir de un servicio largo, se observaron porcentajes muy cercanos entre los puntos perdidos y los puntos ganados.

3. EFECTO (SPIN)/(SPIN_) Y RESULTADO DE LA JUGADA (RST1)/(RST1_)

La tabla de contingencia para Efecto en el servicio (X_1) y Resultado de la jugada (X_6) se muestra en la Tabla A.4

Tabla A.4: Tabla de Contingencia para SPIN y RST1

			Ca	SOS		
	Vá	lido	Per	dido	T	otal
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
SPIN * RST1	309	92.0%	27	8.0%	336	100.0%

		RST1			
			PERDIÓ	GANÓ	Total
SPIN	TOP	Recuento	25	35	60
		Recuento esperado	23.5	36.5	60.0
		% del total	8.1%	11.3%	19.4%
	NUT	Recuento	63	85	148
		Recuento esperado	58.0	90.0	148.0
		% del total	20.4%	27.5%	47.9%
	UND	Recuento	33	68	101
		Recuento esperado	39.6	61.4	101.0
		% del total	10.7%	22.0%	32.7%
Total		Recuento	121	188	309
		Recuento esperado	121.0	188.0	309.0
		% del total	39.2%	60.8%	100.0%

Se enumeran los resultados de las tablas de contingencia:

- 1. Al $47.89\,\%$ de los servicios del campeón nacional mexicano se les imprimió un efecto neutral (NUT).
- 2. De los puntos jugados a partir de un servicio con este efecto, ganó $57.43\,\%$.
- 3. De los puntos jugados a partir de un servicio con efecto UND (32.0 %), ganó 67.32 %.
- 4. Se observó que los servicios que fueron realizados con efecto under (UND) presentaron apróximadamente una razón 1:2 entre puntos perdidos y puntos ganados.

La tabla de contingencia para Efecto en el servicio (Y_1) y Resultado de la jugada (Y_6) se muestra en la tabla A.5

Tabla A.5: Tabla de Contingencia para SPIN $_{\scriptscriptstyle -}$ y RST1 $_{\scriptscriptstyle -}$

	Casos					
Válido		Perdido		Total		
	Ν	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
SPIN_*RST1_	334	99.4%	2	0.6%	336	100.0%

			RST		
			PERDIÓ	GANÓ	Total
SPIN_	TOP_	Recuento	14	20	34
		Recuento esperado	16.5	17.5	34.0
		% del total	4.2%	6.0%	10.2%
	NUT_	Recuento	69	84	153
		Recuento esperado	74.2	78.8	153.0
		% del total	20.7%	25.1%	45.8%
	UND_	Recuento	79	68	147
		Recuento esperado	71.3	75.7	147.0
		% del total	23.7%	20.4%	44.0%
Total		Recuento	162	172	334
		Recuento esperado	162.0	172.0	334.0
		% del total	48.5%	51.5%	100.0%

- 1. Al 45.8% de los servicios del jugador internacional se les imprimió efecto neutral (NUT) y al 44% de los servicios se les imprimió efecto under (UND).
- 2. 25.1% de los puntos jugados a partir de un servicio con efecto NUT, fueron puntos ganadores.
- 3. 20.4% de los puntos jugados a partir de un servicio con efecto UND, fueron puntos ganadores.
- 4. Se observó que el efecto menos frecuente en los servicios del jugador internacional es el TOP, con una frecuencia del $10\,\%$.

4. EFECTO (SPIN)/(SPIN_) Y CIRCUNSTANCIA DE LA TERCERA BOLA (CIRC)/(CIRC_)

La tabla de contingencia para Efecto en el servicio (X_1) y Circunstancia de la Tercera Bola (X_5) se muestra en la Tabla A.6.

Tabla A.6: Tabla de Contingencia para SPIN y CIRC

			Ca	SOS			
	Vá	lido	Per	rdido	To	otal	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
SPIN * CIRC 3a	191	56.8%	145	43.2%	336	100.0%	

				CIRC 3a		
			DISA	NAD	AD	Total
SPIN	TOP	Recuento	8	12	17	37
		Recuento esperado	4.5	13.2	19.4	37.0
		% del total	4.2%	6.3%	8.9%	19.4%
	NUT	Recuento	10	30	61	101
		Recuento esperado	12.2	36.0	52.9	101.0
		% del total	5.2%	15.7%	31.9%	52.9%
	UND	Recuento	5	26	22	53
		Recuento esperado	6.4	18.9	27.7	53.0
		% del total	2.6%	13.6%	11.5%	27.7%
Total		Recuento	23	68	100	191
		Recuento esperado	23.0	68.0	100.0	191.0
		% del total	12.0%	35.6%	52.4%	100.0%

- 1. El campeón nacional llegó a la instancia de la tercera bola $61.81\,\%$ de las ocasiones.
- 2. El campeón nacional se colocó en una situación de ventaja (AD) en el 52.4% de los puntos jugados a partir de su servicio.
- 3. El efecto que se ejecutó al inicio de la jugada y lo puso en circunstancia de ventaja 31.9 % de las ocasiones, es el efecto neutral (NUT).
- 4. Se colocó en una situación neutral o de no ventaja (NAD) $35.6\,\%$ de las ocasiones a partir de su servicio.

CAPÍTULO A PRUEBA DE HIPÓTESIS

La tabla de contingencia para Efecto en el servicio (Y_1) y Circunstancia de la Tercera Bola (Y_5) se muestra en la Tabla A.7:

Tabla A.7: Tabla de Contingencia para SPIN $_{\scriptscriptstyle -}$ y CIRC $_{\scriptscriptstyle -}$

	Casos						
	Válido		Perdido		Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
SPIN _ * CIRC 3a_	239	71.1%	97	28.9%	336	100.0%	

				CIRC 3a_		
			DISA_	NAD_	AD_	Total
SPIN_	TOP_	Recuento	3	7	15	25
		Recuento esperado	3.1	7.9	13.9	25.0
		% del total	1.3%	2.9%	6.3%	10.5%
	NUT_	Recuento	10	30	78	118
		Recuento esperado	14.8	37.5	65.7	118.0
		% del total	4.2%	12.6%	32.6%	49.4%
	UND_	Recuento	17	39	40	96
		Recuento esperado	12.1	30.5	53.4	96.0
		% del total	7.1%	16.3%	16.7%	40.2%
Total		Recuento	30	76	133	239
		Recuento esperado	30.0	76.0	133.0	239.0
		% del total	12.6%	31.8%	55.6%	100.0%

- Del total de los puntos observados, se llegó a la ejecución de la tercera bola en 239 ocasiones.
- 2. El jugador internacional llegó a esta instancia $9.74\,\%$ más que el campeón nacional.
- 3. El jugador internacional se colocó en una situación de ventaja (AD) en el 55.6 % de los puntos jugados a partir de su servicio.
- 4. El efecto que se ejecutó al inicio de la jugada y lo puso en circunstancia de ventaja 32.6 % de las ocasiones, es el efecto neutral (NUT).
- 5. Se colocó en una situación neutral o de no ventaja (NAD) $32.6\,\%$ de las ocasiones a partir de su servicio.

$5.PROFUNDIDAD~(PROF)/(PROF_-)~Y~CIRCUNSTANCIA~DE$ LA TERCERA BOLA (CIRC)/(CIRC_-)

La tabla de contingencia para Profundidad en el servicio (X_2) y Circunstancia de la Tercera Bola (X_5) se muestra en la Tabla A.8

Tabla A.8: Tabla de Contingencia para PROF y CIRC

Resumen de procesamiento de casos

			Ca	ISOS			
	Vá	lido	Per	rdido	To	otal	
	Ν	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
PROF * CIRC 3a * TIPOJ	430	60.6%	280	39.4%	710	100.0%	

				CIRC 3a								
			DISA	NAD	AD	Total						
PROF	P1	Recuento	5	22	16	43						
		Recuento esperado	5.2	15.3	22.5	43.0						
		% del total	2.6%	11.5%	8.4%	22.5%						
	P2	Recuento	13	26	57	96						
		Recuento esperado	11.6	34.2	50.3	96.0						
		% del total	6.8%	13.6%	29.8%	50.3%						
	P3	Recuento	5	20	27	52						
								Recuento esperado	6.3	18.5	27.2	52.0
		% del total	2.6%	10.5%	14.1%	27.2%						
Total		Recuento	23	68	100	191						
		Recuento esperado	23.0	68.0	100.0	191.0						
		% del total	12.0%	35.6%	52.4%	100.0%						

- 1. Con servicios cortos (P1), se colocó en una circunstancia de no ventaja (NAD) $11.5\,\%$ de las ocasiones.
- 2. Ejecutando un servicio medianamente largo (P2), se colocó en ventaja $29.8\,\%$ de las ocasiones.
- 3. Con servicios largos o profundos (P3) se colocó mayormente en situación de ventaja (AD) $14.1\,\%$.

CAPÍTULO A PRUEBA DE HIPÓTESIS

La Tabla de Contingencia Para Profundidad en el servicio (Y_2) y Circunstancia de la Tercera Bola (Y_5) se muestra en la Tabla A.9

Tabla A.9: Tabla de Contingencia para PROF $_{\!-}$ y CIRC $_{\!-}$

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PROF_* CIRC 3a_	239	71.1%	97	28.9%	336	100.0%

				CIRC 3a_		
			DISA_	NAD_	AD_	Total
PROF_	P1	Recuento	14	34	39	87
		Recuento esperado	10.9	27.7	48.4	87.0
		% del total	5.9%	14.2%	16.3%	36.4%
	P2	Recuento	13	33	76	122
		Recuento esperado	15.3	38.8	67.9	122.0
		% del total	5.4%	13.8%	31.8%	51.0%
	P3	Recuento	3	9	18	30
		Recuento esperado	3.8	9.5	16.7	30.0
		% del total	1.3%	3.8%	7.5%	12.6%
Total		Recuento	30	76	133	239
		Recuento esperado	30.0	76.0	133.0	239.0
		% del total	12.6%	31.8%	55.6%	100.0%

- 1. Con servicios cortos (P1), se colocó en una circunstancia de ventaja (AD) $16.3\,\%$ de las ocasiones.
- 2. Ejecutando un servicio medianamente largo (P2), se colocó en ventaja $31.8\,\%$ de las ocasiones.
- 3. Con servicios largos o profundos (P3) se colocó mayormente en situación de ventaja (AD) $7.5\,\%$.

6. RECEPCIÓN DEL OPONENTE (ROP)/(ROP $_{\!\scriptscriptstyle -}$) Y RESULTADO DE LA JUGADA (RST1)/(RST1 $_{\!\scriptscriptstyle -}$)

La tabla de contingencia para Recepción del oponente (X_3) y Resultado de la jugada (X_6) , se muestra en la Tabla A.10.

Tabla A.10: Tabla de Contingencia para ROP y RST1

			Ca	SOS			
	Válido		Perdido		Total		
	Ν	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
R OP * RST1	309	92.0%	27	8.0%	336	100.0%	

			RST1				
			PERDIÓ	GANÓ	Total		
R OP	PASIVA	Recuento	52	118	170		
		Recuento esperado	66.6	103.4	170.0		
		% del total	16.8%	38.2%	55.0%		
	ACTIVA	Recuento	69	70	139		
		Recuento esperado	54.4	84.6	139.0		
		% del total	22.3%	22.7%	45.0%		
Total		Recuento	121	188	309		
		Recuento esperado	121.0	188.0	309.0		
		% del total	39.2%	60.8%	100.0%		

- 1. $55.92\,\%$ de los servicios del campeón nacional mexicano generaron recepciones pasivas en su oponente.
- $2.\ 38.2\,\%$ de las recepciones pasivas del oponente terminaron en puntos ganadores para el campeón nacional.
- 3. 22.3% de las recepciones activas del oponente fueron puntos perdidos.
- 4. El campeón nacional gana más de 2 puntos por cada punto perdido, a partir de una recepción pasiva.

La Tabla de Contingencia Para Recepción del Oponente (Y_3) y Resultado de la jugada (Y_6) se muestra en la Tabla A.11

Tabla A.11: Tabla de Contingencia para ROP_y RST1_

	Casos					
Válido		Perdido		Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
R OP_*RST1_	334	99.4%	2	0.6%	336	100.0%

			RST	1_	
			PERDIÓ	GANÓ	Total
R OP_	PASIVA	Recuento	85	108	193
		Recuento esperado	93.6	99.4	193.0
		% del total	25.4%	32.3%	57.8%
	ACTIVA	Recuento	77	64	141
		Recuento esperado	68.4	72.6	141.0
		% del total	23.1%	19.2%	42.2%
Total		Recuento	162	172	334
		Recuento esperado	162.0	172.0	334.0
		% del total	48.5%	51.5%	100.0%

- 1. $57.8\,\%$ de los servicios del jugador internacional generaron recepciones pasivas en su oponente.
- 2. 32.3% de las recepciones pasivas del oponente terminaron en puntos ganadores para el jugador internacional.
- 3. 23.1% de las recepciones activas del oponente fueron puntos perdidos para el jugador internacional.

7. RECEPCIÓN PROPIA (RPROP)/(RPROP_) Y RESULTADO DE LA JUGADA EN RECEPCIÓN (RST2)/(RST2_)

La tabla de contingencia Para Recepción $\operatorname{Propia}(X_7)$ y Resultado de la jugada 2 (X_8) se muestra en la Tabla A.12:

Tabla A.12: Tabla de Contingencia para RPROP y RST2

	Casos					
	Vá	lido	Perdido		Total	
	Ν	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
R PROP * RST2	292	86.9%	44	13.1%	336	100.0%

			RS'	Т2	
			perdió	ganó	Total
R PROP	RECEPTOR PASIVO	Recuento	105	59	164
		Recuento esperado	103.9	60.1	164.0
		% del total	36.0%	20.2%	56.2%
	RECEPTOR ACTIVO	Recuento	80	48	128
		Recuento esperado	81.1	46.9	128.0
		% del total	27.4%	16.4%	43.8%
Total		Recuento	185	107	292
		Recuento esperado	185.0	107.0	292.0
		% del total	63.4%	36.6%	100.0%

- 1. El campeón nacional perdió $63.4\,\%$ de los puntos jugados a partir de su recepción.
- $2.~56.2\,\%$ fueron recepciones pasivas por parte del campe
ón nacional.
- 3. 36 % de los puntos jugados a partir de la recepción pasiva del campeón nacional, terminaron en puntos perdidos.
- 4. El campeón nacional ganó $16.4\,\%$ de los puntos con una recepción activa.
- 5. El campeón nacional perdió $27.4\,\%$ de los puntos jugados, realizando una recepción activa.

La Tabla de Contingencia Para Recepción Propia (Y_7) y Resultado de la jugada 2 (Y_8) se muestra en la Tabla A.13:

Tabla A.13: Tabla de Contingencia para RPROP $_{\scriptscriptstyle -}$ y RST2 $_{\scriptscriptstyle -}$

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	Ν	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
R PROP_*RST2_	318	94.6%	18	5.4%	336	100.0%

			RST	2_	
			PERDIÓ	GANÓ	Total
R PROP_	PASIVA	Recuento	114	92	206
		Recuento esperado	110.1	95.9	206.0
		% del total	35.8%	28.9%	64.8%
	ACTIVA	Recuento	56	56	112
		Recuento esperado	59.9	52.1	112.0
		% del total	17.6%	17.6%	35.2%
Total		Recuento	170	148	318
		Recuento esperado	170.0	148.0	318.0
		% del total	53.5%	46.5%	100.0%

- 1. El jugador internacional perdió el 53.5 % de los puntos jugados a partir de su recepción.
- 2. 64.8% fueron recepciones pasivas por parte del jugador internacional.
- $3.~35.8\,\%$ de los puntos jugados generaron recepciones pasivas por parte del jugador internacional, y terminaron en puntos perdidos.
- 4. El jugador internacional ganó $17.6\,\%$ de los puntos con una recepción activa.
- 5. El jugador internacional ganó $28.9\,\%$ de los puntos jugados realizando una recepción pasiva.
- 6. Se obervó la misma frecuencia entre puntos ganados y puntos perdidos a partir de una recepción activa.

8. CIRCUNSTANCIA DE LA TERCERA BOLA (CIRC)/(CIRC_) Y RESULTADO DE LA JUGADA (RST1)/(RST1_)

Habla de contingencia para Circunstancia de la tercera bola (X_5) y Resultado de la jugada (X_6) se muestra en la Tabla A.14:

Tabla A.14: Tabla de Contingencia para CIRC y RST1

	Casos						
	Vá	lido	Per	Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
CIRC 3a * RST1	191	56.8%	145	43.2%	336	100.0%	

			RS	T1	
			PERDIÓ	GANÓ	Total
CIRC 3a	DISA	Recuento	16	7	23
		Recuento esperado	7.8	15.2	23.0
		% del total	8.4%	3.7%	12.0%
	NAD	Recuento	31	37	68
		Recuento esperado	23.1	44.9	68.0
		% del total	16.2%	19.4%	35.6%
	AD	Recuento	18	82	100
		Recuento esperado	34.0	66.0	100.0
		% del total	9.4%	42.9%	52.4%
Total		Recuento	65	126	191
		Recuento esperado	65.0	126.0	191.0
		% del total	34.0%	66.0%	100.0%

- 1. $42.9\,\%$ de las ocasiones, el campeón nacional se colocó en circunstancia de ventaja (AD) y logró ganar el punto.
- 2. En situación de desventaja sólo pudo ganar 3.7 % de las ocasiones.
- 3. 9.4 % de las veces, se encontró en circunstancia de ventaja pero perdió el punto.
- 4. En circunstancia de neutralidad o no ventaja (NAD) ganó 19.4 %, que es próximo al $16.2\,\%$ que representa a los puntos perdidos.

La tabla de contingencia para Circunstancia de la tercera bola (Y_5) y Resultado de la jugada (Y_6) se muestra en la Tabla A.15

Tabla A.15: Tabla de Contingencia para CIRC_ y RST1_

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
CIRC 3a_*RST1_	239	71.1%	97	28.9%	336	100.0%

			RST1_		
			PERDIÓ	GANÓ	Total
CIRC 3a_	DISA_	Recuento	23	7	30
		Recuento esperado	12.7	17.3	30.0
		% del total	9.6%	2.9%	12.6%
	NAD_	Recuento	45	31	76
		Recuento esperado	32.1	43.9	76.0
		% del total	18.8%	13.0%	31.8%
	AD_	Recuento	33	100	133
		Recuento esperado	56.2	76.8	133.0
		% del total	13.8%	41.8%	55.6%
Total		Recuento	101	138	239
		Recuento esperado	101.0	138.0	239.0
		% del total	42.3%	57.7%	100.0%

- 1. $41.8\,\%$ de las ocasiones, el jugador internacional se colocó en circunstancia de ventaja (AD) y logró ganar el punto.
- 2. En situación de desventaja sólo pudo ganar $2.9\,\%$ de las ocasiones.
- 3. $13.8\,\%$ de las veces se encontró en circunstancia de ventaja, pero perdió el punto.
- 4. En circunstancia de neutralidad o no ventaja (NAD) ganó 13 %,
y perdió $16.2\,\%.$

9. COLOCACIÓN DE LA TERCERA BOLA (PLAC)/(PLAC $_{-}$) Y RESULTADO DE LA JUGADA (RST1)/(RST1 $_{-}$)

La tabla de contingencia Para Colocación de la tercera bola (X_4) y Resultado de la jugada (X_6) se muestra en la Tabla A.16:

Tabla A.16: Tabla de Contingencia para PLAC y RST1

	Casos				
Vá	lido	Per	dido	Total	
N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PLACE * RST1 191	56.8%	145	43.2%	336	100.0%

			T1		
			Total		
PLACE	FH	Recuento	15	47	62
		Recuento esperado	21.1	40.9	62.0
		% del total	7.9%	24.6%	32.5%
	M	Recuento	36	60	96
		Recuento esperado	32.7	63.3	96.0
		% del total	18.8%	31.4%	50.3%
	вн	Recuento	14	19	33
		Recuento esperado	11.2	21.8	33.0
		% del total	7.3%	9.9%	17.3%
Total		Recuento	65	126	191
		Recuento esperado	65.0	126.0	191.0
		% del total	34.0%	66.0%	100.0%

- 1. 61.81% de las ocasiones de servicio del campeón nacional, se llegó a la instancia de la tercera bola.
- 2. El 50.3% de los tiros del campeón nacional en la ejecución de la tercera bola fueron ubicados en la zona media (M).
- 3. Sólamente el $17.3\,\%$ de los tiros en tercara bola cayeron en la zona de revés o backhand (BH).
- 4. El 31.4% de los tiros fueron puntos ganadores en la zona media (M).
- 5. $24.6\,\%$ de los tiros fueron ganados en la zona de derecha o forehand (FH).

La tabla de contingencia para Colocación de la tercera bola (Y_4) y Resultado de la jugada (Y_6) se muestra en la Tabla A.17

Tabla A.17: Tabla de Contingencia para PLAC $_{\!\scriptscriptstyle -}$ y RST1 $_{\!\scriptscriptstyle -}$

	Casos						
	Vá	ilido	Per	Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
PLACE_*RST1_	236	70.2%	100	29.8%	336	100.0%	

			RST	1_	
			PERDIÓ	GANÓ	Total
PLACE_	FH	Recuento	33	47	80
		Recuento esperado	33.2	46.8	80.0
		% del total	14.0%	19.9%	33.9%
	M	Recuento	31	44	75
		Recuento esperado	31.1	43.9	75.0
		% del total	13.1%	18.6%	31.8%
	ВН	Recuento	34	47	81
		Recuento esperado	33.6	47.4	81.0
		% del total	14.4%	19.9%	34.3%
Total		Recuento	98	138	236
		Recuento esperado	98.0	138.0	236.0
		% del total	41.5%	58.5%	100.0%

- 1. 71.55% de las ocasiones de servicio del jugador internacional se llegó a la instancia de la tercera bola.
- 2. El $33.9\,\%$ de los tiros del jugador internacional en la ejecución de la tercera bola fueron ubicados en la zona de derecha o forehand (FH).
- 3. El 31.8 % de los tiros en tercera bola cayeron en la zona media (M).
- 4. El $34.3\,\%$ de los tiros en tercera bola fueron ubicados en la zona de revés o backhand (BH).
- 5. Se observaron las mismas frecuencias de puntos ganados con tercera bola colocada en zona de derecha (FH) y en zona de revés (BH).

10. COLOCACIÓN DE LA TERCERA BOLA (PLAC)/(PLAC_) Y CIRCUNSTANCIA DE LA TERCERA BOLA (CIRC)/(CIRC_)

La tabla de contingencia para oolocación de la tercera bola (X_4) y Circunstancia de la tercera Bola (X_5) se muestra en la Tabla A.18:

Tabla A.18: Tabla de Contingencia para PLAC y CIRC

	Casos					
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PLACE * CIRC 3a	191	56.8%	145	43.2%	336	100.0%

				CIRC 3a		
			DISA	NAD	AD	Total
PLACE	FH	Recuento	5	16	41	62
		Recuento esperado	7.5	22.1	32.5	62.0
		% del total	2.6%	8.4%	21.5%	32.5%
	M	Recuento	13	41	42	96
		Recuento esperado	11.6	34.2	50.3	96.0
		% del total	6.8%	21.5%	22.0%	50.3%
	ВН	Recuento	5	11	17	33
		Recuento esperado	4.0	11.7	17.3	33.0
		% del total	2.6%	5.8%	8.9%	17.3%
Total		Recuento	23	68	100	191
		Recuento esperado	23.0	68.0	100.0	191.0
		% del total	12.0%	35.6%	52.4%	100.0%

- 1. De los tiros que el campeón nacional realiza a la zona media en la tercera bola, 44 % lo colocaron en circunstancia de ventaja (AD).
- De los tiros que realizó el campeón nacional y lo colocaron en circunstancia de no ventaja (NAD), el 60.39 % fueron tiros a la zona media (M)
- 3. $21.5\,\%$ corresponde a tiros de tercera bola en zona media que provocaron una circunstancia de ventaja para el campeón nacional.
- 4. Sólo se colocó en situación de desventaja en tercera bola $12.0\,\%$ de las veces.

CAPÍTULO A PRUEBA DE HIPÓTESIS

La tabla de contingencia para Colocación de la tercera bola (Y_4) y Circunstancia de la tercera Bola (Y_5) se muestra en la Tabla A.19:

Tabla A.19: Tabla de Contingencia para PLAC $_{\!\scriptscriptstyle -}$ y CIRC $_{\!\scriptscriptstyle -}$

		Casos					
	Vá	lido	Perdido		Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
PLACE_* CIRC 3a_	236	70.2%	100	29.8%	336	100.0%	

				CIRC 3a_		
			DISA_	NAD_	AD_	Total
PLACE_	FH	Recuento	9	20	51	80
		Recuento esperado	9.2	25.8	45.1	80.0
		% del total	3.8%	8.5%	21.6%	33.9%
	M	Recuento	11	30	34	75
		Recuento esperado	8.6	24.2	42.3	75.0
		% del total	4.7%	12.7%	14.4%	31.8%
	ВН	Recuento	7	26	48	81
		Recuento esperado	9.3	26.1	45.6	81.0
		% del total	3.0%	11.0%	20.3%	34.3%
Total		Recuento	27	76	133	236
		Recuento esperado	27.0	76.0	133.0	236.0
		% del total	11.4%	32.2%	56.4%	100.0%

- De los tiros que el jugador internacional realiza a la zona de derecha o forehand (FH) en la tercera bola, 63 % lo colocaron en circunstancia de ventaja (AD).
- De los tiros que el jugador internacional realiza a la zona de revés o backhand (BH) en la tercera bola, 59.18 % lo colocaron en circunstancia de ventaja (AD).
- De los tiros que realizó el jugador internacional y lo colocaron en circunstancia de no ventaja (NAD), el 34.16 % fueron tiros a la zona de revés o backhand (BH)
- 4. 21.6 % corresponde a tiros de tercera bola en zona de derecha o forehand (FH) que provocaron una circunstancia de ventaja para el campeón nacional.
- 5. El jugador internacional se colocó en situación de desventaja en tercera bola $11.0\,\%$ de las ocasiones.

11. RECEPCIÓN DEL OPONENTE (ROP)/(ROP $_{-}$) Y COLOCACIÓN DE LA TERCERA BOLA (PLAC)/(PLAC $_{-}$)

La tabla de contingencia para Recepción del oponente (X_3) y Colocación de la tercera Bola (X_4) es la siguiente:

Tabla A.20: Tabla de Contingencia para ROP y PLAC

	Casos						
	Vá	lido	Per	dido	Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
R OP * PLACE	191	56.8%	145	43.2%	336	100.0%	

				PLACE		
			FH	M	вн	Total
R OP	PASIVA	Recuento	46	64	17	127
		Recuento esperado	41.2	63.8	21.9	127.0
		% dentro de R OP	36.2%	50.4%	13.4%	100.0%
		% dentro de PLACE	74.2%	66.7%	51.5%	66.5%
		% del total	24.1%	33.5%	8.9%	66.5%
	ACTIVA	Recuento	16	32	16	64
		Recuento esperado	20.8	32.2	11.1	64.0
		% dentro de R OP	25.0%	50.0%	25.0%	100.0%
		% dentro de PLACE	25.8%	33.3%	48.5%	33.5%
		% del total	8.4%	16.8%	8.4%	33.5%
Total		Recuento	62	96	33	191
		Recuento esperado	62.0	96.0	33.0	191.0
		% dentro de R OP	32.5%	50.3%	17.3%	100.0%
		% dentro de PLACE	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	32.5%	50.3%	17.3%	100.0%

- El campeón nacional mexicano alcanzó la instancia de la tercera bola en el 56.8 % de los puntos jugados a partir de su servicio.
- 2.65% de las recepciones del oponente fueron recepciones pasivas.
- 3. 66 % de los puntos jugados a partir del servicio del campeón nacional mexicano, generaron recepciones pasivas.
- 4. De las recepciones activas que se generaron, el $50\,\%$ fueron seguidas por un tiro de tercera bola a la zona media.
- 5. Sólo el 17.3 % de los tiros en tercera bola fueron ejecutados hacia la zona de revés o backhand (BH)

La tabla de contingencia para Recepción del oponente (Y_3) y Colocación de la tercera Bola (Y_4) es la siguiente:

Tabla A.21: Tabla de Contingencia para ${\rm ROP_-}\,{\rm y}$ PLAC_

		Casos					
	Válido		Perdido		Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
R OP_*PLACE_	236	70.2%	100	29.8%	336	100.0%	

				PLACE_		
			FH	M	ВН	Total
R OP_	PASIVA	Recuento	54	46	53	153
		Recuento esperado	51.9	48.6	52.5	153.0
		% dentro de R OP_	35.3%	30.1%	34.6%	100.0%
		% dentro de PLACE_	67.5%	61.3%	65.4%	64.8%
		% del total	22.9%	19.5%	22.5%	64.8%
	ACTIVA	Recuento	26	29	28	83
		Recuento esperado	28.1	26.4	28.5	83.0
		% dentro de R OP_	31.3%	34.9%	33.7%	100.0%
		% dentro de PLACE_	32.5%	38.7%	34.6%	35.2%
		% del total	11.0%	12.3%	11.9%	35.2%
Total		Recuento	80	75	81	236
		Recuento esperado	80.0	75.0	81.0	236.0
		% dentro de R OP_	33.9%	31.8%	34.3%	100.0%
		% dentro de PLACE_	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	33.9%	31.8%	34.3%	100.0%

- El jugador internacional alcanzó la instancia de la tercera bola en el 70.2 % de los puntos jugados a partir de su servicio.
- 2. 35.2% de las recepciones del oponente fueron recepciones pasivas.
- 3. De las recepciones activas que se generaron, el $34.9\,\%$ fueron seguidas por un tiro de tercera bola a la zona media.
- 4. Se observa que el jugador internacional distribuye en apróximadamente 33 % los tiros en tercera bola, a cada una de las zonas de la mesa, aparentemente sin importar el tipo de recepción que haya generado su oponente.
- 5. A partir de una recepción activa, la colocación de la tercera bola, se distribuyó 31.3 % en zona de derecha o forehand (FH), 34.9 % en zona media (M), y 33.7 % en zona de revés o backhand (BH).

12. EFECTO (SPIN) Y COLOCACIÓN DE LA TERCERA BOLA (PLAC)

La tabla de contingencia para Efecto (X_1) y Colocación de la tercera bola (X_4) es la siguiente:

Tabla A.22: Tabla de Contingencia para SPIN y PLAC

		Casos						
	Vá	lido	Perdido		Total			
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje		
SPIN * PLACE	191	56.8%	145	43.2%	336	100.0%		

				PLACE		
			FH	M	вн	Total
SPIN	TOP	Recuento	14	16	7	37
		Recuento esperado	12.0	18.6	6.4	37.0
		% dentro de SPIN	37.8%	43.2%	18.9%	100.0%
		% dentro de PLACE	22.6%	16.7%	21.2%	19.4%
		% del total	7.3%	8.4%	3.7%	19.4%
	NUT	Recuento	30	54	17	101
		Recuento esperado	32.8	50.8	17.5	101.0
		% dentro de SPIN	29.7%	53.5%	16.8%	100.0%
		% dentro de PLACE	48.4%	56.3%	51.5%	52.9%
		% del total	15.7%	28.3%	8.9%	52.9%
	UND	Recuento	18	26	9	53
		Recuento esperado	17.2	26.6	9.2	53.0
		% dentro de SPIN	34.0%	49.1%	17.0%	100.0%
		% dentro de PLACE	29.0%	27.1%	27.3%	27.7%
		% del total	9.4%	13.6%	4.7%	27.7%
Total		Recuento	62	96	33	191
		Recuento esperado	62.0	96.0	33.0	191.0
		% dentro de SPIN	32.5%	50.3%	17.3%	100.0%
		% dentro de PLACE	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	32.5%	50.3%	17.3%	100.0%

- 1. La mayoría de los tiros de tercera bola $(50.3\,\%)$ fueron colocados en la zona media (M).
- 2. Se observa mayor frecuencia en los tiros de tercera bola a zona media, a partir de un servicio con efecto neutral.
- 3. Los tiros a zona de revés o backhand (BH) a partir de un servicio con top (TOP), o a partir de un servicio con efecto under (UND) fueron los menos observados con porcentajes 3.7 % y 4.7 %, respectivamente.

La tabla de contingencia para Efecto (Y_1) y Colocación de la tercera bola (Y_4) es la siguiente:

Tabla A.23: Tabla de Contingencia para SPIN $_{\scriptscriptstyle -}$ y PLAC $_{\scriptscriptstyle -}$

	Casos					
	Vá	lido	Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
SPIN _ * PLACE_	236	70.2%	100	29.8%	336	100.0%

				PLACE_		
			FH	M M	вн	Total
SPIN_	TOP_	Recuento	9	6	9	24
		Recuento esperado	8.1	7.6	8.2	24.0
		% dentro de SPIN _	37.5%	25.0%	37.5%	100.0%
		% dentro de PLACE_	11.3%	8.0%	11.1%	10.2%
		% del total	3.8%	2.5%	3.8%	10.2%
	NUT_	Recuento	48	34	35	117
		Recuento esperado	39.7	37.2	40.2	117.0
		% dentro de SPIN _	41.0%	29.1%	29.9%	100.0%
		% dentro de PLACE_	60.0%	45.3%	43.2%	49.6%
		% del total	20.3%	14.4%	14.8%	49.6%
	UND_	Recuento	23	35	37	95
		Recuento esperado	32.2	30.2	32.6	95.0
		% dentro de SPIN _	24.2%	36.8%	38.9%	100.0%
		% dentro de PLACE_	28.7%	46.7%	45.7%	40.3%
		% del total	9.7%	14.8%	15.7%	40.3%
Total		Recuento	80	75	81	236
		Recuento esperado	80.0	75.0	81.0	236.0
		% dentro de SPIN _	33.9%	31.8%	34.3%	100.0%
		% dentro de PLACE_	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	33.9%	31.8%	34.3%	100.0%

- Se observa mayor frecuencia (20.3%) en tiros de tercera bola a zona de forehand (FH), a partir de un servicio con efecto neutral (NUT).
- 2. Los servicios con efecto top (TOP) tuvieron frecuencias muy bajas $(\sim 8\%)$.
- 3. Los tiros a zona de revés o backhand (BH) a partir de un servicio con top (TOP), o a partir de un servicio con efecto under (UND), fueron los menos observados con porcentajes 3.7 % y 4.7 %, respectivamente.

13. PROFUNDIDAD (PROF)/(PROF $_{\!\scriptscriptstyle -}$) Y COLOCACIÓN DE LA TERCERA BOLA (PLAC)/(PLAC $_{\!\scriptscriptstyle -}$)

La tabla de contingencia para Profundidad (X_2) y Colocación de la tercera bola (X_4) es la siguiente:

Tabla A.24: Tabla de Contingencia para PROF y PLAC

	Casos					
	Válido		Perdido Total			
	Ν	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PROF * PLACE	191	56.8%	145	43.2%	336	100.0%

				PLACE		
			FH	M	вн	Total
PROF	P1	Recuento	13	24	6	43
		Recuento esperado	14.0	21.6	7.4	43.0
		% dentro de PROF	30.2%	55.8%	14.0%	100.0%
		% dentro de PLACE	21.0%	25.0%	18.2%	22.5%
		% del total	6.8%	12.6%	3.1%	22.5%
	P2	Recuento	35	45	16	96
		Recuento esperado	31.2	48.3	16.6	96.0
		% dentro de PROF	36.5%	46.9%	16.7%	100.0%
		% dentro de PLACE	56.5%	46.9%	48.5%	50.3%
		% del total	18.3%	23.6%	8.4%	50.3%
	Р3	Recuento	14	27	11	52
		Recuento esperado	16.9	26.1	9.0	52.0
		% dentro de PROF	26.9%	51.9%	21.2%	100.0%
		% dentro de PLACE	22.6%	28.1%	33.3%	27.2%
		% del total	7.3%	14.1%	5.8%	27.2%
Total		Recuento	62	96	33	191
		Recuento esperado	62.0	96.0	33.0	191.0
		% dentro de PROF	32.5%	50.3%	17.3%	100.0%
		% dentro de PLACE	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	32.5%	50.3%	17.3%	100.0%

- 1. El 23.6 % de los puntos jugados comenzaron a partir de un servicio medianamente profundo (P_2) , y la ejecución de la tercera bola fue realizada a la zona media (M).
- 2. Los servicios cortos no se observaron con frecuencia, pero del total de servicios cortos $(22.5\,\%)$, el 14 % fue seguido de un tiro de tercera bola a zona de revés.

La Tabla de Contingencia para Profundidad (Y_2) y Colocación de la tercera bola (Y_4) es la siguiente:

Tabla A.25: Tabla de Contingencia para PROF $_{\!-}$ y PLAC $_{\!-}$

		Casos				
	Válido		Perdido		Total	
	Ν	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PROF_*PLACE_	236	70.2%	100	29.8%	336	100.0%

				PLACE_		
			FH	M	вн	Total
PROF_	P1	Recuento	26	27	34	87
		Recuento esperado	29.5	27.6	29.9	87.0
		% dentro de PROF_	29.9%	31.0%	39.1%	100.0%
		% dentro de PLACE_	32.5%	36.0%	42.0%	36.9%
		% del total	11.0%	11.4%	14.4%	36.9%
	P2	Recuento	41	43	36	120
		Recuento esperado	40.7	38.1	41.2	120.0
		% dentro de PROF_	34.2%	35.8%	30.0%	0% 100.0% 4% 50.8%
		% dentro de PLACE_	51.2%	57.3%	44.4%	
		% del total	17.4%	18.2%	2% 15.3%	50.8%
	P3	Recuento	13	5	11	29
		Recuento esperado	9.8	9.2	10.0	29.0
		% dentro de PROF_	44.8%	17.2%	37.9%	100.0%
		% dentro de PLACE_	16.3%	6.7%	13.6%	12.3%
		% del total	5.5%	2.1%	4.7%	12.3%
Total		Recuento	80	75	81	236
		Recuento esperado	80.0	75.0	81.0	236.0
		% dentro de PROF_	33.9%	31.8%	34.3%	100.0%
		% dentro de PLACE_	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	33.9%	31.8%	34.3%	100.0%

- 1. El 23.6 % de los puntos jugados comenzaron a partir de un servicio medianamente profundo (P_2) y la ejecución de la tercera bola fue realizada a la zona media (M).
- 2. Los servicios largo no se observaron con altas frecuencias, pero del total de servicios largos (P_3) (12.3%), el 37.9% fue seguido de un tiro de tercera bola a zona de revés o backhand (BH).

14. RECEPCIÓN DEL OPONENTE (ROP)/(ROP_) Y CIR-CUNSTANCIA DE LA TERCERA BOLA (CIRC)/(CIRC_)

La tabla de contingencia para Recepción del oponente (X_3) y Circunstancian de la tercera bola (X_5) es la siguiente:

Tabla A.26: Tabla de Contingencia para ROP y CIRC

			Ca	ISOS				
	Vá	lido	Per	rdido	To	Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje		
R OP * CIRC 3a	191	56.8%	145	43.2%	336	100.0%		

				CIRC 3a		
			DISA	NAD	AD	Total
R OP	PASIVA	Recuento	9	42	76	127
		Recuento esperado	15.3	45.2	66.5	127.0
		% dentro de R OP	7.1%	33.1%	59.8%	100.0%
		% dentro de CIRC 3a	39.1%	61.8%	76.0%	66.5%
		% del total	4.7%	22.0%	39.8%	66.5%
	ACTIVA	Recuento	14	26	24	64
		Recuento esperado	7.7	22.8	33.5	64.0
		% dentro de R OP	21.9%	40.6%	37.5%	100.0%
		% dentro de CIRC 3a	60.9%	38.2%	24.0%	33.5%
		% del total	7.3%	13.6%	12.6%	33.5%
Total		Recuento	23	68	100	191
		Recuento esperado	23.0	68.0	100.0	191.0
		% dentro de R OP	12.0%	35.6%	52.4%	100.0%
		% dentro de CIRC 3a	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	12.0%	35.6%	52.4%	100.0%

- 1. Las recepciones pasivas y una situación de ventaja (AD) en la ejecución de la tercera bola se observó $59.8\,\%$.
- 2. Las recepciones activas y una situación de no ventaja (NAD) en la ejecución de la tercera bola se observó $40.6\,\%$.
- 3. Las recepciones pasivas y una situación de desventaja en la ejecución de la tercera bola sólo se observó en un 4.7%.

CAPÍTULO A PRUEBA DE HIPÓTESIS

La tabla de contingencia para Recepción del oponente (Y_3) y Circunstancia de la tercera bola (Y_5) es la siguiente:

Tabla A.27: Tabla de Contingencia para ROP_ y CIRC_

		Casos				
	Válido		Perdido		Total	
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
R OP_* CIRC 3a_	239	71.1%	97	28.9%	336	100.0%

				CIRC 3a_		
			DISA_	NAD_	AD_	Total
R OP_	PASIVA	Recuento	20	48	85	153
		Recuento esperado	19.2	48.7	85.1	153.0
		% dentro de R OP_	13.1%	31.4%	55.6%	100.0%
		% dentro de CIRC 3a_	66.7%	63.2%	63.9%	64.0%
		% del total	8.4%	20.1%	35.6%	64.0%
	ACTIVA	Recuento	10	28	48	86
		Recuento esperado	10.8	27.3	47.9	86.0
		% dentro de R OP_	11.6%	32.6%	55.8%	100.0%
		% dentro de CIRC 3a_	33.3%	36.8%	36.1%	36.0%
		% del total	4.2%	11.7%	20.1%	36.0%
Total		Recuento	30	76	133	239
		Recuento esperado	30.0	76.0	133.0	239.0
		% dentro de R OP_	12.6%	31.8%	55.6%	100.0%
		% dentro de CIRC 3a_	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	12.6%	31.8%	55.6%	100.0%

- 1. La recepción pasiva y una situación de ventaja (AD) en la ejecución de la tercera bola se observó $55.6\,\%$.
- 2. Las recepciones activas y una situación de ventaja (AD) en la ejecución de la tercera bola se observó $55.8\,\%$.
- 3. Las recepciones pasivas y una situación de desventaja en la ejecución de la tercera bola se observó en un $13.1\,\%$.

15. EFECTO (SPIN)/(SPIN_) Y RECEPCIÓN DEL OPONENTE (ROP)/(ROP_)

La Tabla de Contingencia Para Efecto (X_1) y Recepción del oponente (X_3) es la siguiente:

Tabla A.28: Tabla de Contingencia para SPIN y ROP

		Casos						
	Válido		Perdido		To	Total		
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje		
SPIN*R OP	309	92.0%	27	8.0%	336	100.0%		

			R	OP	
			PASIVA	ACTIVA	Total
SPIN	TOP	Recuento	11	49	60
		Recuento esperado	33.0	27.0	60.0
		% dentro de SPIN	18.3%	81.7%	100.0%
		% dentro de R OP	6.5%	35.3%	19.4%
		% del total	3.6%	15.9%	19.4%
	NUT	Recuento	85	63	148
		Recuento esperado	81.4	66.6	148.0
		% dentro de SPIN	57.4%	42.6%	100.0%
		% dentro de R OP	50.0%	45.3%	47.9%
		% del total	27.5%	20.4%	47.9%
	UND	Recuento	74	27	101
		Recuento esperado	55.6	45.4	101.0
		% dentro de SPIN	73.3%	26.7%	100.0%
		% dentro de R OP	43.5%	19.4%	32.7%
		% del total	23.9%	8.7%	32.7%
Total		Recuento	170	139	309
		Recuento esperado	170.0	139.0	309.0
		% dentro de SPIN	55.0%	45.0%	100.0%
		% dentro de R OP	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	55.0%	45.0%	100.0%

- 1. Los servicios con efecto top (TOP) fueron seguidos de recepciones activas (42.6%) y de recepciones pasivas (57.4%).
- 2. Los servicios con efecto under (UND) fueron seguidos de recepciones activas (73.3%).
- 3. Los servicios con efecto top fueron los que generaron más recepciones activas, con un $81.7\,\%$ de total de servicios con top (TOP).

La tabla de contingencia para Efecto (Y_1) y Recepción del oponente (Y_3) es la siguiente:

Tabla A.29: Tabla de Contingencia para ${\rm SPIN_-}\,{\rm y}\,{\rm ROP_-}$

		Casos					
	Válido Perdido Total						
	Ν	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje	
SPIN_*ROP_	334	99.4%	2	0.6%	336	100.0%	

			RO	P_	
			PASIVA	ACTIVA	Total
SPIN_	TOP_	Recuento	7	27	34
		Recuento esperado	19.6	14.4	34.0
		% dentro de SPIN _	20.6%	79.4%	100.0%
		% dentro de R OP_	3.6%	19.1%	10.2%
NUT_	% del total	2.1%	8.1%	10.2%	
	NUT_	Recuento	85	68	153
		Recuento esperado	88.4	64.6	153.0
		% dentro de SPIN _	55.6%	44.4%	100.0%
		% dentro de R OP_	44.0%	48.2%	45.8%
		% del total	25.4%	20.4%	45.8%
	UND_	Recuento	101	46	147
		Recuento esperado	84.9	62.1	147.0
		% dentro de SPIN _	68.7%	31.3%	100.0%
		% dentro de R OP_	52.3%	32.6%	44.0%
		% del total	30.2%	13.8%	44.0%
Total		Recuento	193	141	334
		Recuento esperado	193.0	141.0	334.0
		% dentro de SPIN _	57.8%	42.2%	100.0%
		% dentro de R OP_	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	57.8%	42.2%	100.0%

- 1. Los servicios con efecto top (TOP) fueron seguidos de recepciones activas (79.4%) y de recepciones pasivas (20.6%).
- 2. Los servicios con efecto under (UND) fueron seguidos de recepciones activas (31.3%).
- 3. Los servicios con efecto neutral (NUT) fueron los que generaron recepciones activas y pasivas con frecuencias similares; $44.4\,\%$ y $55.6\,\%$, respectivamente.

16. PROFUNDIDAD (PROF)/(PROF $_{\!\scriptscriptstyle -}$) Y RECEPCIÓN DEL OPONENTE (ROP)/(ROP $_{\!\scriptscriptstyle -}$)

La tabla de contingencia Para Profundidad (X_2) y Recepción del oponente (X_3) es la siguiente:

Tabla A.30: Tabla de Contingencia para PROF y ROP

	Casos					
	Vá	lido	Per	dido	T	otal
	Ν	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PROF*ROP	309	92.0%	27	8.0%	336	100.0%

			R (
			PASIVA	ACTIVA	Total
PROF	P1	Recuento	49	12	61
		Recuento esperado	33.6	27.4	61.0
		% dentro de PROF	80.3%	19.7%	100.0%
		% dentro de R OP	28.8%	8.6%	19.7%
		% del total	15.9%	3.9%	19.7%
	P2	Recuento	84	73	157
P3		Recuento esperado	86.4	70.6	157.0
		% dentro de PROF	53.5%	46.5%	100.0%
		% dentro de R OP	49.4%	52.5%	50.8%
		% del total	27.2%	23.6%	50.8%
	P3	Recuento	37	54	91
		Recuento esperado	50.1	40.9	91.0
		% dentro de PROF	40.7%	59.3%	100.0%
		% dentro de R OP	21.8%	38.8%	29.4%
		% del total	12.0%	17.5%	29.4%
Total		Recuento	170	139	309
		Recuento esperado	170.0	139.0	309.0
		% dentro de PROF	55.0%	45.0%	100.0%
		% dentro de R OP	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	55.0%	45.0%	100.0%

- 1. Respecto de la profundidad, se observaron $55\,\%$ de recepciones pasivas.
- 2. Con servicios cortos (P_1) se observaron pocas recepciones activas; solamente el 19.7%.
- 3. Con servicios medianamente largos (P_2) , se observó un 53.5 % de recepciones pasivas.

La Tabla de Contingencia Para Profundidad (Y_2) y Recepción del oponente (Y_3) es la siguiente:

Tabla A.31: Tabla de Contingencia para PROF $_{\text{-}}$ y ROP $_{\text{-}}$

	Casos					
	Vá	lido	Per	dido	T	otal
	N	Porcentaje	N	Porcentaje	N	Porcentaje
PROF_*ROP_	334	99.4%	2	0.6%	336	100.0%

			RO		
			PASIVA	ACTIVA	Total
PROF_	P1	Recuento	91	18	109
		Recuento esperado	63.0	46.0	109.0
		% dentro de PROF_	83.5%	16.5%	100.0%
		% dentro de R OP_	47.2%	12.8%	32.6%
		% del total	27.2%	5.4%	32.6%
	P2	Recuento	87	92	179
		Recuento esperado	103.4	75.6	179.0
		% dentro de PROF_	48.6%	51.4%	100.0%
		% dentro de R OP_	45.1%	65.2%	53.6%
		% del total	26.0%	27.5%	53.6%
	P3	Recuento	15	31	46
		Recuento esperado	26.6	19.4	46.0
		% dentro de PROF_	32.6%	67.4%	100.0%
		% dentro de R OP_	7.8%	22.0%	13.8%
		% del total	4.5%	9.3%	13.8%
Total		Recuento	193	141	334
		Recuento esperado	193.0	141.0	334.0
		% dentro de PROF_	57.8%	42.2%	100.0%
		% dentro de R OP_	100.0%	100.0%	100.0%
		% del total	57.8%	42.2%	100.0%

- 1. Respecto de la profundidad, se observaron $57.8\,\%$ de recepciones pasivas.
- 2. Con servicios cortos (P_1) se observaron pocas recepciones activas; solamente el 16.5 %.
- 3. Con servicios medianamente largos (P_2) , se observó un 48.6 % de recepciones pasivas.

A.1. Prueba de Hipótesis

A partir de las parejas seleccionadas para la observación (vea Tabla A.32)se presentan los resultados de las pruebas de hipótesis que se realizaron a cada pareja seleccionadas utilizando las tablas de contingencia que se presentan en la sección anterior.

Tabla A.32: Parejas Seleccionadas para Prueba de Hipótesis

	Mexicano			Internacional	
Pareja	$variable X_i$	$variable X_j$	Pareja	$variable Y_i$	$variable Y_j$
1	SPIN	PROF	1	$SPIN_{-}$	$PROF_{-}$
2	PROF	RST1	2	$PROF_{-}$	$RST1_{-}$
3	SPIN	RST1	3	SPIN_{-}	$RST1_{-}$
4	SPIN	CIRC	4	$SPIN_{-}$	CIRC_{-}
5	PROF	CIRC	5	$PROF_{-}$	CIRC_{-}
6	ROP	RST1	6	ROP_{-}	$RST1_{-}$
7	RPROP	RST2	7	$RPROP_{-}$	$RST2_{-}$
8	CIRC	RST1	8	CIRC_{-}	$RST1_{-}$
9	PLAC	RST1	9	$PLAC_{-}$	$RST1_{-}$
10	PLAC	CIRC	10	$PLAC_{-}$	CIRC_{-}
11	ROP	PLAC	11	ROP_{-}	$PLAC_{-}$
12	SPIN	PLAC	12	$SPIN_{-}$	$PLAC_{-}$
13	PROF	PLAC	13	$PROF_{-}$	$PLAC_{-}$
14	ROP	CIRC	14	ROP_{-}	CIRC_{-}
15	SPIN	ROP	15	$SPIN_{-}$	ROP_{-}
16	PROF	ROP	16	$PROF_{-}$	ROP_{-}

Nota A.1. Se mencionarán los resultados por pareja analizada. Primero se encontrarán los correspondientes al campeón nacional y después los correspondientes al jugador internacional.

2. PROFUNDIDAD (PROF)/(PROF_) Y RESULTADO DE LA ${\rm JUGADA~(RST1)/(RST1_-)}$

La prueba de hipótesis para Profundidad en el servicio (X_2) y Resultado de la jugada (X_6) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_2 y X_6 son independientes.

 H_1 : Las variables X_2 y X_6 no son independientes.

Para $(\chi^2 = 6,25, \nu = 2, \alpha = 0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)} = 5,99)$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las variables X_2 y X_6 son dependientes.

La prueba de hipótesis para Profundidad en el servicio (Y_2) y Resultado de la jugada (Y_6) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_2 y Y_6 son independientes.

 H_1 : Las variables Y_2 y Y_6 no son independientes.

Para $(\chi^2=4,372, \nu=2, \alpha=0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)}=5,99)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables Y_2 y Y_6 son independientes.

3. EFECTO (SPIN)/(SPIN_) Y RESULTADO DE LA JUGA-DA (RST1)/(RST1_)

La prueba de hipótesis para Efecto en el servicio (X_1) y Resultado de la jugada (X_6) se se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_1 y X_6 son estadísticamente independientes.

 H_1 : Las variables X_1 y X_6 no son estadísticamente independientes.

Para $(\chi^2=2,663, \nu=2, \alpha=0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)}=5,99)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables X_1 y X_6 son independientes.

La prueba de hipótesis para Efecto en el servicio (Y_1) y Resultado de la jugada (Y_6) se se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_1 y Y_6 son independientes.

 H_1 : Las variables Y_1 y Y_6 no son independientes.

Para $(\chi^2 = 3,056, \nu = 2, \alpha = 0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)} = 5,99)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables Y_1 y Y_6 son estadísticamente independientes.

4. EFECTO (SPIN)/(SPIN_) Y CIRCUNSTANCIA DE LA TER-CERA BOLA (CIRC)/(CIRC_)

La prueba de hipótesis para Efecto en el servicio (X_1) y Circunstancia de la Tercera Bola (X_5) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_1 y X_5 son independientes.

 H_1 : Las variables X_1 y X_5 no son independientes.

Para $(\chi^2 = 10,018, \nu = 4, \alpha = 0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)} = 9,49)$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las variables X_1 y X_5 son estadísticamente dependientes.

La prueba de hipótesis para Efecto en el servicio (Y_1) y Circunstancia de la Tercera Bola (Y_5) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_1 y Y_5 son independientes.

 H_1 : Las variables Y_1 y Y_5 no son independientes.

Para $(\chi^2 = 13,350, \nu = 4, \alpha = 0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)} = 9,49)$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las variables Y_1 y Y_6 son dependientes.

5.PROFUNDIDAD (PROF)/(PROF_) Y CIRCUNSTANCIA DE LA TERCERA BOLA (CIRC)/(CIRC_)

La prueba de hipótesis para Profundidad en el servicio (X_2) y Circunstancia de la Tercera Bola (X_5) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_2 y X_5 son estadísticamente independientes.

 H_1 : Las variables X_2 y X_5 no son estadísticamente independientes.

Para $(\chi^2 = 8,23, \nu = 4, \alpha = 0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)} = 9,49)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables X_2 y X_5 son independientes.

La prueba de hipótesis para Profundidad en el servicio (Y_2) y Circunstancia de la Tercera Bola (Y_5) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_2 y Y_5 son independientes.

 H_1 : Las variables Y_2 y Y_5 no son independientes.

Para $(\chi^2 = 6,622, \nu = 4, \alpha = 0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)} = 9,49)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables Y_2 y Y_5 son independientes.

6. RECEPCIÓN DEL OPONENTE (ROP)/(ROP_) Y RESUL-TADO DE LA JUGADA (RST1)/(RST1_)

La prueba de hipótesis para Recepción del oponente (X_3) y Resultado de la jugada (X_6) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_3 y X_6 son estadísticamente independientes.

 H_1 : Las variables X_3 y X_6 no son independientes.

Para $(\chi^2 = 11,657, \nu = 1, \alpha = 0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)} = 3,84)$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las variables X_3 y X_6 son dependientes.

La prueba de hipótesis para Profundidad en el servicio (Y_3) y Resultado de la jugada (Y_6) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_3 y Y_6 son estadísticamente independientes.

 H_1 : Las variables Y_3 y Y_6 no son independientes.

Para $(\chi^2 = 3,643, \nu = 1, \alpha = 0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)} = 3,84)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables Y_3 y Y_6 son independientes.

7. RECEPCIÓN PROPIA (RPROP)/(RPROP_) Y RESULTA-DO DE LA JUGADA EN RECEPCIÓN (RST2)/(RST2_)

La prueba de hipótesis para Recepción $Propia(X_7)$ y Resultado de la jugada 2 (X_8) se establece de la siguiente:

La prueba de hipótesis para Profundidad en el servicio (X_7) y Resultado de la jugada (X_8) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_7 y X_8 son independientes.

 H_1 : Las variables X_7 y X_8 no son independientes.

Para $(\chi^2=0.072, \nu=1, \alpha=0.05)$ y con $\chi^2_{(2),(0.05)}=3.84)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables X_7 y X_8 son independientes.

La prueba de hipótesis para Profundidad en el servicio (Y_7) y Resultado de la jugada (Y_8) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_7 y Y_8 son independientes.

 H_1 : Las variables Y_7 y Y_8 no son independientes.

Para $(\chi^2=0.831, \nu=1, \alpha=0.05)$ y con $\chi^2_{(2),(0.05)}=3.84)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables Y_7 y Y_8 son independientes.

8. CIRCUNSTANCIA DE LA TERCERA BOLA (CIRC)/(CIRC_) Y RESULTADO DE LA JUGADA (RST1)/(RST1_)

La prueba de hipótesis para Efecto en el servicio (X_5) y Circunstancia de la Tercera Bola (X_6) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_5 y X_6 son independientes.

 H_1 : Las variables X_5 y X_6 no son independientes.

Para $(\chi^2=28,42,\nu=2,\alpha=0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)}=5,99)$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las variables X_5 y X_6 son dependientes.

La prueba de hipótesis para Efecto en el servicio (Y_5) y Circunstancia de la Tercera Bola (Y_6) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_5 y Y_6 son independientes.

 H_1 : Las variables Y_5 y Y_6 no so independientes.

Para $(\chi^2=40,097, \nu=2, \alpha=0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)}=5,99)$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las variables Y_5 y Y_6 son dependientes.

9. COLOCACIÓN DE LA TERCERA BOLA (PLAC)/(PLAC_) Y RESULTADO DE LA JUGADA (RST1)/(RST1_)

La prueba de hipótesis para Colocación de la tercera bola (X_4) y Resul-

tado de la jugada (X_6) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_4 y X_6 son independientes.

 H_1 : Las variables X_4 y X_6 no son independientes.

Para $(\chi^2=4,22,\nu=2,\alpha=0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)}=5,99)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables X_4 y X_6 son independientes.

La prueba de hipótesis para Profundidad en el servicio (Y_4) y Resultado de la jugada (Y_6) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_4 y Y_6 son independientes.

 H_1 : Las variables Y_4 y Y_6 no son independientes.

Para $(\chi^2 = 0.10, \nu = 2, \alpha = 0.05)$ y con $\chi^2_{(2),(0.05)} = 5.99)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables Y_4 y Y_6 son estadísticamente independientes.

10. COLOCACIÓN DE LA TERCERA BOLA (PLAC)/(PLAC_) Y CIRCUNSTANCIA DE LA TERCERA BOLA (CIRC)/(CIRC_)

La prueba de hipótesis para Colocación de la tercera bola (X_4) y Circunstancia de la tercera Bola (X_5) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_4 y X_5 son independientes.

 H_1 : Las variables X_4 y X_5 no son independientes.

Para $(\chi^2 = 7.94, \nu = 4, \alpha = 0.05)$ y con $\chi^2_{(2),(0.05)} = 9.48)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables X_4 y X_5 son independientes.

La prueba de hipótesis para Colocación de la tercera bola (Y_4) y Circunstancia de la tercera Bola (Y_5) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_4 y Y_5 son independientes.

 H_1 : Las variables Y_4 y Y_5 no son independientes.

Para $(\chi^2=6,459,\nu=2,\alpha=0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)}=9,48)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables Y_4 y Y_5 so independientes.

11. RECEPCIÓN DEL OPONENTE (ROP)/(ROP_) Y COLO-CACIÓN DE LA TERCERA BOLA (PLAC)/(PLAC_)

La prueba de hipótesis para Recepción del oponente (X_3) y Colocación de la tercera bola (X_4) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_3 y X_4 son independientes.

 H_1 : Las variables X_3 y X_4 no son independientes.

Para $(\chi^2 = 4,974, \nu = 2, \alpha = 0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)} = 5,99)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables X_3 y X_4 son estadísticamente independientes.

La prueba de hipótesis para Recepción del oponente (Y_3) y Colocación de la tercera bola (Y_4) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_3 y Y_4 son estadísticamente independientes.

 H_1 : Las variables Y_3 y Y_4 no son independientes.

Para $(\chi^2 = 6,459, \nu = 2, \alpha = 0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)} = 5,99)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables Y_3 y

 Y_4 son independientes.

12. EFECTO (SPIN) Y COLOCACIÓN DE LA TERCERA BO-LA (PLAC)

La prueba de hipótesis para Efecto (X_1) y Colocación de la tercera bola (X_4) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_1 y X_4 son independientes.

 H_1 : Las variables X_1 y X_4 no son independientes.

Para $(\chi^2=1,259, \nu=4, \alpha=0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)}=9,48)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables X_1 y X_4 son independientes.

La prueba de hipótesis para Efecto (Y_1) y Colocación de la tercera bola (Y_4) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_1 y Y_4 son independientes.

 H_1 : Las variables Y_1 y Y_4 no son independientes.

Para $(\chi^2=7,186, \nu=4, \alpha=0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)}=9,48)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables Y_1 y Y_4 son independientes.

13. PROFUNDIDAD (PROF)/(PROF_) Y COLOCACIÓN DE LA TERCERA BOLA (PLAC)/(PLAC_)

La prueba de hipótesis para Profundidad en el servicio (X_2) y Colocación de la tercera bola (X_4) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_2 y X_4 son independientes.

 H_1 : Las variables X_2 y X_4 no son independientes.

Para $(\chi^2 = 2,289, \nu = 4, \alpha = 0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)} = 9,48)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables X_2 y X_4 son independientes.

La prueba de hipótesis para Profundidad en el servicio (Y_2) y Colocación de la tercera bola (Y_4) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_2 y Y_4 son independientes.

 H_1 : Las variables Y_1 y Y_4 no son independientes.

Para $(\chi^2=5,339, \nu=4, \alpha=0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)}=9,48)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables Y_2 y Y_4 son independientes.

14. RECEPCIÓN DEL OPONENTE (ROP)/(ROP_) Y CIR-CUNSTANCIA DE LA TERCERA BOLA (CIRC)/(CIRC_)

La prueba de hipótesis para Recepción del oponente (X_3) y Circunstancian de la tercera bola (X_5) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_3 y X_5 son independientes.

 H_1 : Las variables X_3 y X_5 no son independientes.

Para $(\chi^2 = 12,46, \nu = 2, \alpha = 0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)} = 5,99)$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las variables X_3 y X_5 son dependientes.

La prueba de hipótesis para Recepción del oponente (Y_3) y Circunstancian de la tercera bola (Y_5) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_3 y Y_5 son independientes.

 H_1 : Las variables Y_3 y Y_5 no son independientes.

Para $(\chi^2 = 0.116, \nu = 2, \alpha = 0.05)$ y con $\chi^2_{(2),(0.05)} = 5.99)$, se acepta la hipótesis nula y se concluye con un 95 % de confianza que las variables Y_3 y Y_5 son independientes.

15. EFECTO (SPIN)/(SPIN $_{-}$) Y RECEPCIÓN DEL OPONENTE (ROP)/(ROP $_{-}$)

La prueba de hipótesis para Efecto (X_1) y Recepción del oponente (X_3) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_1 y X_3 son independientes.

 H_1 : Las variables X_1 y X_3 no son independientes.

Para $(\chi^2=46,56,\nu=2,\alpha=0,05)$ y con $\chi^2_{(2),(0,05)}=5,99)$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las variables X_1 y X_3 son dependientes.

La prueba de hipótesis para Efecto (Y_1) y Recepción del oponente (Y_3) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_1 y Y_3 son independientes.

 H_1 : Las variables Y_1 y Y_3 no son independientes.

Para (
$$\chi^2=26{,}78, \nu=2, \alpha=0{,}05)$$
y con $\chi^2_{(2),(0,05)}=5{,}99),$ se rechaza la

hipótesis nula y se concluye que las variables Y_1 y Y_3 son dependientes.

16. PROFUNDIDAD (PROF)/(PROF_) Y RECEPCIÓN DEL OPONENTE (ROP)/(ROP_)

La prueba de hipótesis para Profundidad (X_2) y Recepción del oponente (X_3) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables X_2 y X_3 son independientes.

 H_1 : Las variables X_2 y X_3 no son independientes.

Para $(\chi^2=23.51, \nu=2, \alpha=0.05)$ y con $\chi^2_{(2),(0.05)}=5.99)$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las variables X_2 y X_3 son dependientes.

La prueba de hipótesis para Efecto (Y_2) y Recepción del oponente (Y_3) se establece como sigue:

 H_0 : Las variables Y_2 y Y_3 son independientes.

 H_1 : Las variables Y_2 y Y_3 no son independientes.

Para $(\chi^2=47.6, \nu=2, \alpha=0.05)$ y con $\chi^2_{(2),(0.05)}=5.99)$, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las variables Y_2 y Y_3 son dependientes.

APÉNDICE B

Estrategias y Tácticas

El jugador de tenis de mesa de alto nivel construye sus fortalezas en el partido, a través del aprendizaje de los golpes y después combinando estos para ganar puntos.

B.1. Esquemas de Juego

Se definen como las maneras distintas para ganar un punto. Estas cinco posibilidades se generan a partir de la dinámica que quiera seguir el jugador, de acuerdo con sus preferencias y habilidades. En los modelos de juego 1-3-5, el jugador se enfoca principalmente en controlar la profundidad corta del

servicio, para buscar ataque en la tercera y/o quinta bola. En los modelos 2-4-6, se busca controlar la bola corta al recibir, y buscar el ataque ganador en la cuarta y/o sexta bola.

Los 5 modelos de esquema de juego son los siguientes:

- 1. Toma de Iniciativa: Flips bien colocados, servicios con efecto UND y/o con profundidad P1, El trabajo de este esquema de juego se basará principalmente en anular la ofensiva del oponente y buscar un ataque en busca de ganar el punto.
- 2. Golpe Fuerte: Este esquema se puebe observar con iniciativa o contrainiciativa. Se puede ganar el punto muy rapidamente utilizando un golpe fuerte, como los flips, remates y los ataques de bote pronto, siempre que sea posible.
- 3. Colocación-Velocidad: Los servicios largos o devoluciones largas con la intención de forzar el error del adversario y anotar rapidamente un punto. Se utilizan cuando el adversario no está tomando la iniciativa. Se pueden resaponder con golpes rápidos y bien colocados.
- 4. Contra-Iniciativa: Se caracteriza por la espera de la inciativa del oponente, para buscar un contra golpe. Los jugadores con técnicas depuradas en Drive, contra-topspin y en bloqueos se pueden beneficiar de este esquema.
- 5. Provocar el error: Utilizando variaciones en efecto, fuerza, profundidad, ritmo, y colocación, se consigue desestabilizar al oponente; de tal forma que puede cometer un error más fácilmente.

B.2. Sistemas de Juego

Estos se consiguen a través de la combinación de los esquemas de juego. Durante el aprendizaje y perfeccionamiento, los jugadores aprenden en primer lugar a ejecutar todos los golpes del tenis de mesa de manera conveniente y después a encadenarlos desde el servicio o desde la devolución, hasta ganar los puntos.

Los distintos sistemas de juego son el punto de partida para la planificación de los entrenamientos, con el objetivo de mejorar los resultados del jugador, y se mencionan a continuación.

1. Velocidad cerca de la mesa:

- a) El topspin de derecha es el golpe fuerte principal.
- b) Los bloqueos, el topspin y drive de revés son de gran importancia.
- c) El ritmo y la colocación son muy importantes.
- d) El jugador cerca de la mesa busca poder utilizar su golpe fuerte a través de la variación y de la profundidad. Busca también cambiar el ritmo.

2. Juego lejos de la mesa:

- a) Cambiar el ritmo es un elemento que deriva de la variación del efecto.
- b) El jugador que está lejos de la mesa debe poder adaptarse a todos los sistemas por su gama de respuesta en topspin.
- c) Debe dejar la iniciativa del juego al adversario y provocar su error.

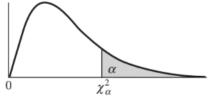
CAPÍTULO B ESTRATEGIAS Y TÁCTICAS

- d) El empleo prudente de las pelotas cortas y del juego de mesa es muy incómodo para el jugador que quiere jugar topspins, poruqe no puede utilizar su arma principal a buena distancia.
- e) Sus desplazamientos deben ser muy buenos porque tiene que recorrer más distancia.

3. Defensa:

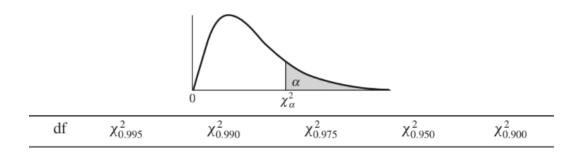
- a) El arma principal es la variación de los cortes.
- b) La raqueta combinada es uno de los triunfos de este sistema.
- c) En competición, el jugador defensivo triunfa principalmente por saber adaptarse a la potencia de los golpes del adversario y por su oportunismo al aprovechar las debilidades del contrincante.
- d) Este esquema de juego está altamente definido por provocar error en el adversario.

apéndice C
Valores Críticos de la Distribución Chi-Cuadrado



df	$\chi^2_{0.995}$	$\chi^2_{0.990}$	$\chi^2_{0.975}$	$\chi^2_{0.950}$	$\chi^2_{0.900}$
1	0.0000393	0.0001571	0.0009821	0.0039321	0.0157908
2	0.0100251	0.0201007	0.0506356	0.102587	0.210720
3	0.0717212	0.114832	0.215795	0.351846	0.584375
4	0.206990	0.297110	0.484419	0.710721	1.063623
5	0.411740	0.554300	0.831211	1.145476	1.61031
6	0.675727	0.872085	1.237347	1.63539	2.20413
7	0.989265	1.239043	1.68987	2.16735	2.83311
8	1.344419	1.646482	2.17973	2.73264	3.48954
9	1.734926	2.087912	2.70039	3.32511	4.16816
10	2.15585	2.55821	3.24697	3.94030	4.86518
11	2.60321	3.05347	3.81575	4.57481	5.57779
12	3.07382	3.57056	4.40379	5.22603	6.30380
13	3.56503	4.10691	5.00874	5.89186	7.04150
14	4.07468	4.66043	5.62872	6.57063	7.78953
15	4.60094	5.22935	6.26214	7.26094	8.54675
16	5.14224	5.81221	6.90766	7.96164	9.31223
17	5.69724	6.40776	7.56418	8.67176	10.0852
18	6.26481	7.01491	8.23075	9.39046	10.8649
19	6.84398	7.63273	8.90655	10.1170	11.6509
20	7.43386	8.26040	9.59083	10.8508	12.4426
21	8.03366	8.89720	10.28293	11.5913	13.2396
22	8.64272	9.54249	10.9823	12.3380	14.0415

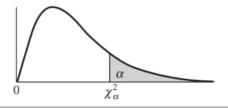
Figura C.1: Valores Críticos de la Distribución Chi-Cuadrado



23	9.26042	10.19567	11.6885	13.0905	14.8479
24	9.88623	10.8564	12.4011	13.8484	15.6587
25	10.5197	11.5240	13.1197	14.6114	16.4734
26	11.1603	12.1981	13.8439	15.3791	17.2919
27	11.8076	12.8786	14.5733	16.1513	18.1138
28	12.4613	13.5648	15.3079	16.9279	18.9392
29	13.1211	14.2565	16.0471	17.7083	19.7677
30	13.7867	14.9535	16.7908	18.4926	20.5992
40	20.7065	22.1643	24.4331	26.5093	29.0505
50	27.9907	29.7067	32.3574	34.7642	37.6886
60	35.5346	37.4848	40.4817	43.1879	46.4589
70	43.2752	45.4418	48.7576	51.7393	55.3290
80	51.1720	53.5400	57.1532	60.3915	64.2778
90	59.1963	61.7541	65.6466	69.1260	73.2912
100	67.3276	70.0648	74.2219	77.9295	82.3581

Figura C.2: Valores Críticos de la Distribución Chi-Cuadrado Continuación pt. $\mathbf 1$

$CAPÍTULO \ C \ VALORES \ CRÍTICOS \ DE \ LA \ DISTRIBUCIÓN \\ CHI-CUADRADO$



$\chi^2_{0.100}$	$\chi^2_{0.050}$	$\chi^2_{0.025}$	$\chi^2_{0.010}$	$\chi^2_{0.005}$	df
2.70554	3.84146	5.02389	6.63490	7.87944	1
4.60517	5.99147	7.37776	9.21034	10.5966	2
6.25139	7.81473	9.34840	11.3449	12.8381	3
7.77944	9.48773	11.1433	13.2767	14.8602	4
9.23635	11.0705	12.8325	15.0863	16.7496	5
10.6446	12.5916	14.4494	16.8119	18.5476	6
12.0170	14.0671	16.0128	18.4753	20.2777	7
13.3616	15.5073	17.5346	20.0902	21.9550	8
14.6837	16.9190	19.0228	21.6660	23.5893	9
15.9871	18.3070	20.4831	23.2093	25.1882	10
17.2750	19.6751	21.9200	24.7250	26.7569	11
18.5494	21.0261	23.3367	26.2170	28.2995	12
19.8119	22.3621	24.7356	27.6883	29.8194	13
21.0642	23.6848	26.1190	29.1413	31.3193	14
22.3072	24.9958	27.4884	30.5779	32.8013	15
23.5418	26.2962	28.8454	31.9999	34.2672	16
24.7690	27.5871	30.1910	33.4087	35.7185	17
25.9894	28.8693	31.5264	34.8053	37.1564	18
27.2036	30.1435	32.8523	36.1908	38.5822	19

Figura C.3: Valores Críticos de la Distribución Chi-Cuadrado Continuación $\operatorname{pt.2}$

Bibliografía

- [1] Freund John E., Walpole Ronald E., (1990). Estadística Matemática con Aplicaciones, Prentice Hall, USA.
- [2] Gross Bernd-Ulrich, Schlager Werner (2011). Table Tennis: Tips For a World Champion, Meyer and Meyer Sports, Austria.
- [3] Hernández Sampieri Roberto, Fernández Collado Carlos, Baptista Lucio Pilar (2004). Metodología de la Investigación, McGraw-Hill, D.F., México.
- [4] Hui Zhang, Wenwen Huang (2013). The effect of Zhang Jike's return serve with backhand side-twisted at the 2/3 court right. 2012 London olympic table tennis singles, China Table Tennis College, China.
- [5] Katsikadelis Michail, Theophilos Pilianidis, Mantzouranis Nikolaos (2013). The interaction between serves and match winning in table ten-

- nis players in the London 2012 Olympic Games, The 13th ITTF Sports Science Congress, France.
- [6] Malagoli Lanzoni Iván, Lobietti Roberto, Merni Franco (2010). Footwork in relationship with strokes and efficacy during the 29th olympic games table tennis final, International Journal of Table Tennis Sciences, p.60-63.
- [7] Malagoli Lanzoni Iván, Di Michelle Rocco, Merni Franco (2011). Performance indicators in table tennis: a review of the literature, The 12th ITTF Sports Science Congress, p.5-7, Netherlands.
- [8] Malagoli Lanzoni Iván, Di Michelle Rocco, Merni Franco (2013). Technical and tactical performance of top-class senior, junior and cadet table tennis players, The 13th ITTF Sports Science Congress, p.11-12, France.
- [9] Martínez Gallego Rafael (2013). Análisis notacional en tenis, Universidad de Valencia, España.
- [10] Molodzoff Philippe (2010). Manual de Entrenadores Nivel Avanzado ITTF, France.
- [11] O'Donohue Peter, Holmes Lucy (2015). Data Analysis in Sports, Cardiff Metropolitan University, USA.
- [12] Pardo Merino Antonio, Ruíz Díaz Miguel Ángel (2002). SPSS 11: Guía Para el Análisis de Datos, Mc Graw Hill, España.
- [13] Prados F., Floría P., González-Jurado J.A (2012). Desarrollo de una herramienta de observación para el análisis de la modalidad individual del tenis de mesa, Journal of Sport and Health Research.

- [14] Serevini Thomas A. (2015). Analytic Methods In Sports: Using Mathematics and Statistics to Understand Data from Baseball, Football, and Other Sports, CRC Press, Northwestern University, USA.
- [15] Sitio oficial de la Federación Internacional de Tenis de Mesa (ITTF): http://www.ittf.com. Consultado el 20 de junio de 2017. www.ittf.com.
- [16] Tamayo y Tamayo, Mario, (1997). El Proceso de la Investigación Científica, Tercera edición, Limusa, México.
- [17] Tepper Glenn (2010). Manual de Entrenadores ITTF-IPTTC Nivel 1, Australia.
- [18] Yang Fei, et al., (2010). Analysis of the ball fall point in table tennis game, International Journal of Table Tennis Science.
- [19] Wackerly Dennis D., Mendenhall III William, Scheaffer Richard L. (2008). Mathematical Statistic with Applications, 7th Edition, Belmont, Ca., USA.
- [20] Yves Dominici, Christophe Ley, Yvik Swan, A stochastyc analysis of table tennis, Université Libre de Bruxeles, Belgium.
- [21] Zhe Hao, Zhenzheng Tian, Yujiao Hao, Jili Song (2010). Analysis in Technique and Tactics of Lin Ma and Hao Wang in the Men's Single Table Tennis Final in the 29th Olympic Games, International Journal of Table Tennis Sciences.