

Andreas Hohmann

Martin Lames

Manfred Letzeier



**INTRODUCCIÓN A LA
CIENCIA DEL ENTRENAMIENTO**



EDITORIAL
PAIDOTRIBO

INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA DEL ENTRENAMIENTO

Hohmann/Lames/Letzelter



Título original: Einführung in die Trainingswissenschaft
© Limpert Verlag GmbH, Wiebelsheim

Traducción: Eva Nieto Silva
Revisión técnica: Manuel Pombo
Diseño cubierta: David Carretero

© 2005, Andreas Hohmann
Martin Lames
Manfred Letzelter
Editorial Paidotribo
Polígono Les Guixeres
C/ de la Energía, 19-21
08915 Badalona (España)
Tel.: 93 323 33 11 - Fax: 93 453 50 33
E-mail: paidotribo@paidotribo.com
<http://www.paidotribo.com>

Primera edición
ISBN: 84-8019-757-9
Fotocomposición: Bartolomé Sánchez de Haro
bartez@telefonica.net
Impreso en España por Sagrafic

La obra, incluidas todas sus partes, tiene protegidos sus derechos de autor. Toda utilización que sobrepase los estrictos límites de la ley de propiedad intelectual sin permiso de la editorial está prohibida y es legalmente punible. Esto rige sobre todo para reproducciones, traducciones, microfilmado y el almacenamiento y procesado en sistemas informáticos.

ÍNDICE

Prólogo	7
1. La ciencia del entrenamiento como disciplina científica deportiva ..	11
1.1 El entrenamiento como tema científico	13
1.2 El concepto de entrenamiento	15
1.3 La naturaleza de la ciencia del entrenamiento	21
1.4 Los ámbitos de la ciencia del entrenamiento	33
1.5 Estrategias de investigación en la ciencia del entrenamiento	37
1.6 Cuestiones propuestas para el control del aprendizaje	49
2. Capacidad de rendimiento en el deporte	51
2.1 Presentación de modelos para el rendimiento y para la capacidad de rendimiento en el deporte	53
2.1.1 Modelos sin rendimiento característico	53
2.1.2 Modelos con rendimiento característico	58
2.2 Componentes de la capacidad de rendimiento	62
2.2.1. Constitución y condición física	62
2.2.1.1 Resistencia en el deporte	64
2.2.1.2 Fuerza en el deporte	81
2.2.1.3 Velocidad en el deporte	105
2.2.1.4 Movilidad en el deporte	116
2.2.2 Coordinación y técnica	122
2.2.3 Táctica y cualidades psíquicas	147
2.3 Diagnóstico del rendimiento	163
2.3.1. Función del diagnóstico de rendimiento en la ciencia del entrenamiento	163
2.3.2 Diagnóstico de rendimiento en la praxis del entrenamiento y de la competición	169
2.4 Cuestiones propuestas para el control del aprendizaje	178
3. El entrenamiento deportivo	181
3.1 Modelos para el entrenamiento y el control del entrenamiento	183
3.1.1 Modificación del rendimiento por medio de la adaptación	184

3.1.2	Modificación del rendimiento a través de la organización de la información	191
3.1.3	Dirección del entrenamiento como medidas pedagógicodidácticas	192
3.1.4	Control del entrenamiento desde un punto de vista cibernético	193
3.1.5	El concepto de carga-exigencia en el entrenamiento	196
3.1.6	La consideración sinérgica del entrenamiento	198
3.2	Planificación del entrenamiento	203
3.2.1	Planificación de los objetivos del entrenamiento	204
3.2.2	Planificación de la estructura del entrenamiento	205
3.3	Control y valoración del entrenamiento	216
3.3.1	Protocolización del entrenamiento.	218
3.3.2	Control de rendimiento	219
3.3.3	Análisis de la evolución del entrenamiento	221
3.3.4	Análisis de la eficacia del entrenamiento	222
3.4	Cuestiones propuestas para el control del aprendizaje	224
4.	La competición deportiva	227
4.1	Sugerencias de modelos para la competición	229
4.1.1	Fundamentos conceptuales	230
4.1.2	Caos: ¿el espíritu de la competición?	233
4.1.3	El acoplamiento entre entrenamiento y competición	236
4.2	El control de la competición	240
4.2.1	Preparación de la competición	242
4.2.2	Dirección de la competición (<i>coaching</i>)	249
4.2.3	Análisis posterior de la competición	250
4.3	Diagnóstico de la competición	252
4.3.1	Observación de la competición	255
4.3.2	Observación del juego	261
4.4	Cuestiones propuestas para el control del aprendizaje	267
5.	Ámbitos de aplicación de la ciencia del entrenamiento.	269
5.1	Ciencia del entrenamiento y deporte de rendimiento.	271
5.1.1	Análisis de los tipos de deporte: perfil de esfuerzo, perfil de sollicitación y análisis de la situación a escala mundial ..	273
5.1.2	Diagnóstico del talento	274
5.1.3	Métodos especiales de entrenamiento y aparatos disponibles	283

5.1.4 Investigación del entrenamiento que acompaña al procedimiento	285
5.1.5 Capacidad de entrenamiento y de esfuerzo a lo largo de la vida	289
5.2 Ciencia del entrenamiento y deporte de <i>fitness</i>	292
5.2.1 El concepto de <i>fitness</i>	292
5.2.2 Entrenamiento de resistencia en el ámbito del <i>fitness</i>	294
5.2.3 Entrenamiento de fuerza en el ámbito del <i>fitness</i>	299
5.2.4 Flexibilidad y <i>fitness</i>	302
5.2.5 Peso corporal, alimentación y <i>fitness</i>	304
5.3 Ciencia del entrenamiento y deporte terapéutico y para personas mayores	309
5.3.1 Fundamentos científicos de la salud	310
5.3.2 Fundamentos del concepto de las intervenciones deportivas terapéuticas	314
5.3.3 Aspectos científicos del entrenamiento deportivo para personas mayores	319
5.4 La ciencia del entrenamiento y el deporte escolar	322
5.4.1 Fundamentos didacticopedagógicos	323
5.4.2 Contribución de la ciencia del entrenamiento al deporte escolar	327
5.5 Cuestiones propuestas para el control del aprendizaje	337
Bibliografía	339
Índice de figuras	381
Índice alfabético	387

PRÓLOGO

El entrenamiento deportivo se ha convertido en los últimos años en un elemento básico de la actividad vital que pertenece al «estilo de vida» (*Lifestyle*) de todas las generaciones. Su desarrollo imparable como fenómeno de la cultura cotidiana muestra una natural resonancia en la ciencia deportiva, y especialmente en la del entrenamiento, que aquí ya reconocemos como tal ciencia. Así pues, y como consecuencia, el limitado concepto del entrenamiento, que anteriormente y de forma tradicional se refería al deporte de rendimiento de niños, jóvenes y adultos, se ha abierto primero al ámbito del deporte escolar y, posteriormente, al deporte de ocio, es decir, sobre todo al deporte de *fitness*, al terapéutico o de salud y al de las personas de mayor edad.

El aumento de los ámbitos de acción en los que se entrena tiene, junto con el cambio de visión del concepto del entrenamiento, aún más consecuencias para la ciencia del entrenamiento. Así, por un lado, hay una clara y creciente diferenciación entre la investigación científica del entrenamiento para constatar las cuestiones tratadas y, por otro lado, el conocimiento teórico y práctico del entrenamiento con respecto a cómo se entendía éste en años pasados.

Desde el punto de vista de los autores, tales desarrollos se tienen que traducir en un libro que trata sobre la ciencia deportiva. Con la presente *Introducción a la ciencia del entrenamiento* se pone la base por medio de cinco puntos esenciales sobre el marco conceptual de lo que se debe entender como ciencia del entrenamiento.

El Capítulo 1 resume el actual estado de la cuestión con respecto a contenidos, a la ciencia y a la metodología de la investigación en la ciencia del entrenamiento.

Los siguientes tres capítulos siguen un sistema de subdivisión de la ciencia del entrenamiento en las categorías de la capacidad deportiva del rendimiento, en el entrenamiento y en la competición. Estos capítulos tienen su base de partida en la presentación de modelos. Gracias a esta forma de consideración se debe transmitir un modo de observación que sea típica de los científicos y que siga opiniones para la enseñanza que no sean dogmáticas, sino que partan siempre de un carácter hipotético de los conocimientos científicos.

El Capítulo 2, referido a la capacidad de rendimiento deportivo, es, naturalmente, el más variado, puesto que en él se tratan los requisitos clásicos de rendimiento, con sus fundamen-

tos terminológicos y biológicos, de los que surgen los diferentes objetivos y los correspondientes métodos de entrenamiento.

El Capítulo 3 es la representación de los modelos del entrenamiento y de la guía del mismo, donde los pasos de trabajo llevan a la planificación, control y a la documentación del entrenamiento.

El Capítulo 4 se centra en la competición que, desde hace poco y debido a su especial estructura, se incluye dentro del área de la ciencia del entrenamiento.

El Capítulo 5 se refiere a la programación del entrenamiento en los ámbitos de aplicación del deporte de rendimiento, del deporte de mantenimiento, del de rehabilitación y del deporte para mayores, además del deporte escolar desde el punto de vista de la ciencia del entrenamiento.

La división didáctica del libro sugiere que cada uno de los temas se representa libre de interferencias con los restantes apartados. Esto es debido a las estrechas relaciones entre la capacidad de rendimiento, entrenamiento y competición. Especialmente representativos son, por ejemplo, los componentes, expresados en el Capítulo 2, sobre la capacidad de rendimiento en el deporte, que en ese capítulo son objeto de estudio junto con sus métodos específicos de entrenamiento. A pesar de que los métodos de entrenamiento y su división se podían haber introducido también en el Capítulo 3 (entrenamiento), hemos dispuesto,

para facilitar una mejor comprensión del libro, una representación compacta de la base teórica y hemos incluido la ventaja propiciada por objetivo—contenido—método—relación.

¿A quién se dirige este libro? Como introducción a la ciencia del entrenamiento está concebido como un libro de base para los estudiosos del deporte y como una revisión general para un estudio más profundo y especializado. Partiendo de esto, tanto el entrenador¹ como los atletas encuentran una representación global de la situación actual en la ciencia del entrenamiento, lo que puede, de forma general, incrementar sus conocimientos en lo que se refiere a los aspectos deportivos. Al estudioso del entrenamiento quizá le permita localizar algunas actualizaciones interesantes que pueden entenderse como otros puntos de vista a discutir. Finalmente esperamos también que los investigadores del deporte en otras disciplinas vean este libro como un medio de información, no sólo de detalles del entrenamiento deportivo, sino como una expresión del estado de la ciencia del entrenamiento, donde en una forma ideal se exige una interdisciplinaria de la ciencia deportiva.

Para poder atender tantas intenciones, en su presentación se va a valorar tanto los conocimientos existentes en la ciencia del entrenamiento como las experiencias de la práctica del entrenamiento desde un modo de observación crítica. Un objetivo es el de sensibilizar el punto de vista y las sensaciones

del lector, y disponer de un grado de garantía y validez basado en la demostración de los conocimientos en la práctica del entrenamiento. Al mismo tiempo, la perspectiva elegida transmite la sensación de un «no aislamiento» entre los conocimientos científicos y la práctica. Para animar al lector a profundizar en los contenidos representados o mejorar la actual práctica del entrenamiento, hemos intentado (siempre que nos ha sido posible) mostrar estrategias de investigación científicamente adecuadas o alternativas prácticas de la acción para la resolución de los problemas.

Un método así no sólo presupone el tratamiento de las diferentes mate-

rias de acuerdo con los diferentes puntos de vista que tienen entre sí los autores, sino un intenso intercambio de opiniones con colegas y estudiosos del deporte, así como también con entrenadores y atletas. Han sido muy valiosos para nosotros los estímulos y comentarios de Jörg Bügner y de Mario Weichenberger, quienes no sólo han examinado críticamente los textos, sino que han configurado con responsabilidad y mucho conocimiento de causa una gran parte de las ilustraciones y figuras.

Andreas Hohmann
Martin Lames
Manfred Letzelter



**1. LA CIENCIA DEL ENTRENAMIENTO
COMO DISCIPLINA CIENTÍFICA
DEPORTIVA**

1.1 EL ENTRENAMIENTO COMO TEMA CIENTÍFICO

La creación del concepto «ciencia del entrenamiento» combina dentro de su nombre la naturaleza, la programación y también los problemas de la, por ese motivo, designada disciplina científica deportiva.

«¡Esta tarde se entrena!» se puede oír diariamente en multitud de casos. Con esto se está haciendo referencia a un ámbito de acción dentro de un deporte organizado, en el cual se reúnen grupos deportivos para prepararse bajo la dirección de un entrenador con el fin de participar en una determinada competición. «¡Debería volver a entrenar!» es también una afirmación muy extendida que, además, señala una actividad diaria que, sin embargo, a su vez se refiere a la capacidad física de rendimiento atendiendo a razones de salud o de estética. «¡No queremos estar siempre entrenando, también queremos jugar!» dicen los chicos del colegio, que asocian el entrenamiento con una actividad práctica mecánica

para el desarrollo de las capacidades o habilidades individuales¹.

A este significado se le añade el concepto de «ciencia», que simboliza con ello la pertenencia a todo un sistema diferente de acción. Un concepto así, visto desde la perspectiva de la distancia, necesita de una aclaración.

Orígenes de la ciencia del entrenamiento

Hace 40 años aún se entrenaba de acuerdo con los conceptos que indicaban los atletas y entrenadores de mayor éxito y eficacia. Se recogía información sobre la planificación del entrenamiento de los mejores deportistas mundiales y sobre las teorías (previas a las de tipo científico) de cualquier entrenador que disfrutara de reconocimiento mundial. Muchos corredores de larga distancia entrenaban según las teorías de W. Gerschler o de A. Lydiard, y la mayoría de los remeros, según las de K. Adam. A estos conceptos de entrenamiento se les denomina la «enseñanza de los campeones o maestros». Las enseñan-

¹En esta serie de afirmaciones ni siquiera está contenido el uso transitivo «yo entreno a alguien».

zas especiales de entrenamiento se han desarrollado desde el método de entrenamiento, que se ha «enriquecido» cada vez más con un conocimiento científico contrastado.

Las enseñanzas especiales del entrenamiento son, por lo tanto, una combinación de las «enseñanzas de los campeones» y del conocimiento científico.

El sistema de las enseñanzas de los campeones y su difusión se realizó por aquellos hombres que eran «decanos» en la enseñanza general del entrenamiento. En Alemania, el primero fue Toni Nett, y en la antigua República Democrática Alemana, el lugar lo ocupó Dietrich Harre. Ellos trabajaron en posiciones conjuntas y separaron lo primordial de lo secundario. Su característica fue la organización en el deporte de rendimiento. En la ex República Democrática Alemana se instituyó precozmente, ya en 1956, dentro del sistema oficial de enseñanza, este desarrollo a través del establecimiento de una cátedra para la enseñanza de la «Teoría general y Metodología del Entrenamiento».²

Cómo se transformaron las «enseñanzas de los campeones» en teorías científicas lo muestra el ejemplo de la «teoría del entrenamiento interválico». E. Zatopek, varias veces campeón olímpico, había organizado su entrenamiento, como todos los demás corredores de larga distancia, exclusivamente en forma de carreras de larga

duración. Luego las varió de tal forma que, al entrenar sobre largas distancias, corría 200 m de forma rápida y luego otros 200 m más despacio. Había «nacido» el entrenamiento interválico. W. Gerschler ya había adoptado anteriormente este método de entrenamiento, por lo que muchos deportistas de resistencia «peregrinaban» a Friburgo para entrenarse allí.

Gerschler consiguió pulir el «entrenamiento interválico de Friburgo», en colaboración con el médico deportivo H. Reindell, y así, con unos fundamentos fisiológicos, surgió la «teoría del entrenamiento interválico», que se ha visto asociado en primer lugar al atletismo y, posteriormente, al remo (en este caso relacionado con el nombre de K. Adam).

Después de que esta teoría se introdujera poco a poco en la natación, se hizo cada vez más claro que los fundamentos encontrados no sólo afectaban a las carreras de resistencia, sino a todas las disciplinas deportivas de resistencia. Desde una inicial «enseñanza de los maestros» se llegó a un método de enseñanza especial de entrenamiento,

Las **raíces de la ciencia del entrenamiento** están basadas en el anhelo de cimentar el entrenamiento deportivo de rendimiento sobre una base científica. Para ello primero se llegó a un trabajo conjunto en colaboración,

² Raíces y orígenes de la ciencia del entrenamiento, como fue descrita con todo detalle por von Carl (1983).

primero, con la medicina deportiva, y luego también con otras ciencias, como la biomecánica, la psicología y la sociología.

Finalmente se sometieron a examen científico las cuestiones sobre el método de entrenamiento para desarrollar, a partir de las enseñanzas de los campeones, una teoría del entrenamiento con garantías.

luego a una teoría general del mismo y, por último, a una teoría científica.

La situación actual de la ciencia del entrenamiento está marcada por dos desarrollos distintos.

Primero se pudieron observar las limitaciones de su campo de aplicación en el deporte de rendimiento. El concepto abierto de entrenamiento, que promulgaron Ballreich y Kuhlow ya en 1975, se trasladó gradualmente a un trabajo práctico. Es bien cierto que el deporte de rendimiento sigue siendo su principal campo de aplicación, pero, cada vez más, los científicos se hacen preguntas relativas al deporte de *fitness*³, de rehabilitación, de personas mayores, el escolar, etc.

La segunda característica del deporte de entrenamiento es su búsqueda de una transposición adecuada de los fundamentos de la teoría científica a una acción práctica con base científica.

¿De qué modo se tiene que investigar si los deportistas de rendimiento tienen que ser asesorados óptimamente y, además, se tienen que contrastar los conocimientos científicos, aparte de tener que verificarse un trabajo en colaboración con otras disciplinas de la ciencia?

1.2 EL CONCEPTO DE ENTRENAMIENTO

La discusión sobre el concepto de entrenamiento no sólo es de gran importancia para la ciencia del entrenamiento por el hecho de estar incluido en su propia expresión escrita, que está dentro de su nombre, sino porque en este discurso se vuelve a reflejar el desarrollo dinámico que ha tomado esta disciplina y que, aún hoy en día, sigue caracterizándolo. Deben señalarse ahora los fundamentos básicos de este discurso antes de comenzar con la definición de «entrenamiento».

Harre (1971, 14), así como Nett (1964), han caracterizado el entrenamiento de la siguiente forma: Tiene por objetivo, «... llevar... al deportista a un alto rendimiento, lo más alto posible». La fijación de objetivos en el deporte de alto rendimiento no es la única ni tampoco la más importante función de la enseñanza del entrenamiento (Hildebrandt, 1973; Frey, 1981). En la anterior República

³Recuérdese el significado de este ambiguo concepto, que se estima razonable conservar en su expresión original, sin traducción, ya que puede referirse a «estar bien», «encontrarse bien», «estar en forma», «mantenerse en buenas condiciones físicas o psíquicas», etc. Incluso existe una diferencia conceptual entre el fitness americano y el alemán. Véase, para más detalles, el Capítulo 5 de la presente publicación (N. de la T.).

Democrática Alemana ya se creó, con notable antelación, una «Breve enseñanza del entrenamiento para el deporte escolar». (Jäger y Oelschlägel, 1980), y Mellerowicz y Meller (1972) reconocieron pronto el papel del entrenamiento «para el mantenimiento y restablecimiento de una capacidad de rendimiento y de salud»: El entrenamiento es un medio efectivo contra las enfermedades del aparato locomotor, pero sirve también para la recuperación. El objetivo no es sólo el deportista de alto rendimiento, sino el estado del *fitness* motor, el modo de dirigir el entrenamiento en el deporte de masas y en el escolar. Ballreich y Kuhlow (1975) no sólo han subrayado en los objetivos de aprendizaje diferentes categorías, como las cognitivas, motrices y afectivas, sino también diferentes niveles de capacidad y de interés, y con ello han proclamado el concepto de entrenamiento «abierto»:

El **entrenamiento** está abierto para todos, tanto para el principiante como para el experto y, naturalmente, para el deportista de alto rendimiento, para el escolar, para el joven, para la persona activa y para el deportista de mayor edad, para quien quiera aumentar su rendimiento, para aquel que quiera mantener su forma física y también para aquel que quiera recuperarla.

Otra faceta del concepto de entrenamiento abierto se toca cuando se busca una distinción entre un concepto relacionado con la ciencia del deporte y una aplicación científica. No sólo se entrena en el deporte. Los astronautas entrenan y también lo hacen los músicos; los estudiantes entrenan su memoria y los bailarines su flexibilidad. Para la ciencia del entrenamiento como disciplina de la ciencia deportiva, el entrenamiento interesa sólo dentro del contexto deportivo. Esto, además, tiene una doble bifurcación:

1. Se puede entrenar para alcanzar objetivos en el deporte. Esos objetivos podrían ser, por ejemplo, un nivel especial de rendimiento deportivo o unos éxitos dentro del sistema deportivo de competición.
2. Pero también se entrena si se quieren alcanzar objetivos a través del deporte. Aquí se podrían nombrar razones de salud, sobre todo la pérdida de peso gracias a la práctica del deporte, así como objetivos educativos en el deporte escolar de base como, por ejemplo, el aprendizaje de las formas de cooperación.

Sin entrar en el debate de la instrumentalización que en la ciencia deportiva se solventa sobre todo desde el punto de vista pedagógico y teniendo en cuenta el deporte escolar (¿se pueden perseguir otros objetivos distintos a los deportivos en cualquier

clase de deporte, sin instrumentalizar éste?) (Schaller, 1992; Beckers, 1993), en nuestro contexto se tiene que constatar:

La apertura de la **ciencia del entrenamiento** a otros campos de aplicación distintos a los del deporte de rendimiento implica que también se tiene que abrir a otros objetivos extradeportivos perseguidos por el entrenamiento deportivo. Conseguir esto se convierte en una de las más importantes misiones futuras de la ciencia del entrenamiento.

El concepto de entrenamiento se interpreta desde distintos puntos de vista disciplinarios; sobre todo existe, por un lado, la interpretación dada por los médicos deportivos y, por otro lado, la de los pedagogos deportivos. Los médicos deportivos definen el entrenamiento como un fenómeno biológico, mientras que los pedagogos lo hacen sobre la base de un tema pedagógico.

El entrenamiento biológico es «la repetición sistemática de las contracciones musculares por encima de su umbral, con adaptaciones morfológicas y funcionales para un aumento del rendimiento» (Hollmann y Hettinger, 1976). Este punto de vista es demasiado limitado para la ciencia del entrenamiento, que contempla adaptaciones más globales: condicionales, energéticas y tecnicocoordinativas, psíquicas y

sociales, cognitivas y afectivas. Se entrena la fuerza de la voluntad de la misma forma que se hace con la táctica y la capacidad de cooperación e integración.

Visto desde la perspectiva pedagógica, en el entrenamiento tiene que existir una influencia sobre las personas; se quiere realizar el paso de una situación real a una situación hipotética (Haase, 1982). El entrenamiento se compone de interacciones entre deportistas y entrenador, entre estudiantes y profesor. Está compuesto de intervenciones del entrenador o del profesor, que se mezclan en un contexto social en el que, junto con la obtención de las metas, es también importante la legitimación, la imagen implícita del ser humano y el sentido de la escala de valores.

La ciencia del entrenamiento también tiene que dar respuestas a estas cuestiones, puesto que en caso contrario no puede formalizarse la cimentación científica de las acciones prácticas, a las que también pertenecen las categorías éticas. En definitiva se puede anotar como particularidad de la perspectiva de la ciencia del entrenamiento:

El concepto de entrenamiento es global e integrador. Integra perspectivas que van desde los procesos biológicos hasta las intervenciones en contextos socioculturales.

Esta consideración global e integradora del entrenamiento distingue la ciencia del entrenamiento de otras intervenciones disciplinarias. Pero también, para hacerla acceder a todas las ventajas de la situación actual de conocimientos con respecto a la base científica del entrenamiento, se obliga a la ciencia del entrenamiento a trabajar en estrecha colaboración con otras ciencias y en otros campos.

Sobre la base de las investigaciones actuales se está actualmente en situación de efectuar el intento de una definición del concepto del entrenamiento desde la perspectiva de la ciencia del entrenamiento.

Definición de entrenamiento

Es la realización planificada y sistemática de las medidas necesarias (contenidos y métodos de entrenamiento) para la obtención, con efectos persistentes y duraderos, de objetivos (objetivos de entrenamiento) en y a través del deporte.

Planificación. El concepto de «entrenamiento» sólo ha merecido, como tal nombre, una toma de medidas procedimentales que parte de una visión global y manifiesta de los objetivos a conseguir, y con cuyas medidas tienen que alcanzarse tales objetivos. Este concepto del entrenamiento se caracteriza por las medidas que se puedan fundamentar con tales motivaciones. La legi-

timación de las medidas en el entrenamiento puede tener lugar por medio del recurso al conocimiento científico, pero también puede surgir a partir de experiencias científicas anteriores o incluso a través de la incursión consciente en nuevos horizontes aún inexplorados. La planificación significa que la forma de actuación se tiene que plantear a largo plazo, que se tienen que formular etapas intermedias o parciales y que la consecución de objetivos se tiene que vigilar a través de métodos de control (la dirección del entrenamiento). El llamado entrenamiento «funcional» que formula adaptaciones no planificadas, por ejemplo una conducta vital intensiva en movimiento, no tiene cabida aquí.

Sistematización. En este caso, las pretensiones de la ciencia del entrenamiento llegan a una total expresión de la observación global e íntegra del entrenamiento. La sistematicidad de los objetivos parciales se deriva de un análisis de los campos de aplicación. En el campo de aplicación tradicional del deporte de rendimiento esto asegura el diagnóstico teórico del rendimiento, lo que se puede clasificar como una actividad básica de la ciencia del entrenamiento. En otros campos de aplicación, las series de objetivos se averiguan, por lo general, por medio de un examen de los conocimientos científicos básicos.

Objetivos del entrenamiento. Con la determinación de los objetivos del entrenamiento, la ciencia del entrenamiento define su área de aplicación en aquellos temas en los que se manifiesta competente. Si se quiere trasladar de forma consecuente el concepto abierto de entrenamiento, no se puede hacer ningún tipo de restricciones si se trata de objetivos de intervenciones en y a través del deporte. Además de la planificación y de la sistematización del método, resulta que los objetivos se van a seguir persistentemente en el entrenamiento, es decir, que van a partir del propio entrenamiento realizado. Se deben mejorar las capacidades y habilidades, se tiene que desarrollar una alta capacidad de rendimiento para la siguiente competición y se tiene que influir positivamente y a largo plazo sobre las características protectoras de la salud y sobre las psíquicas⁴. No se incluyen en el concepto de entrenamiento científico deportivo las actividades que centran su significado en el aspecto visual como, por ejemplo, la animación, que se limita a la experiencia divertida, o la inducción de una sensación de bienestar físico, mientras no se incluya en el ámbito de una concepción a largo plazo de ese bienestar o la práctica deportiva por diversión, pero que no se prac-

tica como forma de ejercicio a largo plazo.

Contenidos y métodos de entrenamiento. Si se ha entendido la descripción de los objetivos del entrenamiento, resulta sencilla la especificación subsiguiente de los contenidos del mismo. Se pueden designar como contenidos de entrenamiento todas las medidas prácticas con las que se persiguen, planificada y sistemáticamente, los objetivos del entrenamiento. Esto vale tanto para el aprendizaje del juego en grupos deportivos de mantenimiento con los cuales se promocionan objetivos sociales en el deporte terapéutico y de salud, como para los 20 km marcha, que incluye el entrenamiento de resistencia como contenido del mismo en el sentido de un método de competición.

En y a través del deporte. Se pueden distinguir campos de aplicación dentro del deporte y fuera del mismo. Dentro del deporte encontramos objetivos de entrenamiento preferentemente internos al deporte, es decir, aquellos que están basados en los componentes de la capacidad del rendimiento del deporte o en el rendimiento de la competición. Pero también se encuentran, dentro del deporte,

⁴Una interesante consecuencia de esta conclusión se basa en plantear qué formas externas iguales de la práctica deportiva pueden llevar el nombre de «entrenamiento» y cuáles no. Sólo si, por ejemplo, la libre práctica de un equipo deportivo persigue en su entrenamiento semanal objetivos persistentes, adquiere entonces el nombre de «entrenamiento».

objetivos externos, por ejemplo cuando aumentan las características formativas de la personalidad en el deporte juvenil de rendimiento. Si no se deja su desarrollo a la casualidad y se incluye dentro de la concepción del entrenamiento, entonces se trata de objetivos de entrenamiento externos al deporte pero que se cumplen a través del mismo. En los campos de aplicación extradeportivos, es decir, en el deporte escolar, el terapéutico o el de personas mayores, etc., el comportamiento es a la inversa. Aquí dominan los objetivos de entrenamiento externos al deporte puesto que, en primer lugar, se deben perseguir los objetivos del campo de aplicación y el deporte sirve aquí «sólo» de medio. En primer lugar, a través del deporte se deben transponer perspectivas educativas, fortalecer los recursos para fomentar la salud o contribuir a una vejez feliz. Sólo en un segundo plano se tienen en cuenta objetivos internos al deporte cuando, por ejemplo, se define como perspectiva educativa un determinado nivel en la capacidad deportiva del rendimiento o cuando se pretende una determinada medida de capacidad de rendimiento en el sentido de un fomento de la salud.

La definición conceptual aquí propuesta tiene la ventaja de que designa consecuentemente la comprensión del entrenamiento abierto y que el concep-

to de entrenamiento afecta a la consecución sistemática y planificada de unos objetivos comunes que se persiguen a través o en el deporte. Además, consta de varios puntos de vista afectados por la crítica y, por esta razón, no pueden observarse como una conclusión a la discusión.

- ▶ La definición conceptual de «entrenamiento» en la ciencia del entrenamiento va más allá de lo que se pueda entender como su significado cotidiano. Con ella se define un término especializado que sólo se puede utilizar correctamente en el contexto científico si, a su vez, tenemos un claro conocimiento de su definición. Las tres partes de su división en aprendizaje, práctica y entrenamiento no están relacionadas con la formación conceptual aquí desarrollada.
- ▶ El concepto de entrenamiento abierto aquí propuesto descansa sobre una convención y lo conduce a la transposición consecuente de que no se aceptan como objetivo del entrenamiento aquellos objetivos que no sean físicos ni externos al deporte. Al mismo tiempo, la determinación de los contenidos del entrenamiento no es compartida por muchos colegas que prefieren una limitación de los contenidos del deporte o del movimiento. Pero esto no corresponde al campo de aplicación del deporte de rendimiento, puesto que, por

ejemplo, el entrenamiento mental se acepta como contenido del entrenamiento.

- ▶ Se prefiere el reverso de la transposición consecuente del concepto de entrenamiento: todas las posibles medidas que son adecuadas para la obtención de cualquier objetivo incrementan el argumento potencial de la ciencia del entrenamiento. Este dilema hay que tenerlo muy en cuenta, y la propuesta extendida intenta conseguir, mediante las características de la planificación, unos criterios de delimitación en la planificación, sistematización y continuidad.
- ▶ Todavía hay que resaltar un último problema. Mediante la ampliación de los campos de aplicación puede aparecer la complicación de que se incurra esporádicamente en competencia entre las disciplinas establecidas. Esto ocurre en el caso del deporte escolar, donde aún no hay una delimitación de la didáctica deportiva.

1.3 LA NATURALEZA DE LA CIENCIA DEL ENTRENAMIENTO

Con el esclarecimiento de su argumento, «entrenamiento», se ha conseguido el requisito principal para formular la naturaleza de la ciencia del entrenamiento. Esta formulación tiene igualmente grandes variantes y aquí sólo podemos

presentar la versión más consensuada.

A primera vista aparece, sin ningún problema, la clasificación sistemática y científica de la ciencia del entrenamiento. La ciencia del entrenamiento está de forma general reconocida en Alemania como una disciplina de la ciencia deportiva. En la organización científica de la ciencia deportiva, la DVS (Deutsche Vereinigung für Sport Wissenschaft, o Federación Alemana de la Ciencia Deportiva), adopta desde 1992 el papel de una sección propia que se diferencia de la sección originaria de «Movimiento y Entrenamiento». Además, hay que anotar que los sistemas angloamericanos de la ciencia del deporte no prevén una disciplina autónoma de «Ciencia del Entrenamiento» y falta una organización científica en el ámbito internacional para la ciencia del entrenamiento, al contrario de lo que ocurre en otras disciplinas de la ciencia del deporte.

Una determinación consensuada, de momento, de la naturaleza de la ciencia del entrenamiento sería la siguiente:

La ciencia del entrenamiento es aquella disciplina de la ciencia deportiva que se ocupa, desde una perspectiva global y aplicada, de la cimentación científica del entrenamiento y la competición en el área de aplicación del deporte.

Naturalmente también existen otras disciplinas, como la medicina deportiva o la psicología del deporte, que se ocupan en la ciencia deportiva de la cimentación científica de la acción práctica, pero no lo hacen desde una perspectiva global, sino desde una perspectiva disciplinaria haciendo siempre referencia, por ejemplo, a la ciencia que les sirve de base. Además, la ciencia del entrenamiento se caracteriza por la perspectiva de la aplicación, con la que se ha de dar expresión de la estrecha relación característica existente con respecto a la práctica.

Esto hace que la ciencia del entrenamiento sea una ciencia «tecnológica», por lo que se debe entender como la generación de un conocimiento para la práctica. La propuesta de definición «ciencia de la intervención en y a través del deporte» (Lames, 1999a, 49), lo expresa puntualmente, pero lo cierto es que pone en evidencia que para la fundamentación de la acción práctica se necesita un espectro de estrategias de investigación.

La característica central de la naturaleza de la ciencia del entrenamiento es, por lo tanto, la relación con respecto a la práctica. Pero ¿qué significa fundamentar científicamente la acción práctica? Perrez y Patry (1982) señalan cuatro criterios:

1. Son éticamente legítimas las iniciativas conjuntas.
2. La acción deja volver a las reglas tecnológicas, que formulan princi-

pios garantizados científicamente sobre la eficacia de cada uno de los requisitos básicos.

3. La acción es compatible con el conocimiento básico existente.
4. La relación coste/beneficio se puede calcular, sobre todo en lo que se refiere a efectos secundarios no deseados. El modo elegido de actuación en esta relación tiene que ser el óptimo entre todas las alternativas.

La escala de valores para una acción real científicamente fundamentada es, por lo tanto, bastante alta. Sobre todo es en el segundo criterio donde se puede discernir que la acción práctica, en su totalidad, nunca va a ser demostrable científicamente, puesto que una situación concreta de aplicación puede interpretarse como algo absolutamente singular, es decir, que, en las mismas circunstancias, todavía no se había presentado o que nunca se presentaría. Por esta razón sólo se pueden fundamentar de forma aproximativa a la ciencia las acciones prácticas, ya que la misión de la ciencia del entrenamiento se limita por lo tanto a desarrollar una tupida red de reglas y leyes tecnológicas, sobre las que se puede volver en muchas situaciones de aplicación (Schlicht y Lames, 1993).

La cuestión de cómo se ha de trabajar con concreción científica para resolver esta exigencia de la ciencia del entrenamiento se muestra en las

estrategias de investigación de la ciencia del entrenamiento que se tratan en el Apartado 1.5. Aquí sólo se van a nombrar algunas características, que se pueden generalizar, relativas a la ciencia del entrenamiento.

En la ciencia deportiva, así y todo multidisciplinaria, le corresponde a la ciencia del entrenamiento una posición especial, puesto que, por su parte, es una ciencia de sección transversal (Wasmund, 1982), ya que está en todas las disciplinas parciales como ciencia real, describiendo y explicando la realidad de lo que es el entrenamiento en el deporte y en la competición. Además, es una biociencia o ciencia humana, pues su objeto es la persona que entrena. Se la puede clasificar a partir de ello como ciencia integradora, empírica y aplicada.

La ciencia del entrenamiento como ciencia integradora

Los primeros pasos que tuvieron que ver con una ciencia en el entrenamiento deportivo se dieron en la medicina deportiva, en Alemania, por ejemplo, con la «Teoría del entrenamiento interválico» (Reindell, Roskamm y Gerschler, 1962) o en la «Teoría del entrenamiento de fuerza» (Hettinger, 1964). Más tarde llegaron otras disciplinas que han colaborado en la construcción de las teorías del entrenamiento deportivo: la biomecánica deportiva, la psicología deportiva, la sociología del deporte y la pedagogía deportiva, pero sobre todo la enseñanza general del entrenamiento.

La misión (de integración) de la ciencia del entrenamiento es la recolección y la ordenación sistemática de todos los resultados interesantes para el entrenamiento y para la competición, obtenidos a través de la investigación y la práctica de las ciencias básicas y de sus «sistemas de conocimientos». El examen de éstas incluye lo que «aporta» cada una de las disciplinas: ¿Hasta qué punto están libres de contradicción o se apoyan y se complementan las afirmaciones de las diferentes disciplinas científicas?

Schindler, Schnabel y Trogisch (1970) ven en la ciencia del entrenamiento el «núcleo de la ciencia deportiva». Esto presupone un más amplio concepto de entrenamiento y con ello un ámbito más amplio del objeto. Bastante más diferente es la contribución de cada una de las disciplinas de la ciencia deportiva en la composición de la ciencia del entrenamiento:

- ▶ Están muy extendidos los contenidos de la medicina deportiva. La ciencia del entrenamiento orientada según la medicina deportiva ha conseguido un alto nivel, sobre todo en las disciplinas deportivas de resistencia. Esto afecta tanto a los objetivos del entrenamiento como a la metodología del mismo. Son incuestionables los derechos de la medicina deportiva en el diagnóstico del rendimiento.
- ▶ La biomecánica deportiva suministra sobre todo aportaciones a la téc-

nica, pero también reclama sus competencias en el ámbito del entrenamiento de condición física (Ballreich y Kuhlow, 1980). Bührlé y Schmidbleicher (1981) han demostrado hasta cuándo un principio biomecánico, por un lado, y uno neurofisiológico, por otro, aumentan y a la vez apoyan «la teoría del entrenamiento de fuerza».

- ▶ En los últimos años la importancia de la psicología del deporte ha aumentado en la práctica. También desempeña un papel predominante en la ciencia del entrenamiento. Términos como «entrenamiento psicorregulador» o la formación de la personalidad a través del entrenamiento y de la competición ofrecen razones para ello, aun cuando sólo se recuerdan en el entrenamiento de las capacidades psicomorales, como la fuerza de la voluntad.
- ▶ Por el contrario, son más bien insuficientes las aportaciones de la sociología deportiva con respecto a la contribución de teorías a la ciencia del entrenamiento; los primeros principios, como la determinación del talento o para el *dropout*⁵ aun no han llegado al estadio de estructuración. Los problemas en el control de la conducta humana o en los procesos dinámicos de grupo den-

tro de las disciplinas de equipo son interesantes en la ciencia y en la práctica del entrenamiento.

- ▶ Mientras que en el pasado la enseñanza general del entrenamiento se veía solamente relacionada con el deporte de competición, la colaboración de la ciencia del entrenamiento y la pedagogía deportiva era incuestionable. Esto ha cambiado. Las cooperaciones tienen como punto esencial la didáctica deportiva (Letzelter, 1978). Como ahí, se trata de objetivos de aprendizaje, de métodos de planificación de la enseñanza, al igual que en la ciencia del entrenamiento se refiere a objetivos, planificación y método de entrenamiento. En el ámbito de los campos de aplicación se entra en el significado de la ciencia del entrenamiento para la enseñanza del deporte (véase Apartado 5.4).

Los conceptos de entrenamiento o entrenar no sólo se utilizan desde el punto de vista de los atletas. Antes bien, el significado transitivo de la expresión «entrenar a alguien» muestra una básica relación entre entrenador y atleta, y ofrece un fundamento a la ciencia del entrenamiento junto con las ciencias naturales, con un principio de significado social. El entrenamiento no sólo se refiere al sistema locomotor

⁵ Abandono de la práctica de una actividad, en el caso presente se refiere evidentemente a la actividad deportiva (N. de la T.).

del cuerpo y su relación con el aparato, o a los músculos y al sistema cardiovascular, como conceptos biomecánicos o biomédicos de la optimización del rendimiento, sino a la personalidad total del atleta. Al mismo tiempo, el entrenamiento funciona sólo cuando el entrenador y el atleta, así como, en su caso, el personal médico y de organización, adoptan papeles sociales específicos en el ámbito de la acción. Partiendo desde la perspectiva de las ciencias sociales, en la ciencia del

entrenamiento se trata tanto del análisis teórico de los papeles que aparecen en el campo de acción como de la efectividad tecnológica de estrategias complejas de intervención en la evolución de los distintos procesos de entrenamiento.

El punto central del conocimiento y de los esfuerzos de investigación de la ciencia del entrenamiento se puede ver ilustrado en la Figura 1.1 entre las ciencias básicas, las disciplinas científico deportivas allí anexionadas, por

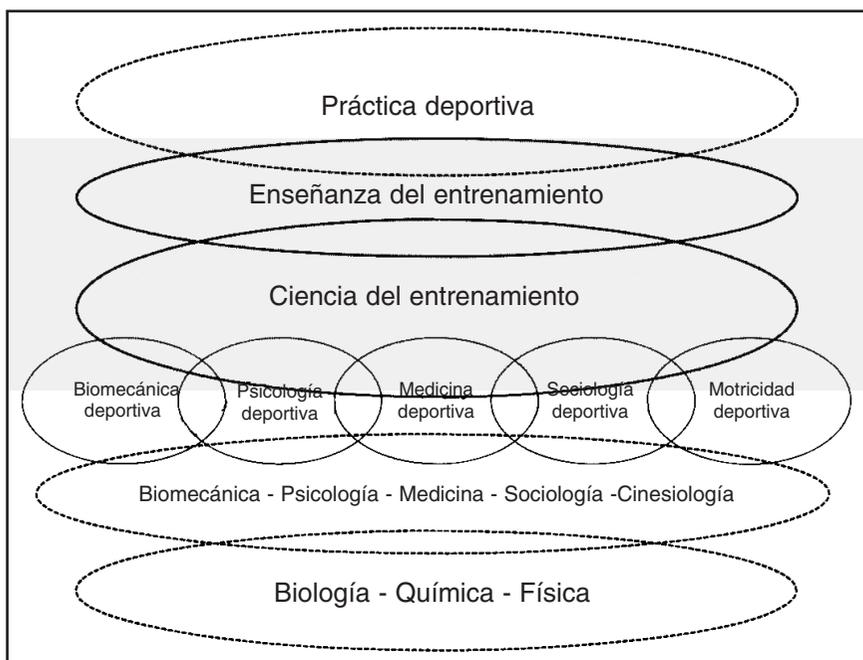


Figura 1.1. La posición de la ciencia del entrenamiento como ciencia integradora entre la práctica del entrenamiento y las ciencias básicas seleccionadas (según Hohmann, 1999 a).

un lado, y el aprendizaje del entrenamiento y la práctica deportiva, por otro lado, que posibilitan un nivel medio de abstracción. Esta ordenación es necesaria porque, por una parte, los conocimientos de las ciencias básicas sirven a las microestructuras biológico-mecánicas del sistema humano y con ello al objeto formal de la ciencia del entrenamiento, que es la «persona que entrena» de forma no especificada. Por otra parte, no pueden situarse sólo las acciones prácticas del entrenamiento en el centro de los conocimientos de interés para la ciencia del entrenamiento, porque el regreso al área de la enseñanza del entrenamiento corta el abastecimiento de los principios de las ciencias básicas, que son muy necesarias para la optimización de la práctica. La ciencia del entrenamiento está indicada por lo tanto a partes iguales para los conocimientos de las ciencias de la naturaleza y de las sociales si se la considera como mediadora entre las ciencias básicas y la práctica del entrenamiento.

La necesidad imparcial de trabajar de forma integrada es evidente para la ciencia del entrenamiento. Pero ¿cuáles son las consecuencias si se la considera como ciencia integradora? Se está obligado a la cooperación, que incluye tanto la práctica deportiva como las ciencias con las que se relaciona.

Las cooperaciones con la práctica deportiva se encuentran con el foso

formado por la práctica y la teoría. Los problemas de comprensión en este frente ya han sido muchas veces discutidos y analizados (por ejemplo, Roth y Hossner, 1977; Zinner, 1997). Su solución no es de ningún modo trivial, pero tampoco puede empezarse con conceptos triviales como «hablar en común» o «sentarse alrededor de una mesa». Si se observa de forma teórica, se trata de dos sistemas sociales separados cuya referencia propia tiene que interrumpirse para poder comunicarse con el entorno. Esto presupone primero un conocimiento profundo de la parte contraria, lo que acarrea problemas a ambas partes:

- ▶ Ya no es tan evidente la buena «conexión» con respecto a la praxis, la cual era propia de las primeras generaciones de científicos del entrenamiento, puesto que algunos habían cursado carreras deportivas de alto rendimiento⁶ y que, además, disponían de un punto de apoyo en la práctica como entrenadores o consejeros. El proceso social de la diferenciación que muestra como efecto secundario deseado una alta capacidad de rendimiento no se ha detenido ante la ciencia del deporte ni de la del entrenamiento.
- ▶ En la práctica deportiva, la ciencia del entrenamiento a menudo se sobrevalora o minusvalora en sus posibilidades. Frecuentemente se

⁶Andreas Hohmann fue jugador de waterpolo, Martin Lames campeón en Renania de atletismo en los 800 m y Manfred Letzelter récord mundial en pista cubierta en la distancia de 200 m.

la ve como un medio de solución para todo o, por el contrario, se la ignora completamente. La valoración correcta del potencial de apoyo de la ciencia del entrenamiento presupone conocimientos del modo científico de trabajo, lo que aún hoy en día es una cualidad todavía difícil de encontrar.

Igualmente problemáticas son las cooperaciones entre las ciencias básicas. Incluso cuando no debe haber discusiones tan puntillosas de si hay que trabajar de forma interdisciplinaria, multidisciplinaria o transdisciplinaria (Willimczik, 1985), está fuera de duda que las partes teóricas de las ciencias básicas pertenecen a los fundamentos de la acción práctica. Dichos aspectos teóricos se tienen que extraer de la bibliografía o se descubren a través de formas más estrechas de cooperación. No hay duda de que para la cada vez más intensa producción de conocimiento en todas las ciencias, es una difícil osadía casi imposible de llevar a cabo.

Frey describe el tipo de científico del entrenamiento de forma optimista de la siguiente forma: «Es aquel que hace suyos los temas prácticos relevantes, el médico deportivo, el biomecánico, el psicólogo y sociólogo deportivo, pero, además, también hay que nombrar al pedagogo y al experto en “unión personal”» (1992, 262). Este tipo de científico, el generalista, pertenece, dentro del sistema científico, a una especie en extinción. Para la solución del problema, como el del conoci-

miento de un grupo de ciencias básicas para la ciencia del entrenamiento, no se puede presentar aquí ninguna receta patentada. El problema está ahí y posiblemente requiera un esfuerzo de la disciplina como algo global para la resolución de las respuestas.

La ciencia del entrenamiento como ciencia empírica

El entrenamiento deportivo, bien sea en el colegio, en una asociación deportiva o en el gimnasio, bien sea organizado o de carácter libre, tiene lugar en la realidad y puede observarse o valorarse. Puesto que las ciencias reales adquieren sus conocimientos por medio de la experiencia (empirismo), también son denominadas como ciencias empíricas. En el proceso de investigación se presentan hipótesis y se prueban con la experiencia (Popper, 1971). La comparación con la realidad se realiza a través de un método que prueba su validez y que es objetivo, de confianza (fiable) y válido.

Carl (1983) separa las aseveraciones del entrenamiento en científicas y no científicas (estas últimas mejor se deben calificar de precientíficas). Esta división no es, en modo alguno, inhabitual en las ciencias empíricas, pues es misión de cada ciencia someter a examen aquellas aseveraciones que aún no han sido probadas. Esto afecta también a aquellas que se han basado en las enseñanzas de los maestros (expertos). En la teoría científica, por lo general, se cuida que las teorías no puedan falsificarse (Popper, 1971), no

sólo que hayan superado los intentos de refutación, y por ello se garantiza su eficacia. Las afirmaciones precientíficas son irrenunciables, puesto que aceleran el proceso de la investigación.

La importancia del carácter empírico en la ciencia del entrenamiento se apoya sobre todo en la limitación con respecto a la enseñanza del entrenamiento. Un entendimiento científico socialista no haría diferenciaciones, puesto que por conocimiento empírico se entiende el conocimiento a través de la experiencia (Schnabel, 1980). Para la práctica del entrenamiento, la importancia de las indicaciones en la acción es independiente de que se trate de afirmaciones probadas científicamente o que sean normativas. Se trata de una orientación práctica, por lo que la fuente del conocimiento y el método de los que proviene no tienen ningún significado para la práctica del entrenamiento. La ciencia del entrenamiento no se entiende como dogmática o normativa, sino como una ciencia de hipótesis, es decir, como una ciencia que no trabaja con aseveraciones, sino con teorías, que, hasta que se prueban, son suposiciones que se aceptan o se refutan en una continuada actividad de investigaciones, a partir de las cuales se desarrollan o se rechazan.

Para la práctica deportiva como «consumidor» de indicaciones de acción se tiene que hacer una clara diferenciación. Es muy cierto que las indicaciones de acción que descansan sobre experiencias prácticas tienen la ventaja de provenir de un contexto

práctico y por ello se pueden transferir directamente. Pero, sin embargo, si se quiere incluir en la valoración la estructura lógica o la fiabilidad y la capacidad de las afirmaciones científicas, el grado de apertura de las condiciones marginales o la transparencia del recorrido, las afirmaciones fundamentadas científicamente ofrecen razones más convincentes con respecto al entrenamiento que, por ejemplo, en el caso de una opinión subjetiva.

La ciencia del entrenamiento como ciencia aplicada

Desde los principios de la ciencia se ha discutido sobre cuál sería el sentido y el objetivo de la misma: ¿Tiene un interés puramente teórico o también tiene un interés práctico? (Diemer, 1994). En la ciencia del entrenamiento nunca ha existido esta discusión, porque se ha desarrollado desde la prácti-

Disgresión complementaria: Principios del entrenamiento

Como punto central de la enseñanza del entrenamiento valen los principios del entrenamiento que se entienden como orientaciones generales de la acción, por ejemplo, los principios de la sobrecarga creciente del entrenamiento, los de los requisitos continuados del mismo o los de la estructura cíclica de las cargas de entrenamiento (Harre, 1974; Letzelter, 1978; Matwejew, 1981). Hace poco tiempo, la elaboración de un

sistema de principios de entrenamiento ha llevado a una inflación de principios de entrenamiento (Martin, Carl y Lehnertz, 1991: 25 principios; Schnabel, Harre y Borde, 1994: 16 principios). Todos tienen la misión de conseguir un esquema de orientación para la totalidad de los aspectos del entrenamiento deportivo.

Si se observa la estructura de la aseveración de los principios de entrenamiento, se hace evidente que estas afirmaciones, formuladas con conceptos abstractos, no son directamente accesibles para un examen científico. Los principios de entrenamiento se originan de dos modos: Por un lado se trata de principios de acción muy generalizados que han partido de las reglas de acción científicotecnológicas para resolver un problema unitario y básico de acción. Sin embargo, la mayoría de las veces los principios de entrenamiento se han formulado como reglas de acción o de planificación para el entrenamiento que se deben respetar si se trata de una planificación o realización concreta del entrenamiento.

Independientemente de su modo de creación, su significado para la ciencia del entrenamiento está en que –después de una correspondiente (re-) transformación de la estructura de las aseveraciones– lleguen como hipótesis de investi-

gación con las que se puedan probar de forma científica las experiencias prácticas, lo que representa una estrategia notablemente específica del fundamento científico de la acción práctica.

Además, se tiene que clarificar aún más que la misión de entregar al entrenador un sistema global y relacionado de los principios de entrenamiento representa una actividad normativa, sobre todo en el ámbito pedagógico y metodológico, que no está respaldada por las evidencias del empirismo de la ciencia del entrenamiento.

ca, incluye las cuestiones planteadas por la práctica y ofrece soluciones. También para la opinión pública la ciencia del entrenamiento crea, desde su función de apoyo para la práctica deportiva, la parte más importante de su legitimación como disciplina científica deportiva.

Hay unas acentuadas diferencias de opinión en cuanto a la dimensión y el modo de aplicación de la ciencia del entrenamiento. Mientras que Harre y Schnabel (1993, 29) quieren ver la ciencia del entrenamiento primordialmente como algo relacionado con la práctica y por ello la describen como ciencia de la «acción», Tidow (1994, 219) la relaciona antes con las características de una ciencia de adaptación relacionada a su vez con la medicina deportiva y con la biología del deporte.

Martin (1993) ha argumentado que las ciencias puras y las aplicadas no deberían ser separadas de una forma estricta, y lo mismo habría que hacer con la investigación de los principios y de la aplicación. La aplicación del conocimiento es consecuencia de la producción del mismo; la investigación de los fundamentos por lo tanto es esencial, lo mismo que las indicaciones de la acción. Por ello se postula una doble orientación del método causal-analítico que tenga en cuenta el origen/los efectos relacionados y un método tecnológico que intente resolver los problemas de la acción a través del propósito/consideraciones sobre los recursos. Lames (1999 a) contradice la posibilidad de una doble orientación simultánea. Antes bien, debe incluirse un espectro de estrategias de investigación que abarquen el estudio de los fundamentos, de la aplicación y la investigación de evaluación de acuerdo con según sea la posición de los ejercicios (véase Apartado 1.5).

Hace poco tiempo ha aparecido una corriente investigadora relacionada con la aplicación y con la investigación de las necesidades, pero, sobre todo, se han aportado los medios necesarios por parte de instituciones externas. Múltiples asociaciones especializadas aseguran su interés por los conocimientos tecnológicos. Pero el conocimiento tecnológico sólo puede ser válido si está respaldado por un conocimiento de los fundamentos. Junto con este obligado argumento

para una investigación pura, se puede argumentar que la ciencia del entrenamiento no sólo se legitima por abarcar problemas prácticos relevantes y resolverlos, sino también por aplacar la curiosidad humana, rellenar los claros existentes en la red de la «teoría del entrenamiento deportivo» y reforzar las mallas de la red. El hombre, como ser pensante, busca el conocimiento pero también su propia argumentación, aun cuando el conocimiento no lleve a ninguna utilización práctica.

La ciencia del entrenamiento frente a la enseñanza del entrenamiento

La necesidad de fundamentar los procesos científicos del entrenamiento no sólo llevó a una disciplina científicodeportiva de entrenamiento, sino que trajo una creciente diferenciación entre la ciencia del entrenamiento y la enseñanza del mismo. Este proceso histórico se puede observar en la literatura especializada, que utiliza en 1994, por primera vez, la expresión «ciencia del entrenamiento» en 1994. (Schnabel, Harre y Borde).

Hasta entonces la ciencia del entrenamiento y la enseñanza del mismo se utilizaban frecuentemente como conceptos sinónimos con diferentes énfasis lingüísticos. Pero también se llegó a generar una distinción entre los significados. Para Schnabel, Harre y Borde (1994), la enseñanza del entrenamiento es una parte de la ciencia del entrenamiento que, además, abarca la enseñanza de la competición y del ren-

dimiento. Aquí no se establece diferenciación cualitativa entre los principios científicos y los prácticos, pues la ciencia del entrenamiento se entiende por definición como ciencia de la acción. Carl (1992) entiende por enseñanza del entrenamiento el repertorio sistemático de todos los principios de acción para la práctica del deporte, y por ciencia del entrenamiento los principios fundamentados científicamente con respecto al rendimiento, al entrenamiento y a la competición.

Para la diferenciación entre la ciencia y la enseñanza del entrenamiento, vamos a plantear una referencia proposicional, es decir, sobre la estructura de los principios de cada método.

La relación entre ambos ámbitos y la práctica del deporte está ilustrada en

la Figura 1.2 según un diagrama de conjuntos de sus componentes de conocimiento. Aquí son destacables cuatro magnitudes:

La **ciencia del entrenamiento** comprende el conjunto de hipótesis científicamente comprobadas con respecto al entrenamiento, la capacidad de rendimiento y la competición. La enseñanza del entrenamiento representa el repertorio de principios relevantes para la acción que se alimentan de diferentes fuentes, como, por ejemplo, las investigaciones científicas o la experiencia.

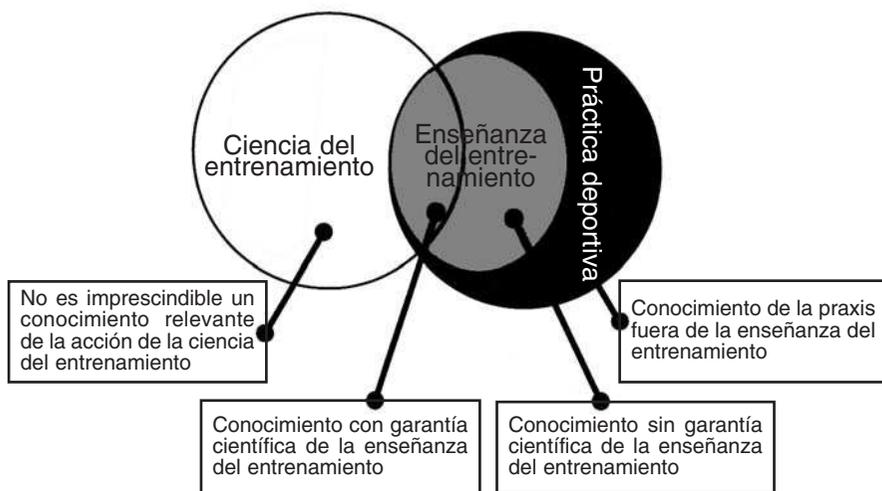


Figura 1.2 Componentes del conocimiento de la ciencia del entrenamiento, la enseñanza del entrenamiento y la práctica deportiva.

1. Los componentes de conocimiento de la ciencia del entrenamiento que no tienen una relevancia inmediata en la acción, como, por ejemplo, los conocimientos teóricos subyacentes.
2. La intersección (zona común) entre la ciencia del entrenamiento y la enseñanza del entrenamiento señalan la relevancia que tiene para la acción el conocimiento científicamente garantizado (Carl, 1983).
3. El conocimiento científico no comprobado (aún) de la enseñanza del entrenamiento es de gran interés. Por un lado, el análisis exacto de la estructura del principio representa para este ámbito un interesante campo de trabajo. ¿Cuál es, por ejemplo, la naturaleza de los principios del entrenamiento o cómo se legitima la aplicación de experiencias propias o subjetivas en recomendaciones generales del entrenamiento? Por otro lado, se puede observar este ámbito, desde el punto de vista de la ciencia del entrenamiento, como «conjunto de hipótesis» que hay que someter a prueba científica (Letzelter, 1978).
4. Finalmente se tiene que hacer una indicación en el ámbito donde se

llega a un conocimiento de la práctica deportiva. El trasfondo de la experiencia subjetiva no documentada de un entrenador y sobre todo el conocimiento exacto de las condiciones límites de cada una de las situaciones de aplicación no pueden nunca sustituirse por conocimientos de la enseñanza del entrenamiento o por los de la ciencia del entrenamiento.

Para la «teoría usual» a emplear por un entrenador (Martin, Carl y Lehnertz, 1991) desde la observación lógica de los principios de la ciencia del entrenamiento y de la enseñanza del entrenamiento destacan las siguientes características:

- ▶ El conocimiento de que las decisiones importantes de las instituciones externas no se pueden dejar de lado, pues fortalece la autonomía del entrenador aun cuando incrementa su responsabilidad.
- ▶ Para hacer que los principios de la enseñanza del entrenamiento y de la ciencia del entrenamiento sean útiles para el propio entrenamiento se requiere una competencia en la valoración, que permita evaluar la relevancia de la propia situación de aplicación.

Disgresión complementaria: ¡Aviso frente a los falsos profetas!

La delimitación entre ciencia enseñanza y práctica es obligada a primera vista y fácilmente comprensible, pues implica una distribución de papeles, desde donde se podrían canalizar los diferentes conocimientos hacia usos contrapuestos, para la fundamentación científica de la práctica y para la generación de hipótesis de relevancia práctica en la ciencia.

Desgraciadamente, en la realidad se observa frecuentemente que se tiende a la «superación de los límites» y que se reclama un campo de validez de los principios que es totalmente inadmisibles a pesar de que la base del conocimiento no lo permita. Esta superación de los límites se puede observar en ambas direcciones. Los científicos del entrenamiento llevan investigaciones controladas científicamente a partir de recomendaciones prácticas simples que no se han podido deducir de la generalidad de la investigación. Los practicantes del deporte

o los metódicos del entrenamiento deducen de la confirmación práctica de sus medidas, o incluso del éxito deportivo, una garantía científica de las hipótesis impuestas⁷. Pero, ¿cómo se reconoce a los «falsos profetas»? ¡Sólo por medio de su propia competencia!

1.4 LOS ÁMBITOS DE LA CIENCIA DEL ENTRENAMIENTO

Después de aclarar el concepto del entrenamiento y de los aspectos evidentes de la ciencia del entrenamiento, sólo se puede especificar con mayor exactitud su objeto. También en este campo se ha observado, en un lapso de tiempo relativamente corto, una evolución de diferentes estados de acentuación y podemos quedar a la expectativa de lo que ocurrirá en el futuro.

De acuerdo con los conceptos y la evidencia, es natural que el punto central del objeto de la ciencia del entrenamiento sea el propio entrenamiento.

Sin embargo, si se observa de una forma global la misión de la funda-

⁷ Como ejemplo para el último concepto véase el método de entrenamiento de la antigua Unión Soviética y sus estados satélites. Pruebas para el primer concepto las puede encontrar el lector a través de una visión crítica de la bibliografía

Como ámbitos de la ciencia del entrenamiento se entienden, por regla general, el **entrenamiento**, la **capacidad de rendimiento** y la **competición**.

mentación científica del entrenamiento, es notorio que la especificación de los objetivos del entrenamiento requiere un conocimiento de la estructura de rendimiento en cada campo de aplicación. ¿Cuáles son los requisitos de rendimiento? ¿Qué valoraciones hay que tener en cuenta?, etc. El análisis de la capacidad de rendimiento de sus componentes, al que, por ejemplo, pertenece el desarrollo de modelos para la estructuración de la capacidad deportiva de rendimiento y su comprensión científica en diversos campos de aplicación, disciplinas deportivas y niveles, es, como «diagnóstico teórico de rendimiento», también objeto primordial de la ciencia del entrenamiento (Letzelter y Letzelter, 1982 a).

El análisis de la capacidad de rendimiento, incluidos sus componentes, ha ocupado en el pasado un espacio tan grande que se advirtió de la degeneración de la ciencia del entrenamiento hacia una «enseñanza de condiciones de rendimiento» (Lames, 1996 a). La razón por la que, durante cierto tiempo, el entrenamiento perdió su orientación se debe buscar en primer lugar en el ámbito sociológico. Con la premisa de querer establecerse

como disciplina de la ciencia deportiva, se preferían cuestiones para cuya solución se podía recurrir a métodos conocidos de las ciencias básicas: toma de medidas fisiológicas, exploraciones biomecánicas o aquéllas que, metodológicamente, se situaban en un primer plano de la psicología relacionada con el diagnóstico de la capacidad. Por así decirlo, la formalidad la aportaba el método. Si, por el contrario, se quiere investigar el entrenamiento cotidiano, tenemos que recurrir a bases de menor calado científico de la investigación de campo o la investigación de evaluación en las que los tratamientos apenas pueden prepararse de forma «clínicamente pura». El problema de diseño y el de valoración, además, supone tomar el camino de menor riesgo en el análisis de la capacidad del rendimiento.

El desarrollo más reciente en la determinación de los componentes del conocimiento es la valoración forzada de competición que, a mediados de la década de 1990, apareció como un objetivo de la ciencia del entrenamiento. Esto se debe a su diferenciación dentro de la ciencia del entrenamiento y se exigió en el programa de la revista «*Leistungssport*» (Thiess, 1994; 1995), y Schnabel, Harre y Borde (1994) lo expresarían por primera vez en un libro de texto. Aquí se admite este concepto, aunque muchos de los nuevos campos de aplicación se caracterizan por no disponer de situaciones comparables a la competición, sino que se observa el efecto de la

capacidad deportiva del rendimiento, por ejemplo en el deporte terapéutico o de *fitness*, como algo con sentido propio.

De forma más crítica se observa que los contenidos científicos de este ámbito aún se tienen que precisar. Los aspectos generales corrientes se mueven en su mayoría por encima de la superficie del nivel de la enseñanza de la competición, lo que afecta la intención de los creadores (Thiess, Tschiene y Nickel, 1997; Thiess y Tschiene, 1999), o bien se tratan aspectos de la competición que se

clasificaban antes en el ámbito del entrenamiento, como por ejemplo los problemas de la periodización o el *coaching (manager)*.

En la Tabla 1.1 se han enumerado los ámbitos con sus temas científicos más importantes. Diferiendo de Schnabel, Harre y Borde (1994), en vez de «rendimiento» se opta por «capacidad de rendimiento»⁸, para evitar una interferencia con la competición como situación de realización del rendimiento, y para clarificar que se trata del tratamiento de las características personales relativas al deporte.

Tabla 1.1 Ámbitos de los componentes de la ciencia del entrenamiento con temas típicos.

Ámbitos	Temas típicos
<i>Entrenamiento</i>	Modelos del entrenamiento; objetivos y contenidos del entrenamiento: planificación, control y valoración del entrenamiento; esfuerzo y carga; metodología de la investigación en el entrenamiento.
<i>Capacidad de rendimiento</i>	Modelos de la capacidad de rendimiento deportivo; sistemas y determinación de los componentes del rendimiento; diagnóstico teórico y práctico del rendimiento; desarrollo de la capacidad de rendimiento.
<i>Competición</i>	Modelos del rendimiento en la competición; descripción del comportamiento de la competición; rendimientos parciales y rendimientos complejos de la competición.

⁸Deporte de rendimiento (N. de la T.).

En la descripción de los ámbitos de la ciencia del entrenamiento se tiene que indicar que desde el más valioso punto de vista práctico y desde el punto de vista científico, los resultados más excelentes se obtienen por medio de la observación de las acciones recíprocas entre cada uno de los ámbitos. En la Figura 1.3 se clarifica que el entrenamiento no es en sí una finalidad absoluta, sino que se realiza por su campo de aplicación en el deporte, teniendo en cuenta la situación acreditada de la competición y, en los campos de aplicación más allá de lo deportivo, sobre la base de duraderos cambios de la capacidad de rendimiento. El criterio del éxito para el entrena-

miento hay que buscarlo en cualquier caso de forma externa.

El entrenamiento viene, además, marcado por los procedimientos de los objetivos del mismo, que pueden provenir del análisis de la estructura del rendimiento o que se pueden documentar separadamente de la competición. Finalmente, se llama la atención sobre el engranaje de la capacidad de rendimiento con la competición, en el cual la capacidad de rendimiento determina, por un lado, el contacto con la competición (¿hasta cuándo?) y, por otro lado, se deducen normas para la capacidad de rendimiento a partir de los requisitos de la competición.



Figura 1.3 Acciones recíprocas entre los ámbitos de la ciencia del entrenamiento.

Un tratamiento científico de los efectos recíprocos existentes entre estos ámbitos es costoso, puesto que, por regla general, se tiene que proceder de modo multivariante y no univariante, y en forma de análisis y no de diagnóstico de estado. Pero ya que primero se responden, al plantear estas cuestiones, las preguntas básicas de la ciencia del entrenamiento (¿Cómo he de entrenar para influir de forma duradera en la capacidad de rendimiento? ¿Cuán importantes son los componentes de la capacidad de rendimiento para la competición?), en el futuro el punto central de la investigación de la ciencia del entrenamiento se va a situar en la elaboración consciente de las interrelaciones existentes entre los ámbitos.

1.5 ESTRATEGIAS DE INVESTIGACIÓN EN LA CIENCIA DEL ENTRENAMIENTO

Partiendo de la naturaleza científica del entrenamiento, de la fundamentación científica de la acción práctica en el deporte, se puede reflexionar sobre las estrategias de investigación con las que se puede generar el conocimiento necesario.

La misión del fundamento científico de la acción práctica en el deporte puede superarse sólo a través de la inclusión de un **espectro de estrategias de investigación**. Cada una de las estrategias

genera diferentes formas de conocimiento, y tiene métodos propios y sus propias medidas de calidad. Se distingue entre estrategias de investigación de la investigación básica, de la aplicación y de la evaluación.

Investigación básica

El objetivo de la investigación básica es claro: se trata de elaborar teorías nuevas, de someter a pruebas de garantía las teorías ya existentes o bien de buscar las diferencias que se dan en su campo de aplicación. En cuanto al contenido, se deben descubrir las relaciones existentes entre las variables abstractas.

El conocimiento que se produce de esta forma genera, por lo tanto, reglas o leyes en el sentido de las ciencias empíricas. Son del esquema «si A, entonces B», en el caso de reglas deterministas, o «si A, entonces B con probabilidad p» en las reglas probabilísticas. Determinista significa que las variables independientes (A) definen totalmente la variable (B). Las reglas probabilísticas, por el contrario, sólo son válidas con una determinada verosimilitud, por ello la variable dependiente (B) puede calcularse a partir de la expresión de la variable independiente (A) pero con un determinado margen de error. En las ciencias del comportamiento señaladas por su complejidad, como es el caso de la ciencia del entrenamiento, las reglas deterministas son una excepción. Si se corre

más rápido, entonces, por regla general, se salta más lejos, pero no siempre ocurre así.

¿Qué papel desempeña el conocimiento de la investigación básica en la ciencia del entrenamiento? Se trata en primer lugar de un conocimiento de segundo plano que se tiene que elaborar sistemáticamente desde la ciencia del entrenamiento como principio teórico dirigido a un cierto ámbito de aplicación (disciplina deportiva o problema de campo). Esta importancia se explica sobre todo porque las intervenciones en un campo de aplicación se conciben sólo razonablemente si se aclaran previamente los mecanismos que provocan los efectos.

Si, por ejemplo, se tiene que fundamentar un método de entrenamiento de fuerza con sus reglas de esfuerzo (repeticiones, intensidad, etc.), entonces hay que indicar qué efectos se pueden provocar con esta organización del esfuerzo, por ejemplo, un microtraumatismo de las estructuras de las células musculares. Pero esto tiene sentido sólo si hay un conocimiento de segundo plano: ¿si hay microtraumatismo esto significa que existe hipertrofia! De forma general no se pueden argumentar las medidas prácticas sin un conocimiento científico o sin un conocimiento hipotético de las reglas.

La estrategia de investigación de la **investigación básica** impone la misión de la recogida, evaluación y generación de un **conocimiento de segundo plano**. Por ello es

indispensable en el objetivo de la ciencia del entrenamiento la argumentación científica de la acción práctica, puesto que sólo teniendo en cuenta este conocimiento de trasfondo se pueden argumentar medidas concretas de entrenamiento.

Para la ciencia del entrenamiento, el método para la generación de un conocimiento de las reglas supone la recepción de principios de las ciencias básicas. Muchas de estas ciencias se entienden como generadoras de teoría, y muestran grupos de trabajo con una gran especialización y un enorme equipamiento. Existen buenas perspectivas para la ciencia del entrenamiento en los proyectos interdisciplinarios, puesto que dispone de contactos informados con respecto al campo de aplicación más atractivo en el deporte (¡personas dispuestas a ser examinadas!), lo que abre la posibilidad de introducir cuestiones específicas de la ciencia del entrenamiento. Muchas cuestiones se van a elaborar, además, exclusivamente por la ciencia del entrenamiento, puesto que aquí no hay ningún interés por la ciencia básica. Este es, por ejemplo, el caso que trata de la observación completa del fenómeno deportivo, como por ejemplo la determinación de la estructura de rendimiento de una disciplina deportiva, puesto que ésta es la típica perspectiva de la ciencia del entrenamiento.

Metodológicamente la investigación básica muestra afinidad con respecto a la investigación de laboratorio, puesto que se trata de descubrir relaciones entre variables abstractas. Éstas se pueden aislar mejor en el laboratorio mediante variables de perturbación, puesto que aquí existe un control de condicionamiento que va mas allá del test. Para el descubrimiento de la relación de causa y efecto el mejor camino es el experimento clásico. En la práctica de la investigación este camino no es siempre el más factible. Para el descubrimiento de la dependencia en el nivel de la estructura del rendimiento se requieren, por ejemplo, estudios cuasi experimentales, puesto que no se puede elaborar un nivel deportivo como un tratamiento experimental. Se tiene que trabajar con grupos desde diferentes niveles de rendimiento, puesto que para la consecución de niveles más altos se requiere un entrenamiento deportivo del rendimiento de muchos años (véase Apartado 2.3.1).

Una misión permanente de la investigación básica en la ciencia del entrenamiento es la búsqueda de nuevos principios teóricos para la mejora de la descripción y la aclaración de los fenómenos en el deporte. Esto mismo puede llevar a la búsqueda de modelos apropiados con los que se ha de describir la realidad. Los campos más rentables son, por ejemplo, los modelos para el rendimiento de la competición

(por ejemplo, la observación por dinámica de los sistemas de los deportes de equipo), para la relación de las capacidades de rendimiento y para el rendimiento en la competición (partiendo de las correlaciones más simples) o para la observación compleja de los efectos del entrenamiento en el tiempo (análisis multivariantes de series temporales, dinámica procedimental no lineal).

Investigación aplicada

Por investigación de la aplicación, como una estrategia más de la investigación en la ciencia del entrenamiento, se entiende aquí la búsqueda de soluciones de problemas e indicaciones de acción para su puesta en práctica. «Principios de este tipo describen acciones que son ideales para la consecución de objetivos» (Perrez y Patry, 1982, 51). Se describe también el conocimiento tecnológico, es decir, el conocimiento sobre la capacidad de producción y cambio de los fenómenos. En este sentido, se puede designar la ciencia del entrenamiento como «tecnología».⁹

La estrategia de investigación de la **investigación aplicada** se entiende como una estrategia operativa tecnológica con el objeto de **argumentar indicaciones concretas de acción (reglas tecnológicas)** de forma científica. Se la puede contemplar como «núcleo» de la ciencia del entrenamiento.

⁹El concepto «tecnología» se entiende en las ciencias sociales de forma distinta que en las ciencias naturales, donde se utiliza en el sentido de «ciencia de la técnica», (Sachsse, 1994; también Schnabel 1995).

Expresada en una terminología relacionada con la ciencia del entrenamiento, se trata de la aclaración de «la relación de objetivos y contenidos del entrenamiento»: ¿Qué se tiene que hacer en el entrenamiento para alcanzar un determinado objetivo? Con ello se describe también la estructura del conocimiento exigido. Se buscan reglas tecnológicas, es decir, principios del tipo: «¡Haz A para alcanzar B!», algo así como: «Pon en práctica un método de entrenamiento de fuerza del tipo A y podrás llegar a conseguir el objetivo B». B se caracteriza por el objetivo específico del entrenamiento de fuerza (por ejemplo *Body Shaping* (modelado del cuerpo) o la maximización de la fuerza explosiva). A es la especificación exacta de la normativa del esfuerzo del método de entrenamiento a integrar. La regla sirve para la totalidad (edad, sexo, experiencias de entrenamiento) y determinadas condiciones secundarias (gasto, aparatos etc.).

¿Cómo se ha de proceder para deducir las reglas tecnológicas? Los modos de acción recomendables se deben elaborar a partir de su comparación con otros diversos métodos alternativos.

Se cuestiona por lo tanto una investigación estrictamente experimental que conduce a la comprobación de una determinada constelación de condiciones secundarias (objetivo, grupo, ámbito de validación) y que se distingue de las demás investigaciones por un método especial de procedimiento.

La efectividad certificada del tratamiento conduce a una recomendación para la acción siempre que coincida la situación de aplicación con las condiciones secundarias de la investigación. La producción de reglas tecnológicas es principalmente una cuestión que pertenece originariamente a la ciencia del entrenamiento, puesto que las recomendaciones de la acción sólo tienen sentido sobre la base de un modo de observación global.

Disgresión complementaria: investigación de campo

¿Qué diferencia la investigación de campo de la de laboratorio? En la investigación de campo se antepone la obtención del campo natural de la acción para poder encontrar principios que tienen validez en una situación concreta de aplicación (validez ecológica o medioambiental). Por el contrario, la investigación de laboratorio se esfuerza en investigar las variables y las relaciones de la forma más «pura» posible.

Ambos principios están en conflicto entre sí. ¿De qué sirven las indicaciones de efectividad en el campo si no se sabe decir exactamente qué es efectivo en el tratamiento? ¿De qué sirven las indicaciones de efectividad del método de entrenamiento en el laboratorio si no se pueden transferir en ningún caso a la realidad?

Además, hay una transición gradual del campo al laboratorio y

existen varios aspectos de discusión en la naturaleza de una exploración (Patry, 1982, 18-21):

- ▶ ¿Está relacionado el comportamiento del deportista con la situación diagnóstica? (variables que se formulan y métodos de cómo se llega a esas variables).
- ▶ ¿Es el *treatment* (método de procedimiento alternativo) ilimitado por naturaleza?
- ▶ ¿Es el *setting* (¿campo en un sentido estricto de la palabra!) igualmente ilimitado?
- ▶ ¿Cómo se trata el conocimiento de los atletas en la exploración, es decir, existe la hipótesis de que su comportamiento podría verse influido por ello?

Los requisitos mínimos de una exploración de campo según Patry es que por lo menos no sea artificial en relación con una de las características citadas.

¿Son la investigación de campo y la de laboratorio las estrategias dominantes de la investigación aplicada? La prueba de la efectividad diferenciada de las diferentes alternativas de acción exige, por regla general, instrumentos muy sensibles, puesto que no se puede esperar que se excluyan las diferencias de los distintos caminos que lleven a una misma meta. El necesario control de las variables perturbadoras disminuye la posibilidad de aplicación práctica de las reglas tecnológicas. Es, por lo

tanto, un compromiso encontrar un camino intermedio entre ambas partes que se encuentran en contradicción. En cualquier caso, una regla tecnológica desde el lado del que la va aplicar tiene que verse respaldada siempre por un correcto ámbito de aplicación. No pocas veces se traspasan límites inaceptables cuando, por ejemplo, los experimentos que se han deducido de las conclusiones de estudio del deporte se trasladan a recomendaciones en el ámbito del deporte de alta competición.

Si se ha conseguido establecer una regla tecnológica, se ha de sopesar su significado práctico. ¿Si los requisitos de aplicación en la práctica se pueden sumar a los requisitos marginales de una **regla tecnológica**, entonces ésta proporciona un modo de acción concreto! La certificación científica de la eficacia de la mayor parte posible de reglas tecnológicas y de la mayor parte posible de sus requisitos secundarios fue designada, por ello, como «parte nuclear» en la ciencia del entrenamiento.

Pero la estrategia que, en un primer momento, aparece como camino a seguir para la seguridad de la relevancia práctica, que es el conseguir una red tecnológica lo más tupida posible, experimenta, desde el punto de vista de la ciencia y la investigación, limitaciones y contradicciones.

1. Problemas teóricos científicos

La generación de reglas tecnológicas sirve desde el punto de vista teórico científico como problema pragmático que no se puede resolver de forma deductiva:

- ▶ El paso, desde hipótesis más o menos empíricas sobre la efectividad óptima de un tratamiento, a una recomendación para una acción sobre una situación concreta representa un salto categórico que no se realiza lógicamente¹⁰. Así, por ejemplo, la aplicación de una regla tecnológica presupone que la situación de la aplicación es descrita por las premisas de las reglas tecnológicas, lo que siempre puede ocurrir cuando existe un acercamiento inminente.
- ▶ La recomendación de un método especial de aplicación presupone que todas las alternativas han sido probadas por su eficacia, lo que no se puede realizar ni con la teoría ni con la práctica¹¹.

2. Problemas pragmáticos de investigación

- ▶ Puesto que las reglas tecnológicas representan principios generales,

se plantea el problema de las pruebas aleatorias en el deporte de alto rendimiento (la elite está compuesta por muy pocos deportistas).

- ▶ La seguridad científica del método del test de eficacia conduce al problema de grupos de control. Tales investigaciones no discuten en la práctica las amenazas de la validez interna (por ejemplo, *diffusion on imitation of treatments, compensatory equalization, compensatory rivalry*, Cook y Campbell, 1979), también se discuten éticamente, puesto que se retiene con un método de alta seguridad al deportista del grupo de control.
- ▶ Las intervenciones deportivas aparecen en un complejo contexto social. Que evolucionen con éxito depende de numerosas situaciones que son, en parte, condicionales y que no se pueden demostrar con reglas tecnológicas en condiciones formuladas inicialmente

Investigación de evaluación

Los puntos críticos hacen que el espectro de las estrategias de investigación en la ciencia del entrenamiento sea de necesidad suplementaria. Si se quieren generar principios transmuta-

¹⁰Por esta razón, Perrez (1991; véase Schlicht y Lames, 1993) habla del tipo de conocimiento «conocimiento nomoprágmató», que representa, como conocimiento para la realización de situaciones, una condición necesaria pero no suficiente para una regla tecnológica.

¹¹Ya la ciencia de la combinatoria pone en evidencia que para la obtención de un programa óptimo del entrenamiento de fuerza, que se caracteriza por cinco niveles de intensidad, cinco repeticiones, tres pausas de series y tres series, serían necesarios 225 *treatments* para igualar su efectividad.

bles a la práctica, es decir, en la asesoría de la ciencia del entrenamiento del deporte de rendimiento, entonces es totalmente necesario un cambio de perspectiva. Ya no sólo la validez de los principios generales, ya sean reglas tecnológicas o bien principios generales, la deducción de indicaciones procedentes de principios teóricos, sino también incluso la investigación de la propia práctica¹² debería ser una parte de las actividades científicas de una ciencia aplicada.

Esta perspectiva incluye la investigación de evaluación:

La investigación de evaluación

es la aplicación sistemática de los métodos científicos para la valoración de una intervención (Rossi y Freeman, 1993):

- ▶ del concepto (¿están desviadas las medidas respecto de los supuestos previstos?);
- ▶ de la implementación (¿es acertado este concepto en la situación en que se va a aplicar?);
- ▶ de la eficacia (¿han aparecido los efectos deseados y han quedado fuera los efectos secundarios?), y
- ▶ de la efectividad (¿se han conseguido los efectos deseados con un gasto de esfuerzo justificable?)

El objetivo de la ciencia de investigación es, por lo tanto, la documentación científica y la valoración de intervenciones concretas. Los principios que aparecen se pueden resumir como una profundización de experiencias de intervenciones prácticas, ya que se trata de una recogida sistemática de datos, archivo y valoración de medidas que poseen una misma relevancia práctica «natural». El «conocimiento evaluativo» comprende, por tanto, un método para incrementar el conocimiento de la práctica desde un método sistemático a un método científico. Otras características de la investigación de evaluación son:

- ▶ *Obtención inductiva del conocimiento* Los conocimientos de la investigación de evaluación no se alcanzan de forma *top-down* (de arriba abajo), sino a través de la profundización en conocimientos individuales *bottom-up* (de abajo arriba). Este método inductivo no es muy apropiado para la generación de teorías, pero está totalmente reconocido para la orientación de la acción práctica según Hume (1973 [1748]). Weiss (1977) introdujo este tipo de obtención de conocimiento denominándolo con el concepto de *enlightenment* (esclarecimiento). El esclarecimiento de un ámbito conjunto de

¹² Existen investigaciones que tienen como objeto la documentación de la práctica del entrenamiento. Como regla general, sin embargo, no se entiende este procedimiento como transposición de una estrategia de investigación. El número de estas investigaciones es sorprendentemente bajo, por lo que Dietrich Martin designa la investigación de la práctica del entrenamiento como «mancha blanca o zona inexplorada» de la ciencia del entrenamiento (*Diskussionsbeitrag*, Magdeburgo, Junio 1998).

problemas incluyendo la valoración del conocimiento evaluativo a través de soportes de decisión es de un notable interés y es la clave del conocimiento en la investigación de evaluación.

- ▶ *Espectro metodológico* La imposición general de tareas de la investigación de evaluación trae consigo la posibilidad de aplicación a un espectro de métodos. Mientras que, por ejemplo, la efectividad y la eficacia se valoran principalmente de forma cualitativa y experimental, la valoración conceptual y de la implementación tiene, por regla general, un resultado interpretativo y cualitativo.
- ▶ *Papel del científico* Por regla general, los investigadores de evaluación están interesados en el éxito de las intervenciones investigadas. Desempeñan un papel activo y formativo. También la orientación de evaluación es, a menudo, la mejora o la seguridad del éxito de una intervención. A este aspecto se subordinan también las actividades científicas, lo que, por ejemplo, representa una evidencia para una actividad de asesoramiento científico de entrenamiento.

Mientras que la investigación básica y la aplicada se caracterizan claramente por sus tipos de conocimiento y por sus métodos deducidos de ellos, la investigación de evaluación se descri-

be mejor por su forma de procedimiento y menos por sus cánones metodológicos. También existen numerosas variantes que acentúan estos aspectos:

La *Responsive constructivist evaluation*, de Guba y Lincoln (1989), parte de una posición constructiva hacia una intervención científica en la práctica. Sobre la base de una igualdad de condiciones y de sinceridad se busca una interpretación conjunta del problema y se ponen en práctica las soluciones encontradas de este modo. Las interacciones intensivas, un método procedimental en círculos hermenéuticos y una delimitación radical del modo de realización científico convencional son otras de sus características. En la ciencia del entrenamiento, el método de la «observación cualitativa del juego» (Hansen y Lames, 2001) cambia aspectos de este principio cuando se trata del cuidado y asesoramiento de equipos deportivos.

La teoría de las intervenciones sociales, de Rossi y Freeman (1993), diferencia los tipos de las intervenciones sociales (intervenciones prototípicas, programas establecidos, mejoras de los programas establecidos). Según el tipo, se diferencian las cuestiones impuestas por el evaluador, los métodos incluidos y el interés del conocimiento. Así, por ejemplo, la garantía de supremacía de un nuevo método se establece por medio de experimentos de campo controlados, mientras que la valoración de programas establecidos recurre a métodos «suaves» para con-

ducirlos a través de la experiencia de los que lo representan.

La investigación-acción en la variante de Argyris (Argyris, Putman y Smith, 1985; Robinson, 1993) se atribuye un principio de solución de problemas. Para solucionar un problema, se elabora y define de forma estricta junto con los compañeros como actores en el campo de acción. Seguidamente, la propuesta conjunta de la solución se implementa en una situación natural en el campo y, dado el caso, se evalúa (simultánea o retrospectivamente) la efectividad de la solución del problema. Para ello es imprescindible que el científico aparezca en cada una de las fases de investigación científica como actor en un «ciclo interactivo» con la práctica de la acción (Hohmann y Rütten, 1995). La investigación-acción es, por lo tanto, una estrategia ideal para la investigación adicional en la ciencia del entrenamiento.

El principio de la práctica reflexiva (Elliot, 1991; Stringer, 1996) se caracteriza sobre todo porque no se coloca en el lugar del científico, sino en el del practicante (también Stake, 1980). No se trata aquí de generar un conocimiento evaluativo, sino un método reflexivo orientado hacia una intervención. Según este principio praxeológico, se le pediría al entrenador evaluar e incluir, además de las particularidades de la propia situación, estrategias generales para la solución de problemas, que se enriquecen con la experiencia de intervenciones del mismo tipo.

La **investigación de evaluación** hace disponible un eficaz concepto para la generación de informaciones relevantes en la práctica y una base de trabajo conjunta entre la ciencia y la práctica. Se trata de una estrategia de investigación complementaria a la investigación básica y aplicada, cuyo ámbito aún tiene que crecer en el futuro de la ciencia del entrenamiento.

Es posible que aparezca la cuestión de la causa por la cual el valor de la investigación de evaluación no se ha reconocido mucho antes. A ello se puede aducir que, por un lado, un trabajo funcional entre la ciencia del entrenamiento y la práctica del mismo, que naturalmente se encuentra en muchos lugares, siempre se ha realizado implícitamente según los principios de la investigación de evaluación. Faltaba la cuestión de que nos refiriéramos a una estrategia adecuada para la investigación. Antes bien se declaraba frecuentemente que el trabajo en conjunto con la práctica no era una actividad científica, o se intentaba, con remordimiento, quitar calidad a los resultados de las intervenciones prácticas con respecto a las ciencias básicas, que éstas no reconocen porque no han sido concebidas para tales propósitos.

Además, falta el reconocimiento del sistema científico. La investigación de evaluación posee hoy en día, a

pesar del punto de vista anteriormente expuesto, una pobre reputación científica en su necesidad y validación. Los orígenes radican posiblemente en que la investigación de las acciones ha traído variantes a la República Federal Alemana que tratan la investigación como un medio creado en un estado marxista, lo que, naturalmente, provocó reacciones contrarias de la ciencia «burguesa». También dentro del ámbito del «juego sucio» se ha extendido la valoración que señala un desinterés en la investigación cercana a la práctica, aunque debemos comentar la interpretación tradicional de que la ciencia no está sujeta al servicio de cuestiones prácticas. Si bien en las actuales obligaciones del sistema científico se ha introducido un cambio en el pensamiento científico, sigue habiendo una falta de reputación que hace poco atractivo el tipo de investigación para la juventud científica y que para algunos científicos representa un modo no apreciado de ganarse la vida.

Para elaborar la tarea principal de la fundamentación científica de la acción práctica, la ciencia del entrenamiento incluye un espectro de estrategias de investigación:

- ▶ **Investigación básica** para la generación de un conocimiento de fondo.
- ▶ **Investigación aplicada** para tejer una tupida red de reglas tecnológicas.

- ▶ **Investigación de evaluación**, para preparar científicamente un conocimiento práctico.

Para el científico del entrenamiento, la dificultad está también en este «teclado» de la estrategia de investigación para dominar y tocar en cada caso la música pertinente.

Estado de la investigación para el acoplamiento entre la teoría y la práctica

El núcleo de las estrategias de investigación propuestas lo componen los diferentes tipos de conocimiento que parten de las tres estrategias antes expuestas. Por esta razón aparece también una «estrategia doble», como la propuso Martin (1993), una investigación básica orientada en la aplicación, que sólo sería aplicable en casos excepcionales. Otra característica importante es la investigación después de un cambio de perspectiva, si se trata de la intervención directa en la práctica. Desde este punto de vista no hay ninguna alternativa con respecto al método inductivo que sea común a las diferentes variantes de la investigación de evaluación. Esto se ha de clarificar a través de un análisis crítico de cuatro conceptos que tienen que ver con el entrelazado entre la teoría y la práctica:

1. La *hipótesis de continuidad*, según Brocke (1980; Schnabel, 1995),

representa una aplicación de la explicación en la ciencia de la naturaleza de las circunstancias (leyes más condiciones secundarias, Hempel y Oppenheim, 1948) de carácter científico social. Si se quiere elaborar una situación, se tienen que provocar las condiciones secundarias bajo la observación de la legalidad. Este modelo (Westmeyer, 1969, 89) fue criticado por Bunge (1967) y por múltiples teóricos de la ciencia del comportamiento, puesto que, en primer lugar, la conclusión de los principios sólo puede fundamentarse de forma pragmática pero nunca lógicamente sobre recomendaciones prácticas, y en segundo lugar, la complejidad de las circunstancias situacionales en las ciencias del comportamiento es tan alta que una averiguación deductiva del método más adecuado se valora como un fracaso.

2. La *estrategia de ejercicios múltiples* (Heuer, 1988) se desarrolló para que a través de la presentación de diferentes ejercicios, que alcanzan desde ejercicios experimentales a ejercicios cotidianos, se encuentren principios teóricos invariables. Este concepto lo desarrolló Roth (1990; Roth y Hossner, 1992) mediante un modelo bidimensional, en cuya dimensión horizontal se dispone el examen de validación de un principio teórico (desde el laboratorio hasta la praxis), y en la dimensión vertical crece el número

de los principios teóricos para la aclaración para acercarse a la complejidad de las situaciones de aplicación. La intención original de esta estrategia de investigación no es, por lo tanto, la superación del foso de la práctica-teoría, sino asegurar la validez externa de las teorías. ¡La validación externa de las teorías no se puede igualar a la relevancia práctica!

3. La *reconstrucción de teorías subjetivas* (Groeben *et al.*, 1988) representa un método suplementario de aplicación con respecto a la investigación de evaluación. El entrenamiento se debe añadir aquí a través de la reconstrucción de las teorías subjetivas del entrenador y del atleta por medio de la técnica de lectura de fichas, con las que se debe ver el «alma» de los movimientos y una comparación de lo que debe ser el movimiento y lo que es actualmente en la realidad (Lippens, 1988; 1977), por lo que no se trata de un intento de acoplamiento entre la teoría y la práctica, sino de la optimización de los puntos de vista internos del movimiento o de los conceptos subjetivos del entrenamiento (Roth, 1996).
4. El *principio del análisis de casos únicos* (Schlicht, 1991) representa una estrategia de cómo se puede conseguir, en circunstancias difíciles de investigación en el deporte de rendimiento, no sólo un conoci-

miento evaluativo, sino también uno tecnológico y teórico. Las hipótesis teóricas previas se precisan primero en análisis exploratorios de casos únicos en condiciones de práctica, y luego se comprueban como análisis de casos únicos confirmados. Si se consigue esto, entonces se pueden examinar experimentalmente las reglas tecnológicas en el lugar y, mediante experimentos en grupo, se pueden aclarar en el laboratorio los mecanismos de efecto. Los primeros dos pasos describen por lo tanto cómo, sobre la base del análisis de casos únicos, se puede elaborar un conocimiento evaluativo por el que se puedan obtener fundamentadas recomendaciones de acción. Los siguientes pasos experimentales, según Schlicht (1991), son necesarios sólo de forma condicionada para la elaboración de la problemática de la teoría y la práctica.

Pero, ¿cuál es el estado de la cuestión en la relación de las estrategias de investigación en la ciencia del entrenamiento? Aquí se tienen que diferenciar las raíces históricas de Alemania Occidental de las de la Oriental. En la Alemania Occidental la ciencia del entrenamiento perseguía sobre todo establecerse en el concierto de las disciplinas de la ciencia deportiva. De ello resultó una sobrevaloración de la investigación básica como «generadora de reputación» y un retroceso de la referencia de aplicación. En la Ale-

mania Oriental, por el contrario, la ciencia del entrenamiento ha sido siempre tratada, por definición, como una ciencia al servicio de la práctica. Se rechazó toda finalidad absoluta. La unificación de ambas tradiciones, pero también la diferencia en el significado del deporte de rendimiento en la Alemania reunificada, así como las diferencias en la promoción de la investigación en el deporte, sin olvidar los cambios en todo el sistema científico (globalización, legitimación, evaluación, problemas de coste), condujeron a que la ciencia del entrenamiento haya hecho esfuerzos hasta conseguir, como ninguna otra disciplina de la ciencia deportiva, su autonomía en los últimos años.

La fundación de una sección deportiva en 1992 en Kassel fue el comienzo de una discusión renovada y sistemática sobre las cuestiones de la naturaleza, del ámbito de competencia y de las estrategias de investigación en la ciencia del entrenamiento (véase Martin y Weigelt, 1993; Brack, Hohmann y Wieland, 1994; Krug y Minow, 1995; Thorhauer, Carl y Türck-Noack, 1996; Hohmann, Wichmann y Carl, 1999). Esto ocurre por buenas razones y con gran intensidad, puesto que la fundamentación de una discusión aplicada en estrecha relación con la práctica tiene que sostener la separación entre la salvaguardia de los principios científicos y la relevancia práctica de sus afirmaciones. Por lo tanto, no representa un problema trivial.

La **fundamentación de la teoría científica de las estrategias de investigación** en la ciencia del entrenamiento representa un campo trabajado de forma intensiva que posee una función decisiva para el futuro papel de la disciplina. No sólo se trata de un nivel de reflexión, sino también el cambio de dimensión en las reconocidas posiciones de la práctica en la investigación.

1.6 CUESTIONES PROPUESTAS PARA EL CONTROL DEL APRENDIZAJE

1. ¿Cómo progresó históricamente la ciencia del entrenamiento y cómo se describe en su posición actual dentro de la ciencia del deporte?
2. ¿Cómo se define el concepto de entrenamiento?
3. ¿Cómo se define la naturaleza de la ciencia del entrenamiento como una disciplina integrada, empírica y aplicada?
4. ¿Qué interrelaciones existen entre los tres ámbitos de la ciencia del entrenamiento?
5. ¿A qué estrategias de investigación recurre la ciencia del entrenamiento y qué diferencias existen entre estos conceptos?



2. CAPACIDAD DE RENDIMIENTO EN EL DEPORTE

2.1 PRESENTACIÓN DE MODELOS PARA EL RENDIMIENTO Y PARA LA CAPACIDAD DE RENDIMIENTO EN EL DEPORTE

De una de las misiones de la ciencia del entrenamiento, que es la de construir un fundamento científico del entrenamiento deportivo, se deduce inmediatamente la conclusión de que la creación de un modelo representa una de las tareas centrales para la estructura del rendimiento deportivo. Porque sólo sobre la base de modelos válidos de la estructura del rendimiento se pueden deducir recomendaciones para el entrenamiento deportivo científicamente fundamentadas.

Los conceptos de modelos desarrollados en la ciencia del entrenamiento son sometidos aquí a un «duro» examen. Basándonos en la teoría de modelos formulada según la opinión de Stachowiaks (1973; 1983) se constata la naturaleza de los modelos que se proponen. ¿Se trata, por ejemplo, de un modelo que describe el comportamiento o, por el contrario, se

refiere a uno que es explicativo de la configuración de un sistema (Bossel, 1994)?

Los modelos estructurales de rendimiento deportivo deben, por un lado, identificar los componentes más importantes y, por otro lado, integrar las hipótesis de rendimiento que desempeñan un papel en la obtención del rendimiento en la competición. De especial interés resulta no sólo especificar cada elemento en el sistema de «rendimiento deportivo complejo», sino también caracterizar los efectos recíprocos o de la estructura condicionante dentro del sistema.

2.1.1 MODELOS SIN RENDIMIENTO CARACTERÍSTICO

Un primer grupo de modelos de entrenamiento científico para la estructura del rendimiento deportivo se limita sólo a nombrar sus componentes. Las Figuras 2.1 a 2.3 muestran a tres representantes de este grupo.

- ▶ La Figura 2.1 permite observar un modelo extendido en la ex República Democrática Alemana que, en sus diferentes elaboraciones específicas para cada deporte, vuelve al proyecto general de Schnabel

(1977). Las magnitudes de influencia están dispuestas en forma de estrella alrededor del máximo rendimiento deportivo (!); sólo los componentes tácticos, la coordinación/técnica y la condición muestran una interrelación.

- ▶ El modelo de la Figura 2.2 fue desarrollado por el grupo de trabajo cercano a Grosser. Aquí hay que destacar claros desplazamientos conceptuales, y los autores acentúan las influencias contrapuestas de los componentes entre sí, lo que se señala con flechas.
- ▶ Otros acentos presenta el modelo de Martin (véase Figura 2.3). Concede importancia al aspecto de la experiencia en la ciencia del

entrenamiento y al aspecto teórico psicobiológico. La selección de los componentes carece de importancia, por lo que se acentúa el carácter de integridad por medio de la indicación de que una situación de rendimiento deportivo corresponde siempre al resultado de la acción de toda la personalidad conjunta.

Desde el punto de vista de la configuración de modelos se puede reprochar a estos planteamientos su estructura de tipo *boxology*, concepto bajo el que se entiende un procedimiento en la formación de modelos en el que el sistema a modelar se representa sólo a través del enunciado de los elementos y señalando sus interrelaciones por medio de flechas.



Figura 2.1 Modelo de la estructura del rendimiento según Bauersfeld y Schröter (1979).

Las desventajas de la *boxology*¹ se ponen de manifiesto comparando los ejemplos representados. Existe una clara preferencia en la elección de los componentes citados. La naturaleza de las flechas de unión permanece poco clara (¿origen/efecto, efecto recíproco, requisitos?). Seguramente sería más justo con las representaciones si no se las designara como modelos del rendimiento deportivo o incluso como sistema de rendimiento, sino como un mero enunciado gráfico, elaborado por cada uno de los autores, de los componentes relevantes del rendimiento deportivo.

Los modelos del rendimiento deportivo que parten de la simple enumeración de los componentes del sistema y de sus efectos recíprocos han sido, hasta ahora, poco publicados y desde el punto de vista de la teoría de los modelos han sido objeto de controversia. Las razones de esto se pueden achacar al ensayo de Messing y Lames (1991). El modelo fue propuesto para presentar un anexo que realmente ilustrara los efectos estructurales recíprocos entre los elementos del sistema, y para ofrecer un marco de acceso interdisciplinario para el análisis del rendimiento deportivo complejo.

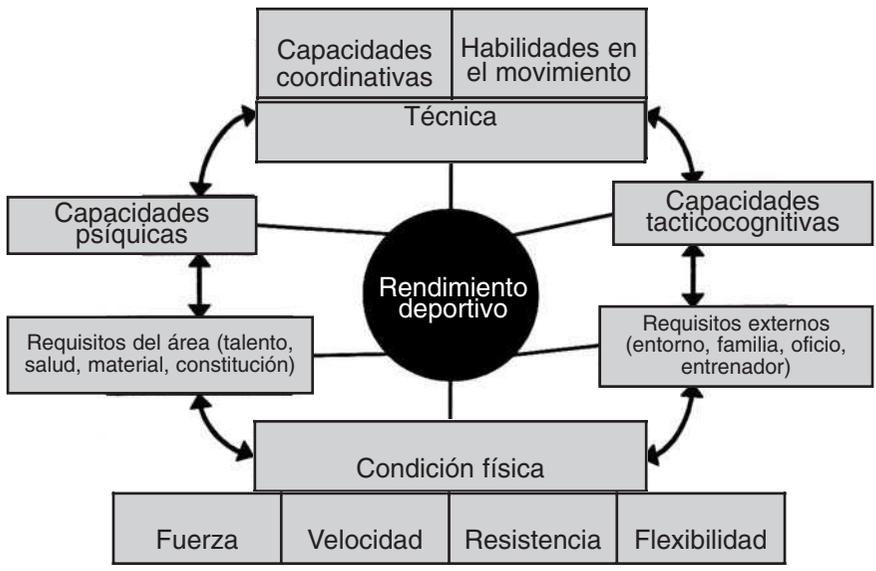


Figura 2.2 Modelo de la estructura del rendimiento según Ehlenz, Grosser y Zimmermann (1985).

¹La raíz *box* = «caja» se refiere a cada una de las figuras geométricas (rectángulos, exágonos, etc.) que forman la estructura completa del gráfico y contienen los distintos conceptos contemplados en el modelo (N. de la T.).

Por esta razón se examinó la teoría de los sistemas sociales de Parsons, para comprobar si el rendimiento deportivo se puede modelar como un sistema de acción de acuerdo con el

sentido de esta teoría. El modelo contiene cuatro subsistemas que forman un área para un acceso interdisciplinario y global (véase Figura 2.4).

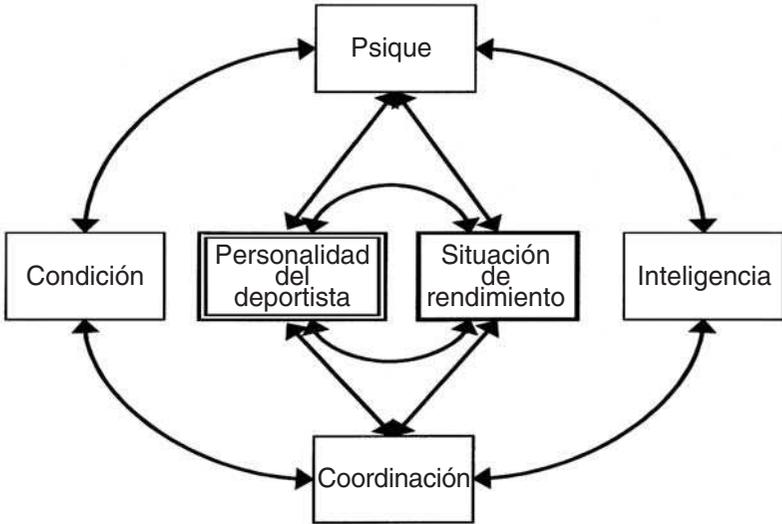


Figura 2.3 Modelo de la estructuración del rendimiento según Martin (1980).

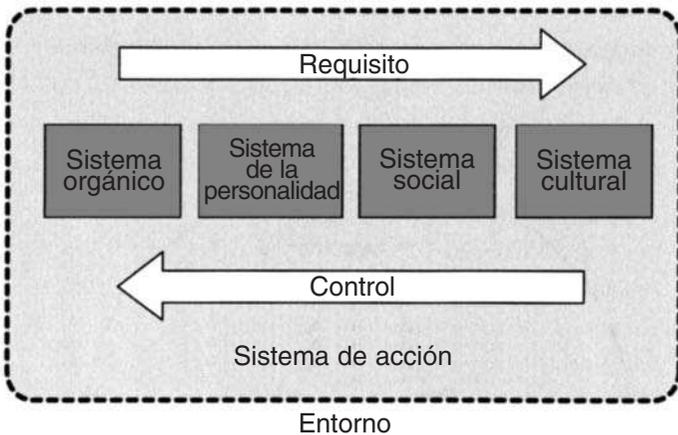


Figura 2.4 Representación esquemática de un sistema de acción (según Messing y Lames, 1991).

A partir de aquí también se ven efectos recíprocos en los subsistemas. Cada plano inferior presenta a la vista los requisitos para los planos superiores, por ejemplo, el sistema orgánico al sistema de la personalidad, mientras que las áreas superiores realizan funciones de control para las inferiores. Por ejemplo, el horizonte de valores del sistema cultural controla las estructuras y funciones del sistema social.

Hay que observar de forma crítica en la configuración de modelos que se ha intentado reproducir una estructura de sistemas y que, de esta manera, se mantiene el funcionamiento interno del sistema de acción, pero esto ocurre a un nivel muy abstracto, que no ofrece ningún punto de apoyo para poder medir los mecanismos de efectividad. Además, se ha efectuado una representación muy simplificada de los elementos del sistema, puesto que se admite que los efectos recíprocos entre los subsistemas de los sistemas aquí nombrados son especialmente importantes para el rendimiento deportivo. En este modelo faltan exposiciones sobre la realización de una acción de rendimiento concreto que sea de un especial interés para la natural observación científica y de entrenamiento.

Se puede, por lo tanto, resumir que este modelo, por encima de la mera enumeración de los principios, tiene la

ventaja de representar la totalidad de la estructura de requisitos y de comentar los efectos recíprocos, pero que no es de utilidad como un «modelo concreto de trabajo» para la ciencia del entrenamiento. Su importancia se basa más bien en la función de una concepción de áreas, sobre cuya base se desarrollan diferenciaciones y modelos parciales. Nitsch y Munzert (1997) elaboran modelos de forma muy parecida.

El modelo de la estructura del rendimiento deportivo más reconocido hasta ahora fue desarrollado por Grundlach (1980; mod. de Schnabel, Harre y Borde, 1994). La organización de los componentes de la capacidad de rendimiento deportivo expuestos en el Apartado 2.2 se orienta según el modelo del sistema obtenido de los requisitos de rendimiento.

El modelo de Grundlach parte de las fases interrelacionadas jerárquicamente pero cambiantes de las estructuras mecánicas del cuerpo, de los mecanismos de aporte energético, así como de la regulación del movimiento y de la regulación de la acción. Éstos serán contemplados (véase Figura 2.5) en los aspectos de los requisitos del rendimiento, de la fase de ejecución y también de la ejecución del rendimiento. No se hacen exposiciones sobre la naturaleza de las relaciones entre los subsistemas y el entorno exterior.

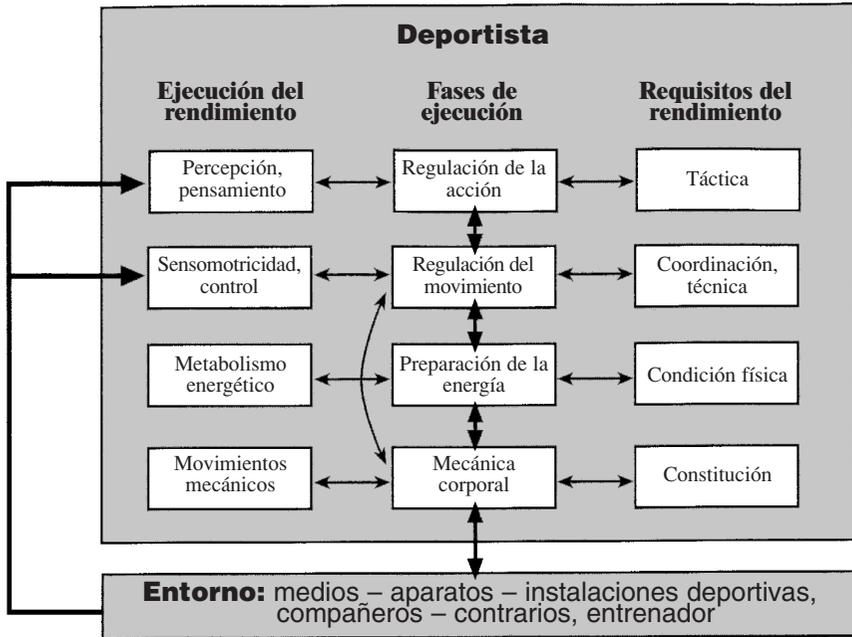


Figura 2.5 Modelo de la estructura generalizada de los rendimientos deportivos (según Schnabel, Harre y Borde, 1994, y Gundlach, 1980).

2.1.2 MODELOS CON RENDIMIENTO CARACTERÍSTICO

Como modelos de la estructura de rendimiento en el deporte que se corresponden explícitamente en la relación entre las medidas de influencia y las características, en la ciencia del entrenamiento se describieron el «modelo piramidal» y el modelo «de cadenas deductivas».

Partiendo de la teoría de modelos de Stachowiaks (1973), referida por primera vez en la ciencia deportiva, Ballreich formula sus «modelos bio-

mecánicos de condiciones de rendimiento deportivo y motor» (1980, 114). Para un objetivo deportivo como, por ejemplo, el rendimiento del salto de longitud (véase Figura 2.6), se formulan magnitudes de influencia que o están en una relación determinista (distancias parciales) o probabilista (capacidad de fuerza). Estas magnitudes de influencia actúan sobre fases del modelo inferiores a las magnitudes de los objetivos, para continuar con la identificación de otras influencias más deterministas o estadísticas.

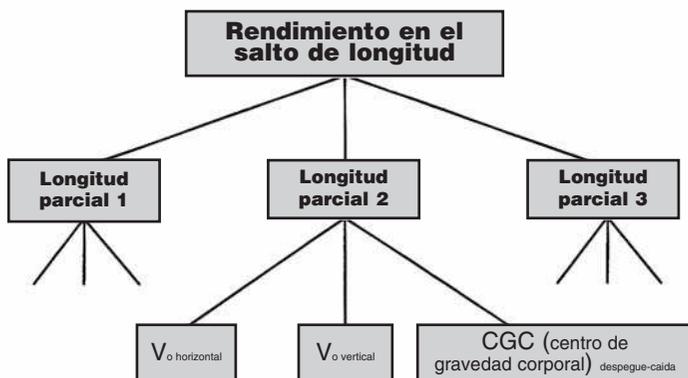


Figura 2.6 Ejemplo para un modelo de cadenas deductivas. El rendimiento complejo se subdivide en rendimientos parciales y éstos, a su vez, en diferentes fases según las magnitudes de influencia.

Este modelo tuvo mucha influencia en las décadas de 1970 y 1980 y encontró aplicación en otros tipos de deportes. Desde el punto de vista de la teoría de modelos se critica sobre todo que, gracias a una investigación pragmática de una forma de percepción mecánica determinista y estadística, resulta un modo estadístico de percepción, es decir, la relación entre influencias y magnitudes alcanza una correlación estadística descrita, por ejemplo, por medio de análisis de regresión. El argumento de Ballreich de poder representar cada contexto funcional deseado a través de una regresión polinómica puede servir para la relación bivalente existente entre magnitudes de influencia y objetivos, pero la dependencia que pueda existir entre las magnitudes influyentes no se registran en este modelo.

Esto se puede aclarar, por ejemplo, en las indicaciones antes referidas sobre la base de esta formación de modelos para la práctica y configuración de la frecuencia y longitud de pasos en el sprint (Ballreich y Gabel, 1975). La frecuencia y la longitud del paso representan magnitudes de influencia determinantes para el total del objetivo de la velocidad en carrera; sin embargo, un principio de análisis de regresión trata las medidas de influencia de forma aditiva y distribuidas como variables normales e independientes. Estas hipótesis, sin embargo, representan una clara contradicción con respecto a las características originales, fuertemente dependientes entre sí en la realidad de la frecuencia y la longitud del salto. No sólo la realidad de que están sujetos a condiciones biológicas individuales, sino que tampoco se expresa su complejo cam-

bio en la citada configuración de modelos. Como causa más clara para estos problemas puede servir un «salto de categoría»: las circunstancias biomecánicas se modelan estadísticamente. Esto reduce las posibles aplicaciones de la configuración de modelos a una des-

cripción de las covarianzas entre magnitudes de influencia y de objetivos, lo que impide una aclaración, pronósticos, ayuda a la decisión, control, optimización y explicación teórica sobre la finalidad de los modelos (Ballreich, 1983, 118).

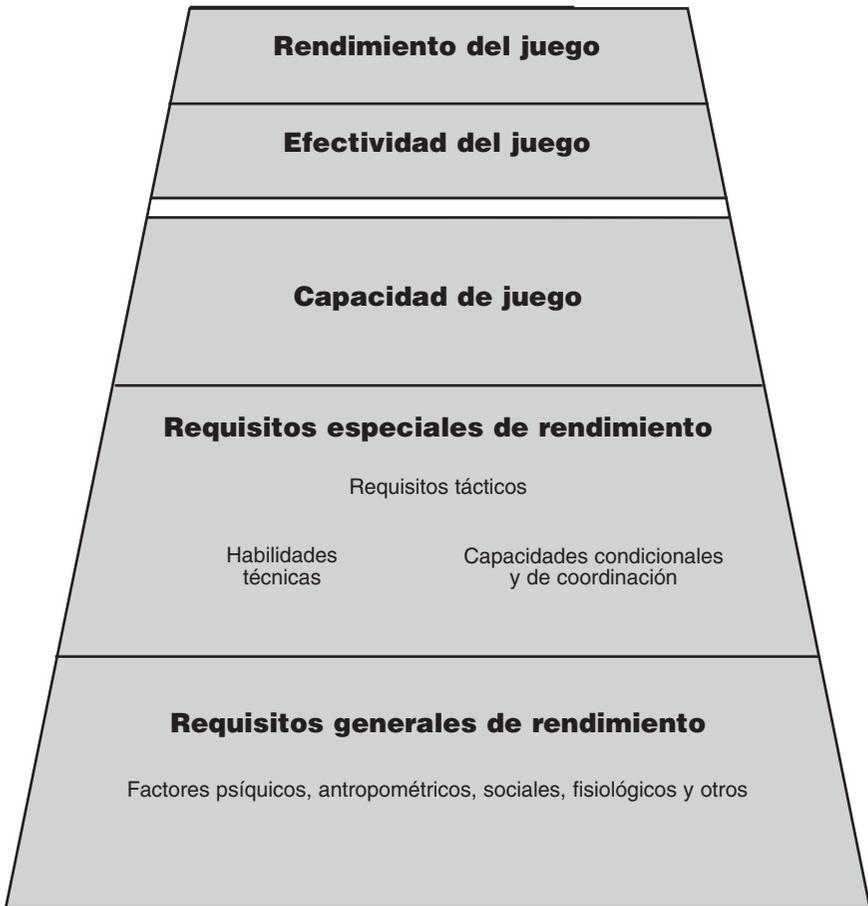


Figura 2.7 Modelo estructural del rendimiento individual deportivo complejo (según Hohmann y Brack, 1983).

La estructuración del rendimiento deportivo en modelos piramidales se da a través de la representación de varias fases en el rendimiento deportivo. Como criterios de la división en planos se destaca que los rasgos de los planos inferiores tienen efecto sobre los superiores, que la relación no es reversible y que el grado de complejidad de las características de un plano disminuye (Letzelter y Letzelter, 1982 a).

Una formulación con la que se pretende representar un modelo de tipo global para el rendimiento² proviene de Hohmann (1985, simplificado en la Figura 2.7). El comportamiento en la competición y los requisitos del rendimiento forman las estructuras principales de la pirámide. Puede discutirse si los criterios reseñados arriba se interrelacionan con los planos (véase detalladamente Lames, 1991).

La jerarquización de los componentes establece, en cualquier caso, un orden entre ellos aunque no sea en el sentido de una dependencia funcional.

Para el registro de las relaciones dentro y entre los planos se introducen los métodos estadísticos que son habituales en las investigaciones empíricas del comportamiento.

El comportamiento de la competición se registra la mayoría de las veces por medio de métodos de observación, mientras que en los planos de los requisitos del rendimiento se introduce un diagnóstico de habilidades o de

capacidades mediante tests motores deportivos.

La interrelación de los planos se determina por correlación, y la restricción de las relaciones se interpreta como medida significativa de un requisito de rendimiento para el rendimiento de competición.

Las pirámides de rendimiento pueden clasificarse también como modelos descriptivos. La pretensión en la representación de un funcionamiento interno del rendimiento deportivo no se puede cambiar.

El valor especial de este modelo está en que representa un modelo global para el trabajo de las posiciones individuales en un contexto complejo de un tipo de deporte.

La observación de los más conocidos **modelos estructurales del rendimiento deportivo** en la ciencia del entrenamiento ha dado como resultado que realmente pocos intentan registrar los efectos recíprocos entre los subsistemas dentro de la configuración de modelos. Casi siempre se permanece teóricamente en un plano que se puede designar como *boxology*.

Pero incluso allí donde aumenta la pretensión en concertar el comportamiento de la competición con los re-

²El modelo, formulado sólo para deportes de equipo, se traslada fácilmente a todos los tipos de deportes.

quisitos del rendimiento, se comprueba que, para aceptar una formulación satisfactoria de los modelos, se requieren conocimientos aún más detallados sobre el funcionamiento combinado de los componentes.

Otro método sólo puede consistir en recopilar más conocimiento sobre los subsistemas individuales y sobre cada efecto recíproco, lo que posibilita una configuración global de modelos a largo plazo.

2.2 COMPONENTES DE LA CAPACIDAD DE RENDIMIENTO

Teniendo en cuenta la provisionalidad de la configuración de modelos realizada hasta ahora, se va a analizar la descripción de los componentes de la capacidad de rendimiento deportivo según el modelo de la estructura del rendimiento deportivo de Gundlach (1980; modelos de Schnabel, Harre y Borde, 1994). En este aspecto se ha subdividido en tres apartados, de acuerdo con los requisitos de rendimiento de la constitución y de la condición física, de la coordinación y de la técnica, así como de la táctica.

2.2.1 CONSTITUCIÓN Y CONDICIÓN FÍSICA

Los factores de rendimiento de la condición física y de la constitución tienen que ser contemplados como los requisitos más decisivos para la ejecución de una acción deportiva, y son responsables en ambos procesos cuali-

tativos de la preparación de energía fisiológica y la transferencia de energía biomecánica. En la producción del movimiento, la fase de la preparación energética precede lógicamente a la de la transferencia energética.

No obstante, Hohmann y Brack (1983) siguiendo el modelo de rendimiento complejo (en los deportes de equipo) (véase Figura 2.7), y Schnabel (1994) en el modelo de la ejecución compleja del rendimiento (véase Figura 2.5), ordenan jerárquicamente la constitución por debajo de la condición física. Esta argumentación se basa en que la estructura física representa, en mayor o menor medida, la disposición genética del cuerpo a partir de la cual se puede desarrollar la condición física de un deportista en la evolución de un proceso de entrenamiento a largo plazo.

Además, se entiende que, a causa de la inespecificidad de las condiciones estructurales del cuerpo humano, su influencia sobre el rendimiento específico tiene que transformar primero las capacidades condicionales de un deportista.

Esto se puede observar comparando la estructura corporal de los remeros, que en determinados comportamientos de palanca tienen que realizar unos rendimientos de fuerza análogos a los de los jugadores de voleibol, mientras que, además, para ellos resultan decisivos los altos rendimientos de velocidad.

Está claro que una alta contribución mecánica del rendimiento en los músculos de tracción garantiza de un

modo no inmediato un alto resultado en el rendimiento deportivo. A ello se añade un alto grado mecánico de efectividad que depende sobre todo de la calidad de la coordinación del movimiento y de la efectividad de la técnica deportiva, así como de un inteligente comportamiento tacticoestratégico y psicológico en la competición.

Debido a las múltiples referencias que existen entre las jerarquizadas fases de regulación, ocurre una serie de transiciones poco definidas en la estructuración de las capacidades de rendimiento. Éstas afectan, sobre todo, a las áreas de entrecruzamiento de la condición física y de la coordinación, de la condición física y de la movilidad, así como de la flexibilidad y la coordinación.

Especialmente por lo que se refiere a la condición física, esto ha llevado

en parte a principios contradictorios del sistema; mientras que Letzelter (1978) subordina «el grupo coordinativo» a la condición física, Bös (1994) aboga, sobre todo desde el aspecto diagnóstico, por partir de la coordinación únicamente cuando las referencias para la capacidad condicional vienen definidas y siguen su camino desde los tests.

Puesto que la ejecución de un movimiento no se puede concebir sin la inclusión de un mínimo de fuerza muscular, en la Figura 2.8 se representa un modelo «combinado» para la condición física y la coordinación que explicita las zonas grises en el ámbito de la influencia coordinativa de la velocidad, constitucional y coordinativamente determinante como punto central de la flexibilidad.

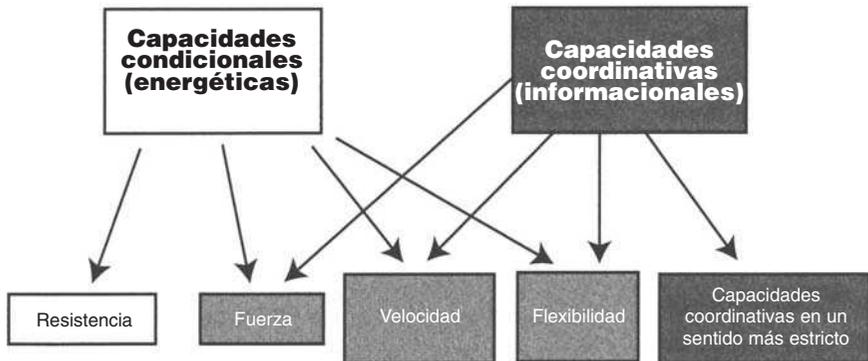


Figura 2.8 Sistema de la condición física y de la coordinación teniendo especialmente en cuenta las referencias cambiantes de la fuerza, velocidad y flexibilidad.

2.2.1.1 Resistencia en el deporte

I. Fundamento general de la resistencia

Definición. El significado de **resistencia** se entiende, por lo general, como la **capacidad de rendimiento ante el cansancio**. En este sentido, hace posible que

1. Se mantenga una intensidad elegida durante el máximo tiempo posible.
2. Perder el mínimo posible de esta intensidad.
3. Poder estabilizar durante el máximo tiempo posible la técnica deportiva y el comportamiento táctico.

La resistencia tiene un significado directo e indirecto en el rendimiento, limitando simultáneamente el rendimiento y el entrenamiento. Un entrenamiento global e intensivo sólo es posible gracias a una buena resistencia. Por eso, además, se tiene que tener en cuenta la función central de la resistencia como **capacidad de regeneración**. La resistencia (aeróbica) tiene por lo tanto también el efecto de:

4. Recuperarse (lo más) rápido (que sea posible) después de un esfuerzo.

La fatiga se percibe como una disminución pasajera (reversible) de la capacidad de rendimiento. Además, se puede diferenciar una gran cantidad de tipos de fatiga y aún hoy en día no se ha aclarado con detalle cuáles son las causas de la pérdida de rendimiento. Tradicionalmente se diferencia la fatiga central (SNC = sistema nervioso central) de la fatiga periférica (musclicatura). En caso de esfuerzos complejos se llega antes a un agotamiento central, y en caso de una incorrecta situación de entrenamiento o de un esfuerzo local aparece antes una fatiga periférica. Puesto que la capacidad vascular en los músculos podría, aproximadamente, utilizar una cuarta parte de la cantidad sanguínea requerida (Saltin, 1986), la suposición se acerca a que, en los esfuerzos de resistencia, tanto globales como regionales, tiene finalmente un efecto limitador del rendimiento la capacidad de abastecimiento del sistema cardiovascular, a la vez que el sistema respiratorio muestra grandes reservas de rendimiento.

En la fatiga se determinan, desde un punto de vista medicodeportivo, indicios subjetivos y objetivos (véase Tabla 2.1). La correlación entre indicación subjetiva de la fatiga y los factores objetivos demostrables es mínima. Desde el punto de vista psicológico esto es comprensible, puesto que se trata de la tolerancia de esfuerzos dentro de un proceso de superación. Por eso en esfuerzos individuales aparecen marcadas diferencias entre lo que

es fisiológicamente demostrable y aquello que es psicológicamente tolerable.

Los procesos de recuperación pueden utilizarse, en caso de esfuerzos relativamente bajos, para la recuperación regular de un equilibrio circunstancial en la actividad metabólica. En caso de esfuerzos mayores y más cortos se hacen cada vez más importantes los procesos de estructuración en las pausas. La denominada recuperación regular depende por un lado de la duración de los intervalos de pausa y por otro de la capacidad de recuperación del deportista (véase Figura 2.9). La capacidad de recuperación se basa sobre todo en la capacidad de rendimiento y de resistencia del deportista.

II. Fundamentos biológicos de la resistencia

a) Mecanismos de las vías energéticas

La intensidad del movimiento se determina inicialmente a través de los procesos de desintegración en los substratos ricos en energía, de modo que todos los procesos de preparación de la energía son responsables de la capacidad fisiológica de recuperación ante el cansancio y de la reposición de los depósitos energéticos.

La vía energética primaria para la contracción de las fibras musculares se

efectúa a través de la desintegración del ATP (adenosintrifosfato) en ADP (adenosindifosfato) (y pequeñas cantidades de AMP (adenosinmonofosfato). La reacción se desencadena mediante la enzima miosina ATPasa (adenosintrifosfatasa). Sin embargo, la cantidad tónica de ATP disponible sólo llega para unos 2 s (véase la Figura 2.10). Si las contracciones musculares duran más tiempo o se suceden de forma frecuente, entonces la resíntesis del ATP en ADP (o AMP) tiene que garantizarse a través de fuentes energéticas secundarias.

En el caso de una vía energética secundaria se diferencia entre una aportación energética anaeróbica y otra aeróbica.

En los rendimientos de resistencia que duran más de 10 min se proporciona un 80% y más de la energía oxidativa. Por ello esta capacidad se denomina **resistencia aeróbica**, que se diferencia de la **resistencia anaeróbica**, la cual domina en una duración de esfuerzo de 2 min. Entre 2 y 8 min se encuentran formas mixtas de resistencia aeróbica y anaeróbica.

También la resistencia en intensidades variables, como por ejemplo en un deporte de equipo o en tipos de deporte de competición, es designada como **resistencia mixta aeróbica-anaeróbica**.

Tabla 2.1 Síntomas de fatiga (según Findeisen, Linke y Pickenhain, 1980).

Signos subjetivos de la fatiga	Signos objetivos de la fatiga
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Moscas volantes («chiribitas» en los ojos). ▶ Zumbidos en los oídos. ▶ Ahogo. ▶ Náuseas. ▶ Decaimiento. ▶ Apatía frente a estímulos externos. ▶ Dolores musculares. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Disminución de la fuerza muscular: tiempo refractario más largo, creciente umbral de estímulo, disminución de las respuestas reflejas, temblores musculares, trastornos de coordinación. ▶ Menor rendimiento deportivo. ▶ Desplazamiento electrolítico, subida del lactato, cambios en el valor del pH, empobrecimiento del glucógeno, descenso de la concentración hormonal. ▶ Cambios en la actividad cerebral (registrado en el EEG). ▶ Descenso de la atención y de la concentración, empeoramiento de la capacidad de percepción.

Como primer mecanismo temporal de la vía secundaria (para la resíntesis de la ATP) aparece el desdoblamiento del creatinfosfato (CrP) (véase Figura 2.10), acumulado en la musculatura y que dura unos 10 s (en personas desentrenadas unos 6 s, y en gente muy entrenada 12 y 20 s). La cesión del fosfato de creatina se produce sin formación de lactato, por lo que esta forma de vía energética es denominada como anaeróbica-aláctica. La reacción se produce a través de la enzima de la creatincinasa, y origina 1 mol de ATP por mol de fosfato de creatina.

Si, a causa de la alta intensidad del esfuerzo, el fosfato de creatina se agota, entonces la energía requerida se obtiene a través de la escisión anaeróbica de glucógeno, por la llamada glucólisis anaeróbica (véase Figura 2.11). La alta demanda de energía conduce a una producción intensiva de piruvato que se transpone, no en forma completa, en un activo ácido acético (acetil coenzima A). El piruvato se hidrata en lactato y, además, recoge iones de hidrógeno. El alto nivel de lactato arroja información sobre el grado de acidificación de la musculatura.

La glucólisis anaeróbica se mantiene debido a la enzima clave de la fosfofructocinasa. Por mol de glucosa se pueden producir 2 mol de fosfato de creatina rico en energía y, gracias a ello, se resintetizan 2 mol ATP (de ADP y P). En concentraciones demasiado altas de lactato la enzima clave de la

fosfofructocinasa se frena y, como consecuencia, es segura una caída en la intensidad del movimiento. La glucólisis anaeróbica alcanza su máximo después de unos 45s y domina en la vía energética durante unos 2 min, antes de que predominen los procesos aeróbicos y de que el rendimiento disminuya.

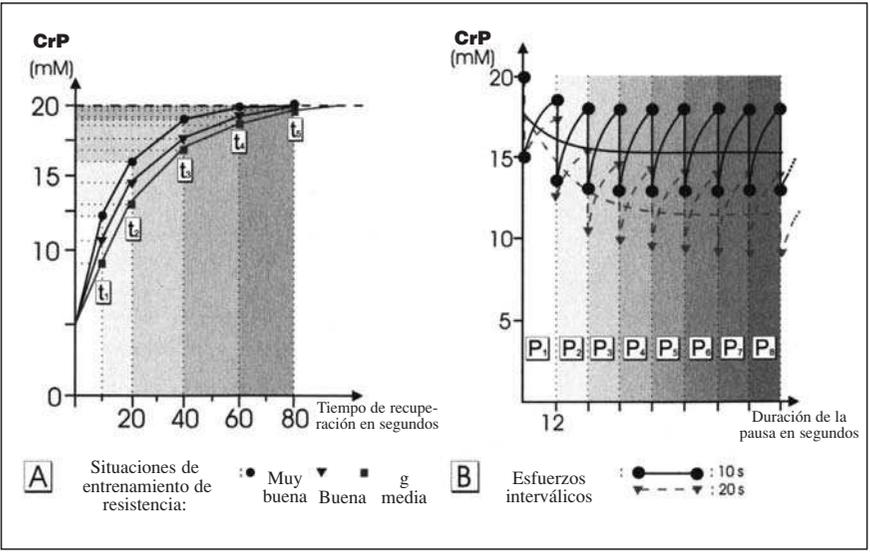


Figura 2.9 Evolución de la concentración del creatinfosfato (CrP). (A) Tres diferentes situaciones de entrenamiento de resistencia continua. (B) Durante esfuerzos intermitentes (según Baum y Essfeld, 1988).

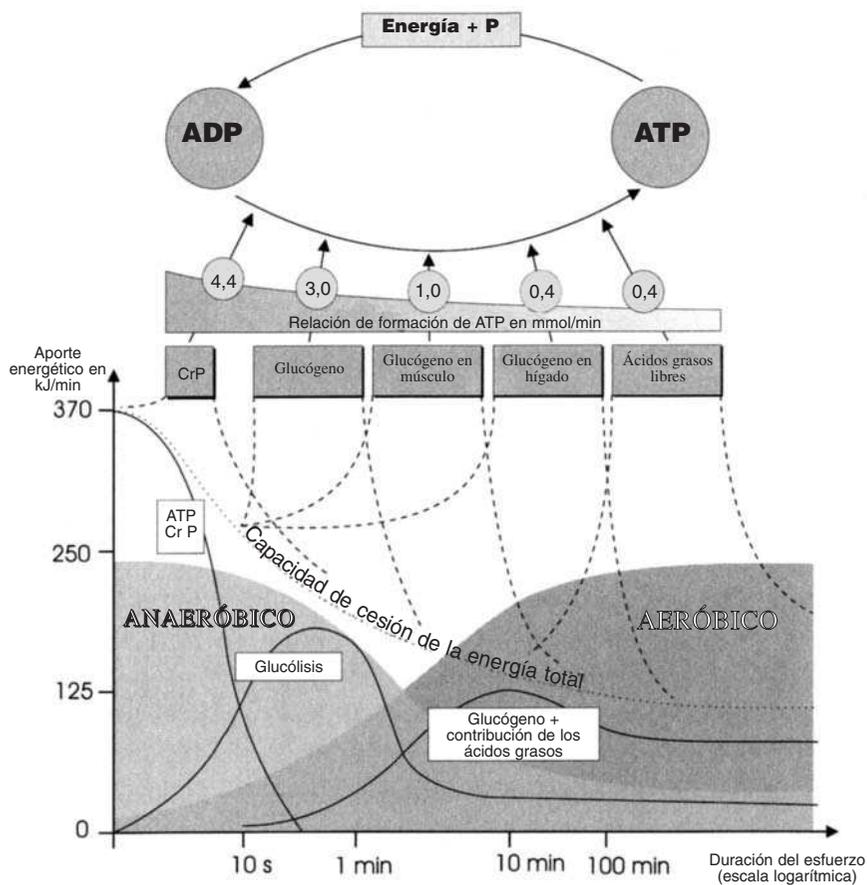


Figura 2.10 Los mecanismos de las vías energéticas en su evolución temporal (según Neumann, Pfützner y Berbalk, 1998, y Badtke, 1995).

En las publicaciones dedicadas a la enseñanza del entrenamiento aparecen, a veces, indicaciones generales con respecto a los **comportamientos mixtos** entre la preparación de energía aeróbica y la preparación de energía anaeróbica en función de la duración del

esfuerzo propio de la competición. Puesto que la aportación de los mecanismos anaeróbicos y aeróbicos depende mucho del tipo, del volumen y de la condición de la musculatura a utilizar, así como de la situación del entrenamiento de cada deportista, ape-

nas tiene sentido hablar de la expresión de unos porcentajes generales. Esto se percibe claramente, por ejemplo, en los comportamientos mixtos que se registran en la natación de 50 m estilo crol, según Maglischo (1993) con

2/98% (aeróbico/anaeróbico), Neumann, Pfützner y Berbalk (1998) con 20/80% y Ring (1997), con investigación sobre una base de estudio con nadadores de alta competición.

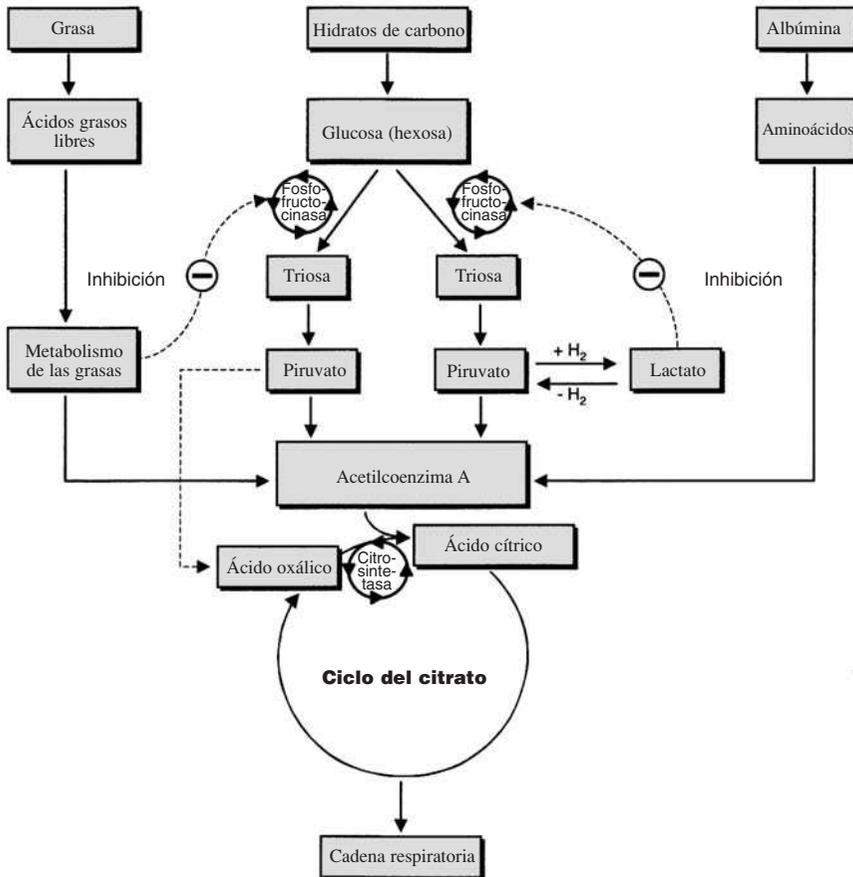


Figura 2.11 Esquema de la aportación de energía de los sustratos de los hidratos de carbono, ácidos grasos y proteínas (según Badtke, 1995, 60).

A partir de entonces la energía requerida se obtiene en un primer momento por la oxidación aeróbica de las restantes reservas de glucógeno (véase Figura 2.11). Además, la acetilcoenzima A (acetil-CoA) que proviene de glucógeno se convierte con el ácido oxálico en ácido cítrico. Esta reacción se cataliza a través de la enzima citrosintetasa (ciclo cítrico).

Esto, sin embargo, está claramente relacionado con una menor fluidez de energía (velocidad en la vía energética), pero a la vez se relaciona con un mejor aprovechamiento de la energía. Mediante una reducción completa de 1 mol de glucosa en dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O) se pueden recuperar 36 mol de CrP que por su parte ayudan a resintetizar 36 mol de ATP. Después de unos 30 min (en personas desentrenadas) o 60-100 min (entrenados/muy entrenados) las reservas de glucógeno quedan, por lo general, agotadas.

La energía requerida para la adicional resíntesis de ATP puede obtenerse por medio de hidratos de carbono provenientes del exterior (en forma de bebidas, plátanos, pastillas, etc.), como suele ser normal en las disciplinas de resistencia como son el maratón, la marcha, el ciclismo de fondo, triatlón etc., además de los diversos tipos de deportes de equipo.

Si no es posible ese abastecimiento en un esfuerzo de tan alta intensidad, entonces la energía necesaria se tomará (por el mecanismo de la gluconeogénesis) bien de forma biopositiva de los almacenes de glucógeno del hígado o de forma bionegativa de los aminoácidos, es decir, de la producción de albúmina del propio cuerpo.

En caso de un esfuerzo posterior menor o ya al comienzo de la bajada de intensidad, se preservan los distribuidores de glucógeno y la energía se obtiene gracias a la oxidación aeróbica de los triglicéridos (distribuidores de elementos grasos propios del cuerpo) convirtiéndose en glicerina y en ácidos grasos libres.

La lipólisis aeróbica de 1 mol de triglicéridos produce una recuperación energética rica en fosfatos por la resíntesis de 130 mol de ATP. La velocidad de fluidez energética es otra vez claramente inferior, porque sólo se puede realizar un rendimiento de una intensidad de un 50% del máximo consumo de oxígeno ($\dot{V}\text{O}_2$ máx).

Como ejemplo de los diferentes detalles del juego en los deportes de competición se pueden relacionar las exigencias de movimiento con los mecanismos de obtención energética (véase la Tabla 2.2).

Tabla 2.2 Exposición de los tipos de vía energética en las formas típicas de movimiento en el fútbol (según Binz, 1984).

<p>Esfuerzo aeróbico de larga duración con una obtención energética proveniente predominantemente de las grasas</p>	<p>Esfuerzo aeróbico de larga duración con una obtención energética proveniente predominantemente de las grasas. La velocidad de la producción energética es baja. Las grasas representan una reserva energética casi ilimitada. Por eso se puede mantener durante largo tiempo un esfuerzo de resistencia de este tipo.</p>	<p>Trotar, andar, (permanecer de pie).</p>
<p>Esfuerzo de resistencia aeróbica con una obtención energética proveniente predominantemente de los hidratos de carbono</p>	<p>La velocidad de producción energética en la combustión de los hidratos de carbono es mayor que en la de las grasas porque se tienen que hacer movimientos de mayor intensidad. Según la intensidad aparecen cantidades bajas de lactato (hasta unos 4 mmol/l de sangre), que aún no estorban para la subsiguiente obtención energética. Las existencias de hidratos de carbono pueden agotarse en el segundo tiempo del partido según la intensidad del movimiento (por ejemplo, en el fútbol, balonmano, etc.).</p>	<p>Carreras rápidas, carrera constante sin pausa (por ejemplo, el defensor corre más veces hacia delante y hacia atrás).</p>
<p>Esfuerzo de resistencia anaeróbica láctico</p>	<p>Esfuerzo de resistencia anaeróbico láctico. En la desintegración anaeróbica de glucógeno se origina lactato (en concentraciones de 4-20 mmol/l de sangre y más), que, en acumulaciones de a partir de 6-8 mmol/l sangre, perjudica la calidad de la técnica y de la táctica. El nivel de fluidez energética es mayor que en la glucólisis aeróbica y con ello también es mayor la intensidad del movimiento. La posible duración viene limitada en los esfuerzos anaerobolácticos por la acidificación del músculo y no por el agotamiento de los hidratos de carbono.</p>	<p>Esprints largos (por todo el campo de juego), varios esprints máximos después de una corta pausa</p>
<p>Esfuerzo de resistencia anaeróbica aláctico</p>	<p>El esfuerzo intenso requiere a corto tiempo una gran cantidad de energía. Ésta se obtiene a través del uso de fosfatos ricos en energía en donde no se produce ningún lactato. La reserva de fosfato de creatina en la musculatura es suficiente para la forma más rápida de obtención energética durante unos 10 s.</p>	<p>Salidas, esprints cortos, disparos contra la puerta, saltos, regates.</p>

b. Adaptaciones al entrenamiento de resistencia

Por medio de un importante y/o intensivo entrenamiento de larga duración se puede determinar un gran volumen de elementales y complejos rendimientos de adaptación del organismo. A continuación vamos a describir brevemente algunas de las más importantes formas de funcionamiento.

Capacidades de almacenamiento

Con 4 a 5 sesiones semanales de entrenamiento de resistencia, con una duración por sesión de 30 a 60 min y con una intensidad óptima de un 70-80% del $\dot{V}O_2$ máx (consumo máximo de oxígeno) aumenta alrededor de un 40 a 50% la concentración aeróbica de enzimas en la musculatura afectada.

En deportistas de alta competición se pueden agotar en este tiempo unos 2/3 de la posible adaptación de la enzima, quedando aproximadamente 1/3 como reserva de adaptación (Henriksson, 1993).

Las fibras de contracción lenta, llamadas ST (*slow twitch*) (véase Apartado 2.2.1.2) muestran, en comparación con las fibras musculares de contracción rápida FT (*fast twitch*), sólo un 50% de la enzima glucolítica, de modo que los atletas entrenados en la resistencia tienen una capacidad anaeróbica menor que los deportistas con un gran componente de fibras musculares rápidas.

Capilarización

El número de capilares por unidad de peso muscular se puede duplicar gracias a un entrenamiento de resistencia. En los atletas de alta competición se encuentran hasta tres veces más capilares por unidad de peso muscular que en las personas no entrenadas (Henriksson, 1993).

Composición de las fibras musculares

Por lo general en el entrenamiento de resistencia se produce un desplazamiento hacia la izquierda en el espectro de las fibras musculares (véase Apartado 2.2.1.2). Si esta situación se mantiene durante un espacio corto de tiempo, de pocas semanas o meses, entonces la estructura fibrosa vuelve a su configuración anterior.

Sólo después de un entrenamiento de resistencia de varios años³ se puede contar con un efecto irreversible de desplazamiento a la izquierda del FTG glucolítico primario a las fibras oxidativas primarias FTO.

Para alcanzar un efecto de entrenamiento óptimo en la adaptación muscular, Henriksson (1993) recomienda un entrenamiento de resistencia con la intensidad precisa para alcanzar la adaptación deseada.

Sistema cardiovascular

En la resistencia aeróbica el consumo máximo de oxígeno gana una gran importancia. Mientras que los valores en descanso para el $\dot{V}O_2$, independien-

³En contraposición a Henriksson (1993,68), Liesen y Hillmann (1985) propugnan un desplazamiento irreversible a la izquierda en fases de entrenamiento mucho más cortas, de pocas semanas.

temente de la situación de entrenamiento, son de unos 0,5 l/min, en atletas de alta competición se puede llegar, en situaciones de esfuerzo, a valores máximos superiores a los 6 l/min (personas desentrenadas: 3,5 l/min).

La Figura 2.12 ofrece una visión esquemática de la relación entre el tipo de deporte y la capacidad de rendimiento de resistencia determinada por la medicina deportiva. Se pueden obviar los valores medios, los cuales no se tienen en cuenta en los diferentes requisitos de algunos tipos de deporte (por ejemplo, en natación, los 50 m de estilo

libre en comparación con los 1.500 m de estilo libre, o en las posiciones de los jugadores en los deportes de equipo).

Para el $\dot{V}O_2$ máx en los deportistas de alta competición, para tener disponible sangre suficiente para el transporte del oxígeno, es necesario un volumen cardíaco por minuto del orden de 35 l/min.

La musculatura podría tolerar, de acuerdo con los cálculos de Saltins (1986), hasta un riego sanguíneo de 60-70 l/min, por lo que el volumen cardíaco por minuto ejerce una función limitadora del rendimiento.

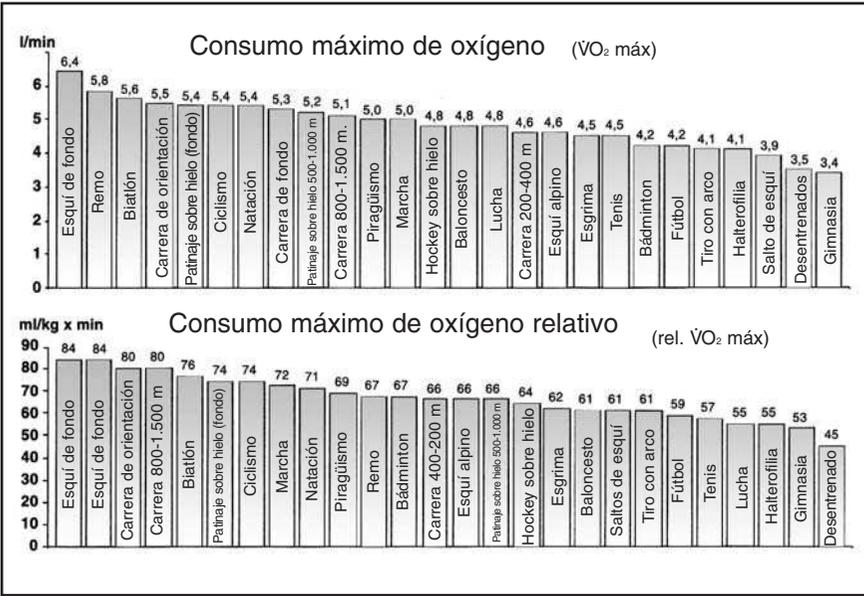


Figura 2.12 Consumo máximo de oxígeno en deportistas masculinos de alta competición (según Astrand y Rodahl, 1986).

Además, el entrenamiento de resistencia lleva sólo a un crecimiento del consumo máximo de oxígeno del orden del 25-30%. En casos excepcionales se puede llegar a un 50%. El $\dot{V}O_2$ máx está, por ello, fuertemente condicionado por la genética.

El volumen cardíaco por minuto (véase Figura 2.13) depende en primer lugar de la cantidad de latidos, ya que la frecuencia cardíaca no se puede (apenas) entrenar. Además, la frecuencia cardíaca puede descender en reposo y el umbral aeróbico-anaeróbico, dependiendo del entrenamiento, puede au-

mentar, por lo que las personas entrenadas con 180 ml/l muestran una mayor diferencia arteriovenosa de oxígeno que los desentrenados (150 ml/l).

Queda por determinar si, eventualmente, el volumen de latidos del corazón deportivo posee en el futuro una mejor reserva para la capacidad de entrenamiento, como opina Berbalk (1994), o si existen unos límites naturales de la hipertrofia cardíaca, límites que no pueden superar ni los deportistas de alta competición, como reconocen Martín et al. (1999).

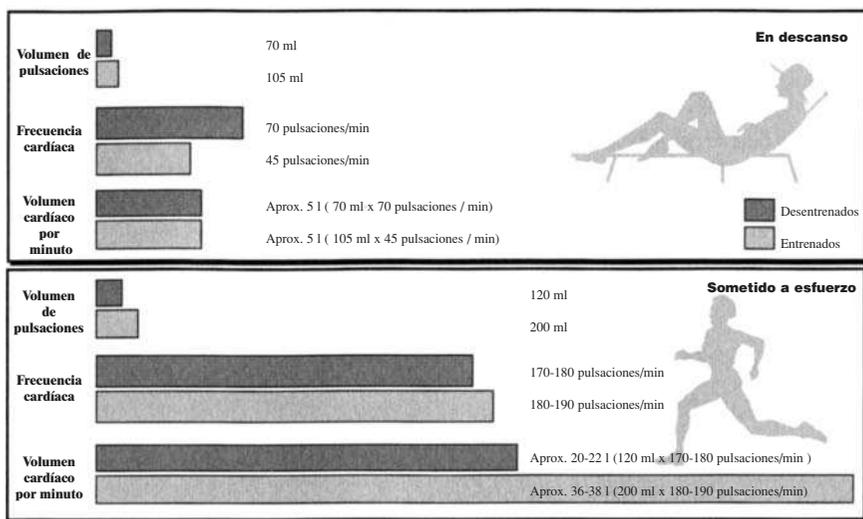


Figura 2.13 Volumen cardíaco por minuto en personas con diferente entrenamiento de resistencia.

Regulación calorífica y mantenimiento de electrolitos y agua

Pocas cantidades de pérdida de agua son suficientes para influir en la capacidad de rendimiento (para el corto plazo basta un 2% de pérdidas; para el largo plazo, un 4%). Las razones para ello hay que buscarlas en una mayor irrigación sanguínea epidérmica, menor reflujo sanguíneo al corazón a causa de una dilatación de las venas condicionada por el calor, hiperventilación (seguida de una alcalosis respiratoria), reacciones enzimáticas problemáticas y una mayor producción de sudor (Falk, 1996). En los deportistas de competición se encuentran muy cerca del límite las adaptaciones condicionadas por el entrenamiento. Básicamente siempre que sea posible se debería tomar, después de cada 15 min de esfuerzo, 0,250 l de bebida isotónica.

Umbral aeróbico y anaeróbico

A partir de una determinada intensidad de esfuerzo, la forma dominante de producción energética pasa de una combustión aeróbica de grasas a la combustión aeróbica de los hidratos de carbono; de la misma forma, para un mayor incremento de la intensidad del esfuerzo, se pasa de la combustión aeróbica a la anaeróbica.

Puesto que en la glucólisis anaeróbica cae el lactato, la concentración de este producto metabólico en la sangre da al deportista una buena medida de su grado de esfuerzo. A partir de una concentración de lactato en sangre de

más de 4 mmol/l de sangre se percibe una creciente y notable acidificación de la musculatura de esfuerzo. Kindermann, Simon y Keul (1978) y Mader *et al.* (1976) han centralizado por ello el concepto de umbral aeróbico (UA) en 2 mmol/l de lactato en sangre y el umbral anaeróbico (UAA) en 4 mmol/l de lactato en sangre, así como el intervalo que aparece en el intermedio como transición aeróbica-anaeróbica (TAA) para el control del entrenamiento (véase Figura 2.14).

Después de un entrenamiento de años, los valores de umbral individuales pueden apartarse de forma insignificante de los valores medios. En deportistas de velocidad el umbral anaeróbico puede estar por encima del límite de 4 mmol/l; en los de resistencia, por el contrario, se encuentra por debajo. Puesto que esto desempeña un papel de segundo orden en el control del avance del rendimiento intraindividual, y a lo sumo afecta la comparación de la capacidad del rendimiento de resistencia entre los diferentes deportistas, los llamados valores de umbral preparan el terreno para la guía de un entrenamiento.

Heck (1990), así como Braumann, Busse y Maassen (1987), hacen referencia a otros problemas dentro de la investigación de la intensidad de entrenamiento con respecto a la curva rendimiento-ácido láctico (dependencia, por ejemplo, de aparatos de test y análisis, esquemas de test y valoraciones, situación de la alimentación y esfuerzos previos).

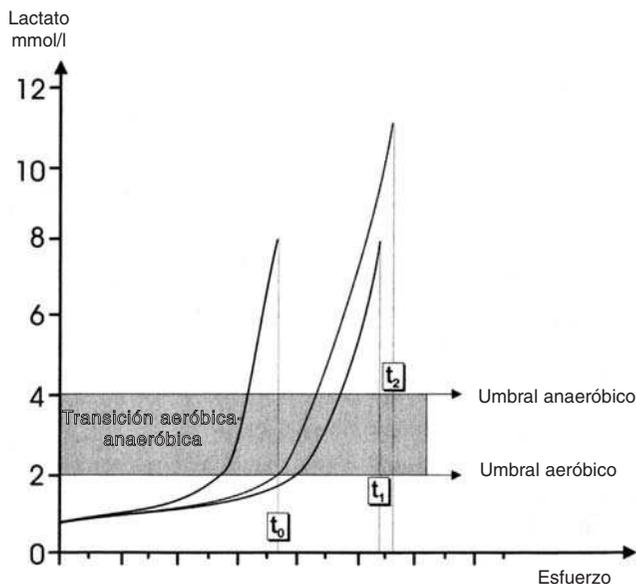


Figura 2.14 Curvas individuales de rendimiento-lactato con umbrales fijos aeróbicos (2 mmol/l de lactato en sangre) y anaeróbicos (4 mmol/l de lactato en sangre) en tres momentos distintos: al comienzo del entrenamiento (t_0); después de un entrenamiento aeróbico de resistencia (t_1), y después de un entrenamiento de resistencia anaeróbica (t_2) (según Mader et al., 1976 y Heck, Hess y Mader, 1985).

Puesto que las exigencias de resistencia requieren una regularidad de la preparación energética, tanto en la competición como durante el entrenamiento, los mecanismos son apropiados para la planificación y el control de aquellos requisitos que son exigidos al entrenamiento.

Los esfuerzos por debajo del umbral aeróbico (compensación) tienen un efecto regenerador; por el contrario, el ámbito de esfuerzo (resistencia básica I) mejora ligeramente el

umbral aeróbico de la resistencia básica. Los estímulos de entrenamiento de resistencia óptimos originan en el ámbito del esfuerzo la resistencia básica II, es decir, en esfuerzos del umbral anaeróbico.

Los esfuerzos claramente por encima del umbral anaeróbico deberían llegar sólo cuando concuerdan con los requisitos de resistencia del tipo de deporte en competición, como por ejemplo en la carrera de 400 m, en el esprint ciclista, en el remo, etc. En

estos casos se entrena la resistencia especial o la específica de la competición por medio de esfuerzos submáximos y máximos.

III. El entrenamiento de la resistencia

Como **principio básico del entrenamiento de resistencia** se da la exigencia de configurar la normativa del esfuerzo (volumen, intensidad del estímulo, densidad del estímulo [pausa], frecuencia del estímulo, etc.), de tal modo que el mecanismo de vía energética exigido o sus determinantes fisiológicos (por ejemplo, $\dot{V} O_2$ máx) y anatómicos (la composición de las fibras musculares) sean utilizados óptimamente.

a) Metodología del entrenamiento de resistencia

Los métodos de entrenamiento están siempre relacionados con los objetivos del mismo. En la capacidad de resistencia se dan, además, debido a los diferentes criterios de clasificación, una gran variedad de objetivos (véase la Tabla 2.3), de modo que con un determinado método de entrenamiento se alcanzan varios objetivos parciales. Por lo general se diferencian cuatro métodos básicos en el entrenamiento de resistencia:

1. El método continuo.

2. El método interválico intensivo y extensivo.
3. El método de repeticiones (véanse Figuras 2.15 a-d).
4. El método de control y el de competición.

En el método continuo se pueden diferenciar los métodos continuos de aquellos otros de los «juegos de recorrido» cambiantes. En el esfuerzo continuo son suficientes los efectos de adaptación, que dependen del tiempo de la realización, de la regeneración en la estabilización del nivel del rendimiento y de la economía del desarrollo del movimiento, pasando por la mejora del metabolismo de las grasas; también el rendimiento de resistencia pasa por el aumento del consumo máximo de oxígeno ($\dot{V}O_2$ máx; véase Figura 2.12), por «el desplazamiento a la derecha» de la curva rendimiento-lactato (véase Figura 2.14) y por la ampliación y el aprovechamiento económico de las reservas de glucógeno. El método continuo muestra la alternancia entre los diferentes tipos de vías energéticas y por ello es ideal para los deportes de lucha y equipo.

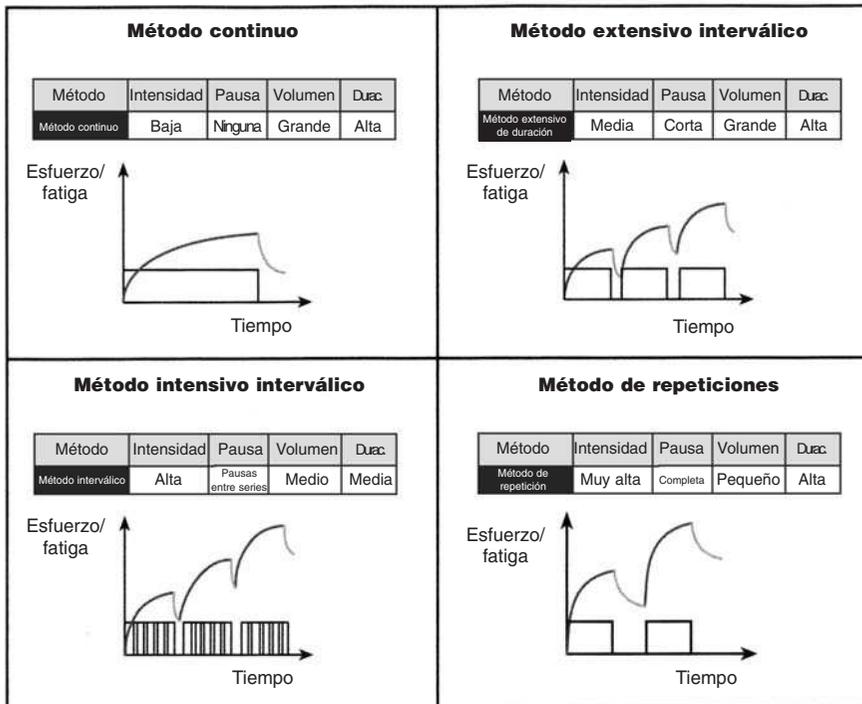
En el método interválico se diferencia entre el método extensivo y el intensivo, donde en la variante extensiva se entrena predominantemente la resistencia aeróbica, por lo que se acentúa el volumen del esfuerzo. Los efectos de adaptación se localizan en el marco del sistema cardiovascular, es decir, en una mejor capilarización de la musculatura que trabaja (adaptación periférica) y en un mejor volumen car-

Tabla 2.3 Estructuración de la resistencia según diferentes criterios de clasificación (mod. según Zintl, 1988).

Criterios de clasificación	Objetivos parciales	Rasgos distintivos
Significación para una capacidad de rendimiento específica del tipo de deporte.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Resistencia general. ▶ Resistencia especial: <ul style="list-style-type: none"> -Resistencia básica (I y II). -Resistencia específica de la competición. 	Capacidad básica para las diferentes actividades de movimiento. Capacidad de rendimiento adaptada a la estructura de esfuerzo de un tipo de deporte.
Tipo de vía preferente de energía.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Resistencia aeróbica. ▶ Resistencia anaeróbica láctica. ▶ Resistencia anaeróbica aláctica. 	En caso de suficiente oferta de oxígeno. Sin participación de oxígeno, dominando la glucólisis anaeróbica. Sin participación de oxígeno, dominando la escisión de la fosfocreatina.
Duración del esfuerzo en su más alta intensidad.	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Resistencia de corta duración. ▶ Resistencia de duración media. ▶ Resistencia de larga duración I. ▶ Resistencia de larga duración II. ▶ Resistencia de larga duración III. 	35 s-2 min. 2-10 min. 10-35 min. 35-90 min. Más de 90 min.
Volumen de la musculatura afectada.	Resistencia global. Resistencia regional. Resistencia local.	> 2/3 de la musculatura 1/3-2/3 de la musculatura. < 1/3 de la musculatura.

díaco por minuto (adaptación central). En el método intensivo interválico se entrena más la resistencia anaeróbica, el acento se pone en la intensidad del esfuerzo. Las repeticiones individuales se pueden aunar en series. El llamado «*interval training* de Friburgo» (también llamado «entrenamiento del corazón deportivo») se aplica en breves repeticiones de esfuerzo (20-30 s) y a lo largo de un gran número de repeticiones, porque así el corazón reacciona a medio y largo plazo hipertrofiando

sus paredes y aumentando el volumen de los latidos. Al mismo tiempo, y dependiendo de la duración del esfuerzo que se haya elegido, se optimiza la capacidad de aprovechamiento y de almacenamiento en la vía energética anaeróbica aláctica y o láctica. Tanto el método intensivo como el extensivo interválico se organizan frecuentemente en el entrenamiento de resistencia bajo la forma de series seguidas de ejercicios que, estando centrados en los puntos más notables, han sido dise-



Figuras 2.15 a-d Comparación esquemática y gráfica de los métodos elegidos en el entrenamiento de resistencia.

ñados para prevenir así la monotonía del entrenamiento.

En el método de repeticiones puede aumentarse la intensidad del esfuerzo, incluso por encima de la magnitud específica de la competición, por medio de un descenso en la duración del mismo o por la inclusión de aparatos de ayuda en el entrenamiento. Junto con la inclusión de tal entrenamiento supramáximo (*overload training*) también es posible una configuración submáxima de la intensidad. Sobre todo con una duración del esfuerzo de entre 30 s y 3 min se requiere una gran demanda de tolerancia al lactato (capacidad amortiguada de la sangre, resistencia al dolor).

El método de competición se aplica para la preparación o entrenamiento de las competiciones. Para ello se coloca en primer plano la movilización física y psíquica de todas las reservas de funcionamiento. Para optimizar la resistencia específica de la competición en las fases más intensivas se puede dificultar el proceso de entrenamiento ampliando las demandas del mismo por medio de cargas o resistencias adicionales más allá del esfuerzo real de la competición. En cualquier caso, los esfuerzos adicionales no deberían pasar de una magnitud del 102–103% (o 105% en caso de un movimiento rodante o deslizante). De este modo se puede alcanzar un aumento mayor del consumo máximo de oxígeno. Los métodos más adecuados pueden ser, por ejemplo, nadar con leotardos o vestidos con dos bañado-

res, waterpolo con camisetas o pesas de plomo, grandes marchas en bicicleta subiendo pendientes o contra el viento, correr cuesta arriba o sobrecargado con pesas, voleibol con un chaleco de pesas, etc.

b) Entrenamiento de resistencia preventivo y de rehabilitación

En el entrenamiento terapéutico, preventivo y de rehabilitación, se estima como la capacidad más significativa la resistencia aeróbica, debido a sus muchos efectos sobre el sistema cardiovascular. A causa de la diferente capacidad individual de esfuerzo, se hace difícil la dosificación del esfuerzo en las diferentes formas de entrenamiento. Zintl (1988, 117–120) recomienda para desentrenados con una baja capacidad de rendimiento del orden de $\dot{V}O_2$ máx < 40 ml/kg/min (mujeres: 32 ml/kg/min) o con un rendimiento máximo < 2 W/kg (mujeres: 1,5 W/kg) un programa mínimo de salud que se ha de realizar semanalmente (véase la Tabla 2.4).

En el deporte de salud se parte de que sólo a partir de un $\dot{V}O_2$ máx de 3.000 ml/min en los hombres (2.000 ml/min, en las mujeres) se origina una sensación de bienestar en la gente desentrenada, mientras que la frontera mínima para un estado perjudicial se sitúa en 1.400-1.600 ml. Si se quiere realizar un entrenamiento de resistencia regular es preciso cumplir unos requisitos mínimos de capacidad física. Los valores por debajo de 1.000 ml/min se admiten como fuente de

patologías y representan un elevado riesgo (véase Frey, 1981, 123; en referencia a Hollmann, 1963).

A las personas entrenadas que dispongan de una capacidad de rendimiento que oscile entre media a buena, lo que se expresa por un $\dot{V}O_2$ máx de 45-55 ml/kg/min (mujeres: 38-50 ml/kg/min) o un rendimiento máximo de 3-4 W/kg, se les recomienda el programa óptimo de salud (véase Tabla 2.5).

Mientras que en el deporte de competición la intensidad óptima del esfuerzo en el entrenamiento de resistencia se averigua, por regla general, gracias a la ayuda de los controles de lactato, en el deporte de mantenimiento o de salud es habitual guiar el entrenamiento de resistencia por medio de una óptima frecuencia cardíaca en el entrenamiento (véase Apartado 5.2).

2.2.1.2 Fuerza en el deporte

I. Principios generales de la fuerza

Por lo que se refiere a la fuerza, a veces hay malentendidos en relación con la terminología y los accesos diagnósticos. El origen está asentado en las diferentes formas de observación del fenómeno de la fuerza. En la fuerza física, que se puede observar como el origen del rendimiento, se diferencian los procesos fisiológicos básicos. Bajo la perspectiva científica del comportamiento, la capacidad de fuerza puede ser contemplada como la disposición a realizar movimientos con un alto componente de fuerza. Finalmente, desde el punto de vista del método deportivo hay diferentes modos para distinguir la fuerza, como por ejemplo, la fuerza en el salto, en el esprint, en el lanzamiento o, en fútbol, al disparar. Las capacidades de la fuerza son parte central de la capacidad condicional del rendi-

Tabla 2.4 Programa mínimo de salud (según ZINTL, 1988).

Volumen del esfuerzo	60 min semana: 9- 12 km carrera/andando cada semana 20-25 km ciclismo cada semana.
Intensidad del esfuerzo	50% del $\dot{V}O_2$ máx/160-edad en la frecuencia cardíaca.
Sesiones de esfuerzo	Desde 2 x 30 min hasta 5 x 12 min.

miento y, al mismo tiempo, constituye el objeto primordial en el entrenamiento deportivo.

Desde el punto de vista fisiológico no se puede utilizar el concepto de contracción muscular como algo global. El músculo puede, de acuerdo con la resistencia exterior, mantener su longitud o bien alargarse o acortarse. Por eso se introdujo el concepto de «contracción muscular» (Knuttgén y Komi, 1994, 16; véase Tabla 2.6), que, posteriormente, se aplica en función del método de trabajo de la musculatura. Para diferentes ángulos de las articulaciones, una contracción muscular puede cambiar la capacidad del músculo a causa de las diferentes condiciones de trabajo en el desarrollo de la fuerza.

II. Fundamentos fisiológicos de la fuerza muscular

Los movimientos deportivos se basan en la estructura específica y en el modo de funcionamiento de la musculatura del esqueleto. Ésta se diferencia de los demás tipos de musculatura (musculatura cardíaca, musculatura lisa) por su inervación espontánea, por su estructura «transversal», por la vía energética y por la capacidad de resistencia. Un músculo esquelético (véase Figura 2.16) está compuesto de terminaciones musculares aisladas o múltiples (partes musculares más grandes que terminan en el tendón), los cuales se vuelven a disponer paralelamente en los tegumentos del tejido conjuntivo del haz muscular. Las fibras musculares son células gigantes, con un diá-

Tabla 2.5 El programa óptimo de salud (según Zintl, 1988).

Volumen del esfuerzo	180 (120–240) min por semana: 35–40 km carrera/andar (por semana). 50–175 bicicleta (por semana).
Intensidad del esfuerzo	70–80 % del $\dot{V}O_2$ máx / 170–la mitad de la edad en la frecuencia cardíaca.
Sesiones de esfuerzo	Desde 3 x 60 min hasta 6 x 30 min.

metro de 50 μm y una longitud de hasta 10 cm. Cada fibra muscular puede contener varios miles de núcleos celulares (*nuclei*) y varios cientos de miofibrillas. Las miofibrillas están dispuestas paralelamente y son elementos contráctiles. Se encuentran en el sarcoplasma (fluido celular) y están rodeadas por el retículo sarcoplasmático (sistema de almacenamiento de calcio), así como de las mitocondrias. Las miofibrillas alcanzan la longitud total de la fibra muscular (esto quiere decir que atraviesan toda la célula) y forman un 80% de la fibra muscular.

Las miofibrillas están compuestas de elementos fundamentales conectados entre sí en serie, unos detrás de otros, llamados sarcómeras, que tienen 1-2 μm de grosor y 2,5 μm de longitud. Las sarcómeras tienen forma cilíndrica y forman los elementos contráctiles reales. Los cilindros vienen limitados por las placas Z. Dentro de las sarcómeras hay dos tipos de filamentos distribuidos longitudinalmente, los filamentos más finos son los de actina y

los más gruesos, los de miosina. Además, los filamentos de actina que están dispuestos en el centro se anexionan en las dos líneas Z. En cada uno de sus finales se superponen con las cabezas de los filamentos de miosina, que también están situados en el centro de la sarcómera. Cada filamento de miosina es hexagonal y está rodeado por seis filamentos de actina. Cada filamento de actina está unido a tres

Las diferentes capacidades de fuerza se determinan a partir de la fuerza muscular (resultante), que surge de la contracción de los músculos que se han utilizado en un movimiento. La fuerza muscular se mide bien como (a) la máxima fuerza física (en newtons), que se alcanza para una determinada velocidad de acción, bien como (b) la masa máxima (en kg o porcentual) que se puede mover hasta el agotamiento subjetivo.

Tabla 2.6 Clasificación de las formas de contracción del músculo (según Knuttgen y Komi, 1994).

Forma de esfuerzo	Volumen acción del músculo	Volumen longitud del músculo
Dinámica Dinámica Estática	Concéntrica Excéntrica Isométrica	Descendente Creciente Igual

filamentos de miosina. El área (oscura) de los filamentos de miosina (incluyendo ambas áreas de solapamiento) es designada como banda A; el área (clara) de los filamentos de actina a ambos lados de la línea Z se denomina banda I. El efecto óptico de ambas bandas, colocadas en un orden alterno,

indujo a llamarlas «bandas transversales».

Desde hace poco tiempo, se ha hecho patente que, junto a la actina y a la miosina, hay una serie de proteínas estructurales de fundamental importancia para el entendimiento de la contracción muscular. Además, la titina

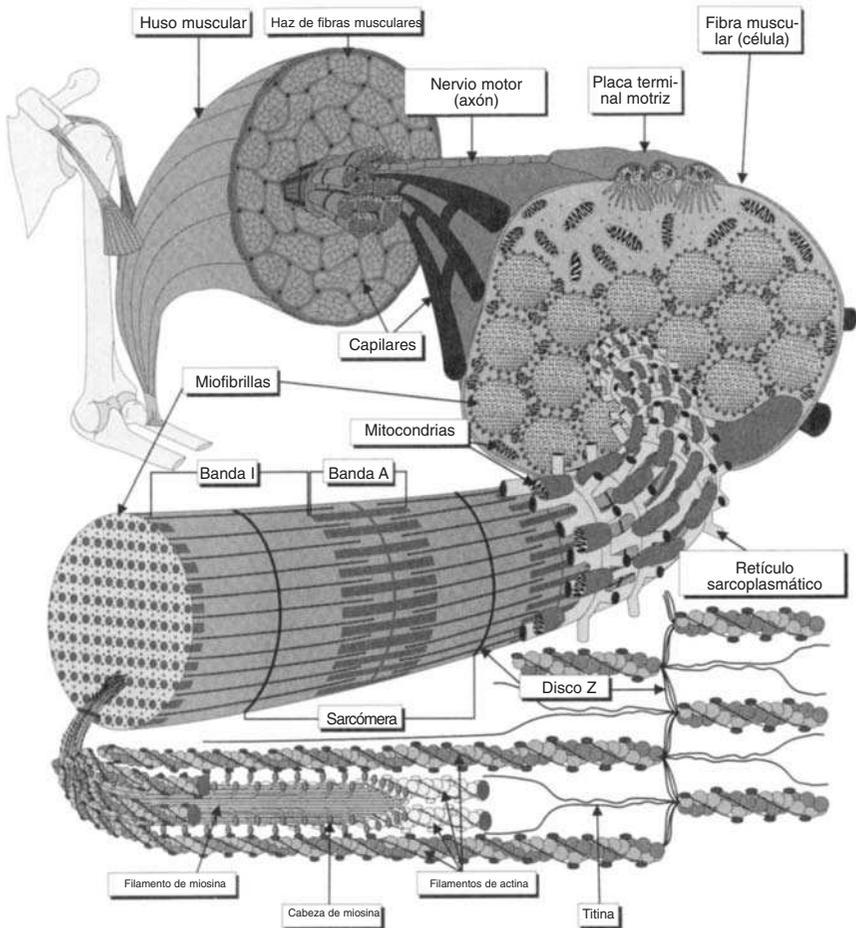


Figura 2.16 Representación esquemática de la estructura del músculo del esqueleto.

alcanza un papel central como unión elástica entre los filamentos contráctiles. Como mecanismo de muelle es responsable de la sujeción de los filamentos de actina en la línea Z, así como de la sintonía de la mecánica muscular y con ello del desarrollo óptimo de la contracción y de la relajación (Fürst, 1999).

En el espacio que rodea las miofibrillas en el retículo sarcoplasmático se encuentran los iones de calcio (Ca^{++}). Después de la estimulación de la célula muscular se liberan dichos iones. Si éstos establecen contacto con los filamentos de actina, entonces estos últimos se retraen hacia dentro, a lo largo de los filamentos de miosina, y debido a ello se trasladan al centro las líneas Z. En una contracción individual la sarcómera se acorta aproximadamente un 1%. A este fenómeno se le denomina ciclo del puente transversal (Peiper, 1996; véase la Figura 2.17). Como pueden desarrollarse hasta unos 50 ciclos seguidos, la sarcómera se acorta alrededor de un 40%, desde sus 2,5 μm originales hasta, aproximadamente, 1,5 μm . Puesto que en una miofibrilla se pueden contraer conjuntamente unas 40.000 sarcómeras, se produce un claro acortamiento o descenso de tensión en la fibra muscular (célula) o en todo el músculo.

El verdadero **despliegue de la fuerza** ocurre en las cabezas de miosina. La energía para la fuerza de contracción proviene básica-

mente de la escisión (hidrolítica) del adenosintrifosfato (ATP) en adenosindifosfato (ADP) y en un resto de fosfato (Pi). La escisión se produce gracias a la ayuda de la enzima ATPasa que está localizada en las cabezas de la miosina y que se puede activar varios cientos de veces por segundo. El ATP a disociar se encuentra directamente en el lugar de enlace de la ATPasa en una «bolsa» de la cabeza de la miosina. En esta bolsa permanecen también muchos productos de escisión en ADP y fosfatos hasta su nueva resíntesis en ATP. En el desarrollo de la tensión, el músculo llega a la misma gracias a un estímulo eléctrico que ocurre porque cientos de miles de pequeñas cabezas de miosina, después de fijadas las moléculas, tocan los vecinos hilos de actina, se «acoplan» allí durante un corto espacio de tiempo, se estiran un poco a lo largo del filamento de actina, se sueltan momentáneamente y se vuelven a acoplar en un punto más lejano de la actina. Puesto que en un filamento de miosina hay aproximadamente 500 cabezas de miosina (2 por molécula) y el ciclo puede desarrollarse continuamente más de 100 veces, se llega finalmente a un movimiento de deslizamiento de los filamentos («teoría de los filamentos deslizantes» según Huxley, 1957).

Fase 1. Para la contracción de los músculos estriados, además de los filamentos de miosina y de actina (cuerpo, cuello y cabeza de la miosina), es también importante el sistema troponina-tropomiosina. Las moléculas de forma esférica de la troponina se encuentran situadas sobre la tropomiosina, que se asemeja a un hilo, y a una distancia regular unas de otras. La tropomiosina impide la unión de las cabezas de miosina a la actina.

Fase 2. El ATP se disocia por medio de la ATPasa en ADP y en Pi, y permanece en la cabeza de miosina. Mientras que la concentración de los iones de calcio (Ca^{2+}) permanezca en el sarcoplasma por debajo de 10^{-7} mol/l, los enlaces de la actina están bloqueados por el sistema troponina-tropomiosina, y el ciclo de contracción se interrumpe.

Fase 3. Aparece un potencial de acción que se extiende a través de toda la fibra muscular y hace permeables los túbulos longitudinales del retículo sarcoplasmático, en el que hay una gran cantidad de Ca^{2+} . La concentración de Ca^{2+} sube aproximadamente 1.000 veces. Ca^{2+} se asocia a la troponina.

Fase 4. A través del enlace del Ca^{2+} se llega a una ectopía (dislocación) de la troponina y de la tropomiosina hacia el eje central de los filamentos de actina, donde se liberan los enlaces de unión para la cabeza de miosina.

Fase 5. Las cabezas de miosina se unen a la actina. Así se puede iniciar la inclinación de las cabezas de miosina con la contribución de Pi. El paso de la fase 5 a la 6 representa la verdadera gradación del despliegue de fuerza.

Fase 6. La estructura del armazón de la actina se introduce en forma telescópica en el armazón de los filamentos de miosina. La contribución de ADP lleva por último a las cabezas de miosina a su posición final. En esta situación el enlace entre la actina y la miosina es estable.

Fase 7. Asociada la cabeza de la miosina con el ATP, entonces puede disociarse de la actina («efecto plastificante del ATP»). Se vuelve a una reposición de las cabezas de miosina. Según sea la concentración intracelular de Ca^{2+} , que depende de la frecuencia de los potenciales de acción que se ponen en funcionamiento, el ciclo puede continuar en la fase 4 (hasta, aproximadamente, 50x/contracciones musculares) o interrumpirse (fase 1).

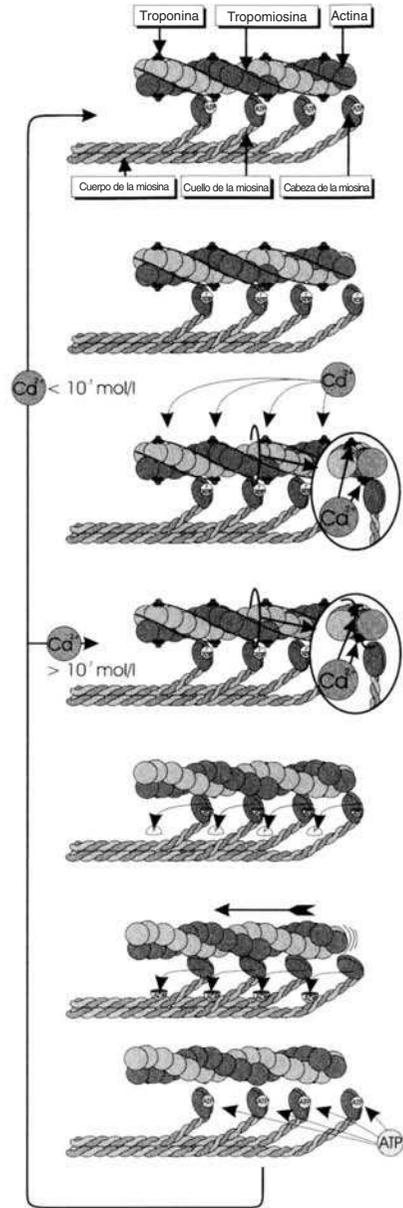


Figura 2.17 Modelo del ciclo del puente transversal.

En una contracción espontánea de la musculatura a través de impulsos nerviosos aferentes de la primera neurona motriz en la corteza cerebral motriz (neurona central en el córtex motor), en su axón (fibra nerviosa) se estimula la segunda neurona motriz en el cuerno anterior de la médula espinal. Esta segunda neurona es la célula nerviosa de la «unidad motriz» real. La unidad motriz está compuesta por elementos estructurales que son las células nerviosas motrices (motoneuronas), el axón motor con una placa terminal motriz y por todas las fibras musculares que son abastecidas por esta motoneurona. El número de las fibras musculares inervadas puede variar desde 5-10 hasta más de 1.000. Cuanto menor sea su número, más pequeño será el músculo y más se tendrá que regular el movimiento.

El estímulo se produce a través de un acoplamiento electromecánico siguiendo el «principio del todo o nada» y afecta básicamente a todas las fibras musculares de una unidad motriz. En el ámbito de la placa final motora, es decir, de la sinapsis entre el final de la fibra nerviosa y de la fibra muscular, se libera, a través del potencial de acción eléctrica, el neurotransmisor acetilcolina de las vesículas presinápticas. Se difunden a través de la fisura presináptica hasta la membrana de la fibra muscular (postsináptica) y cambia su carga eléctrica (despolarización). Puesto que se utiliza una gran cantidad de acetilcolina para la despo-

larización de la membrana, son necesarios varios impulsos nerviosos para poder provocar una contracción (Findeisen, Linke y Pickenhain, 1980).

El estímulo de una unidad motriz conduce, en un reflejo monosináptico, solamente a una contracción individual de las fibras musculares afectadas. Si aumenta la frecuencia de descarga a 7-10 impulsos/s, las contracciones se solapan. A partir de, aproximadamente, 20 impulsos/s las contracciones comienzan a fusionarse (en un tétanos incompleto). A partir de los 25 (motoneuronas lentas [S = *slow*]) o 40 impulsos/s (motoneuronas rápidas [FF = *fast-fatigue*]) se llega a una contracción de larga duración (contracción tetánica; tétanos completo) con una tensión constante del músculo. Los movimientos espontáneos se basan fundamentalmente en la contracción tetánica. Al comienzo de un movimiento la frecuencia de descarga (con máximo de 150 impulsos por segundo en motoneuronas FF) es la más alta, hasta que, por regla general, baja a un valor de unos 40 impulsos/s.

Las características de las unidades motoras dependen primariamente de la motoneurona que abastece a tres tipos de unidades motoras (véanse Figuras 2.18 a–b):

1. Unidades motoras más rápidas con una alta posibilidad de fatiga (tipo FF, *fast fatigue* [fatiga rápida]).
2. Unidades motrices rápidas con una baja posibilidad de fatiga (Tipo FR,

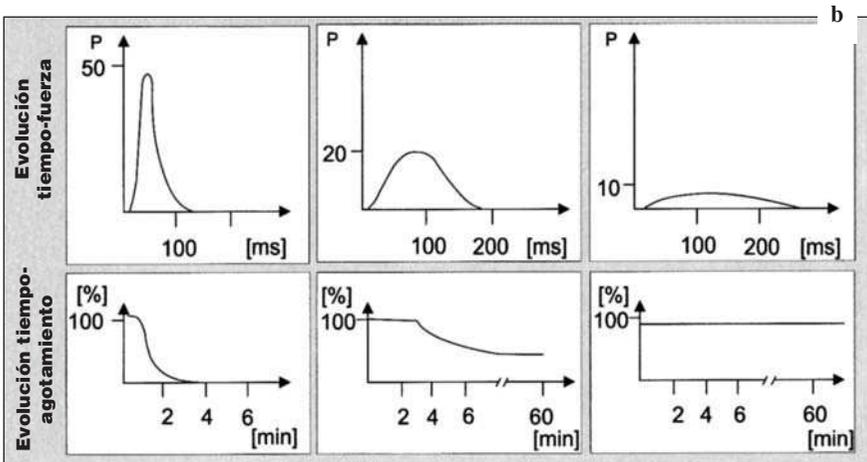
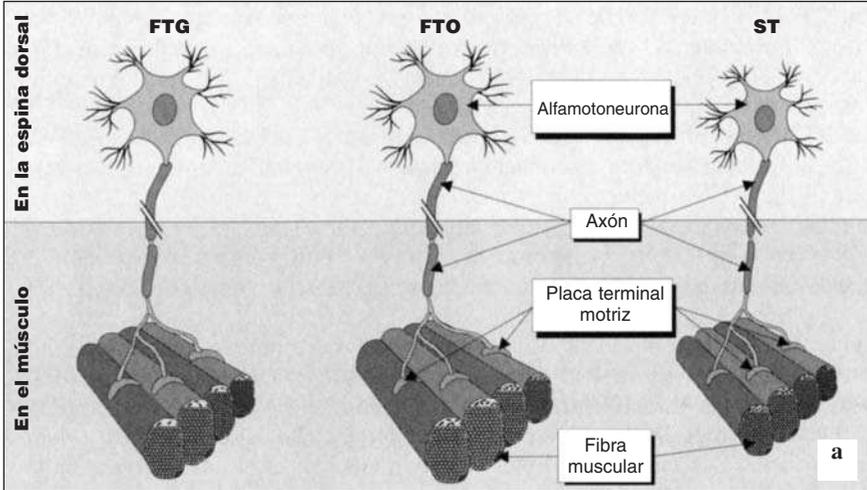


Figura 2.18 a-b Representación esquemática de las diferentes unidades motoras (según Edington y Edgerton, 1976).

fatigue resistant = [resistente a la fatiga]).

- 3. Unidades motoras lentas, no fatigables (tipo S, *slow* [lenta]).

El desarrollo de la contracción muscular se produce básicamente siguiendo el principio de ordenación del tamaño según Hennemann a través de una sucesión de reclutamiento desde las unidades motoras pequeñas hasta las grandes (véase Figura 2.19). Esto es válido para todas las unidades motoras del mismo tipo y del mismo músculo. Sólo en los movimientos

altamente explosivos hay indicaciones de que, debido a una mayor velocidad en el rendimiento de la motoneurona α en las unidades motoras mayores, se llegue a una simultaneidad en el reclutamiento de las diferentes unidades motoras (Tidow y Wiemann, 1993).

En los tres tipos de unidades motoras se disponen cuatro tipos de fibras musculares (Noth, 1994, 35):

Tipo I. Fibras ST (*slow twitch*): fibras musculares lentas con una alta resistencia al agotamiento, contenido bajo en glucógeno y alto en mitocondrias; pueden metabolizar lactato.

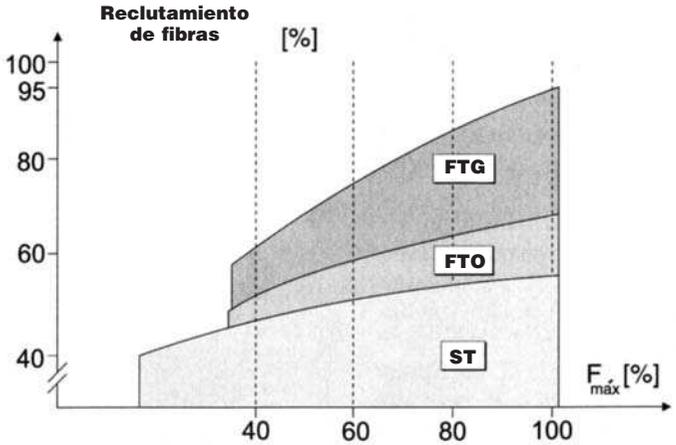


Figura 2.19 Principio de ordenación del tamaño en el reclutamiento (según Ehlenz, Grosser y Zimmermann, 1995).

Tipo II A. Fibras FTO (*fast twitch oxidative*): fibras musculares rápidas con una alta resistencia al agotamiento; revestimiento enzimático con un alto contenido glucolítico y oxidativo.

Tipo II B. Fibras FTG (*fast twitch glycolytic*): fibras musculares rápidas que se agotan fácilmente, con un alto contenido de glucógeno y cuyo contenido en mitocondrias es bajo.

Tipo II C. Fibras intermedias que se clasifican entre el tipo I y el II.

En las disciplinas de velocidad apenas es posible la conversión (véase Figura 2.20) de las fibras lentas ST en rápidas FTO.

Por el contrario, en la organización de un entrenamiento normal de fuerza ocurre de una forma casi obligada la conversión de las rápidas FTG en fibras rápidas FTO o de las rápidas FTO en las lentas ST, cuyo proceso se denomina «desplazamiento a la izquierda del espectro de la fibra» a corto plazo y reversible (Tidow, 1994).

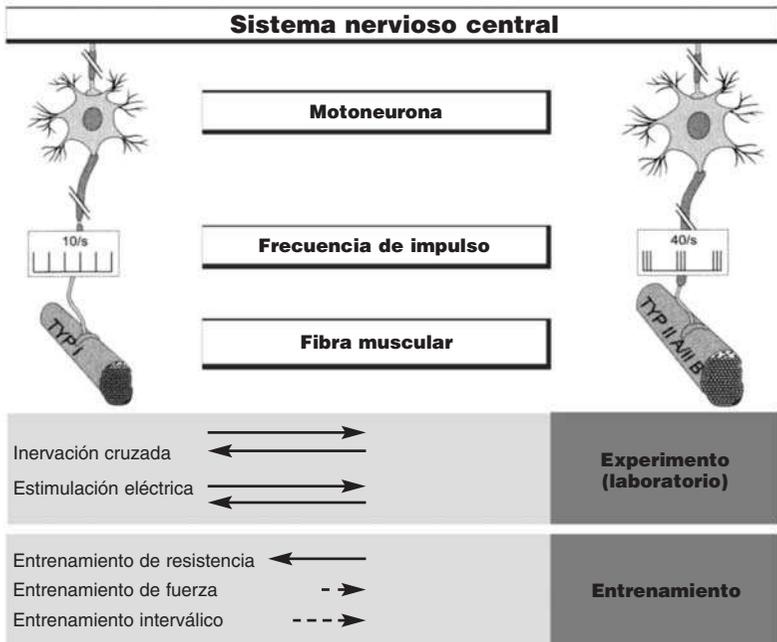


Figura 2.20 Posibilidades de conversión de los tipos de fibras por medio de diferentes influencias de entrenamiento (según Howald, 1985).

En el transcurso de una regeneración de varias semanas ocurre de nuevo un desplazamiento a la derecha. Este efecto concomitante (negativo) durante los períodos intensivos de un entrenamiento de fuerza se puede contrarrestar por medio de la introducción de determinados métodos de entrenamiento de fuerza (véase más adelante). La transformación, realizada en las disciplinas de resistencia, de fibras rápidas FTO y fibras FTG en fibras lentas ST se puede conseguir por medio de un entrenamiento de resistencia a largo plazo, aunque hay que tener en cuenta que, una vez conseguido, es irreversible.

La distribución de las fibras musculares, es decir, la relación numérica entre la conversión de las fibras musculares rápidas en lentas está condicionada genéticamente y por lo general está en una proporción de 1:1.

Con ayuda del entrenamiento se puede alterar al menos la relación de superficie (en transversal) a proporciones de hasta 9:1 tanto de las fibras musculares rápidas (por ejemplo, en los sprinters) como de las fibras musculares lentas (por ejemplo, en ciclistas).

La **fuerza muscular** depende, en primer lugar, de la **superficie transversal** del músculo y, en segundo lugar, de la rápida con-

tracción de las fibras. La capacidad extrema de adaptación de la fuerza muscular resulta sobre todo de que las fibras de tipo II al hacer un esfuerzo se hipertrofien mucho más que las fibras de tipo I. Además, se pueden atrofiar muy rápido porque en la vida cotidiana apenas se les exige actividad. En **la hipertrofia** se fortalecen y se multiplican sólo las miofibrillas del interior de las fibras musculares, aun cuando no aumenta el número de las fibras musculares (que viene dado genéticamente) (MacDougall, 1994, 232)⁴.

Como etiología de las consecuencias del efecto de organización muscular, existen hoy en día dos teorías alternativas: la teoría de la insuficiencia (déficit) energética (recopilada por Zatsiorsky, 1996) y la teoría del *repair* mecánico (recopilada por Goldspink, 1994). Para ambas teorías hay una serie de pruebas concluyentes, de modo que se debe aceptar que ambos mecanismos son responsables del desempeño de la hipertrofia muscular.

Según la teoría del déficit energético, para mantener el ciclo del puente transversal en la contracción muscular se llega, hasta la interrupción producida por el cansancio, a una demanda limitada de energía por medio de contracciones musculares submáxi-

⁴También existen advertencias de que, en caso de un esfuerzo extremo, se llegue a una hiperplasia «real», es decir, a un aumento del número de las fibras musculares.

mas. Debido a ello, durante la práctica se produce, al mismo tiempo, un déficit energético en la síntesis de proteínas. Este déficit energético pasajero durante el esfuerzo desencadena un aumento en la resíntesis proteínica en el músculo, lo que conduce a una mejor condición del material contráctil y con ello a una hipertrofia.

Según la teoría del catabolismo proteínico, se produce un aumento en el anabolismo de la proteína que acompaña a la destrucción mecánica de las miofibrillas por medio de una descarga muscular condicionada por el entrenamiento. Este efecto aparece sobre todo en el entrenamiento con grandes cargas o con cargas máximas. A causa de una gran tensión muscular que puede deberse, sobre todo, a movimientos coordinados inhabituales y en acciones musculares excéntricas, se desgarran los discos Z dentro de la sarcómera. Debido a ello se produce un alargamiento, en dirección longitudinal, de la sarcómera afectada, que prosigue a lo largo de toda la miofibrilla. Debido al desencadenamiento de los mecanismos de reparación, aparece una fibrilla hermana que se desarrolla mediante la consecuente resíntesis de proteínas en una estructura contráctil, contribuyendo así al crecimiento transversal de las fibras musculares afectadas.

La fuerza muscular no sólo se ve influida por el área transversal del músculo, sino también por la espontánea capacidad de activación, es decir, la coordinación intramuscular de va-

rios cientos de unidades motrices, así como de la coordinación intermuscular de los agonistas, de los sinérgicos y de los antagonistas. En una contracción máxima existen, en relación con la coordinación intramuscular, tres objetivos:

- ▶ Reclutamiento máximo. Es decir, se deben englobar todas las unidades motoras posibles, y también aquéllas que tengan un mayor umbral de estímulo.
- ▶ Frecuenciación máxima. Es decir, se han de estimular lo antes posible las unidades motoras con la frecuencia de descarga más alta posible. Es cierto que el desarrollo de la fuerza máxima ya se inicia con una frecuencia de descarga de 55 Hz, pero ya las frecuencias de descarga iniciales de 150 Hz sirven para alcanzar una mayor velocidad en el despliegue de la fuerza (véase Figura 2.21), es decir, para conseguir una capacidad rápida de contracción.
- ▶ Sincronización máxima, es decir, las unidades motoras se deben incluir lo más simultáneamente posible en la contracción.

En la coordinación intermuscular se inervan varios músculos controlados de forma central y que tienen un efecto conjunto agonístico (que trabajan) o sinérgico (que ayudan). Se activa aquel músculo que, dependiendo de la posición de la articulación, dispone

de las mejores condiciones para desarrollar el trabajo. Partiendo de esto, se inervan los músculos que tienen un efecto antagonista (los «contrarios» a los agonistas). La activación de los antagonistas sirve para que se estabilicen las articulaciones y los tendones, para optimizar la coordinación del movimiento y para proteger al músculo de desgarros o roturas en la ejecución de movimientos rápidos.

III. El entrenamiento de la fuerza

Los objetivos del entrenamiento de la fuerza (véase Figura 2.22) van desde un incremento de la superficie transversal máxima (por ejemplo, para la mejora muscular en el culturismo), pasando por la optimización de la fuer-

za en el salto o en el golpe (por ejemplo, en los jugadores de voleibol) hasta el aumento en la constancia de la fuerza (por ejemplo, en los corredores de esquí de fondo). Junto con la fuerza máxima se pueden diferenciar la fuerza elástica explosiva, la fuerza reactiva y la fuerza-resistencia como capacidad de fuerza autónoma.

Como **fundamento del entrenamiento de fuerza**, en la planificación de la carga de entrenamiento hay que tener en cuenta qué efectos biológicos de adaptación se deben alcanzar (por ejemplo, hipertrofia frente a activación neuronal).

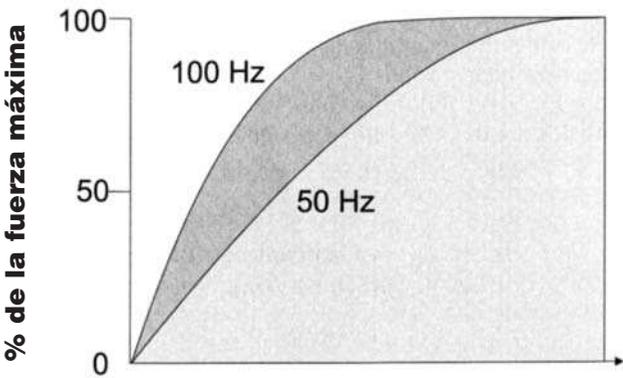


Figura 2.21 La influencia de la frecuencia de inervación en la velocidad de desarrollo de la fuerza (según Sale, 1994).

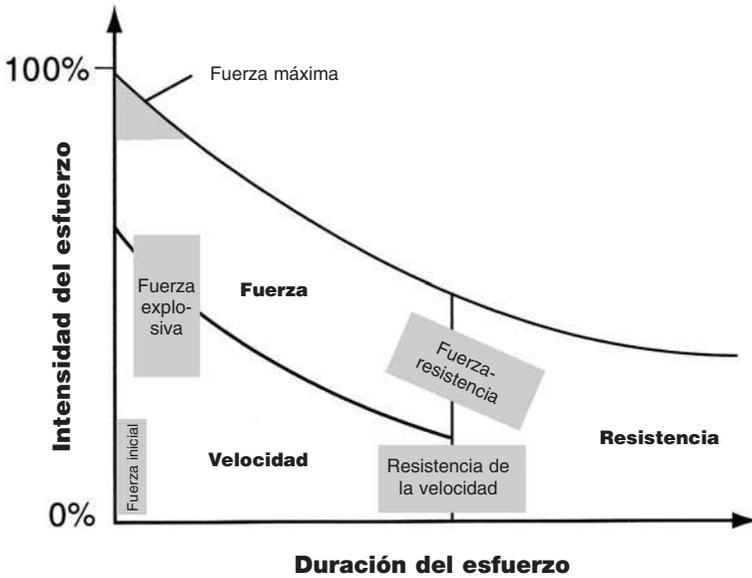


Figura 2.22 Disposición modelica de la capacidad condicional de la fuerza, de la velocidad y de la resistencia en un continuum de duración e intensidad del esfuerzo.

a) Entrenamiento de fuerza máxima

La **fuerza máxima** se alcanza por medio de una contracción muscular espontánea hasta llegar al límite de la máxima movilización y se mide por una acción muscular máxima concéntrica o isométrica. La diferencia entre la fuerza máxima y la **fuerza absoluta** determinada por una acción muscular excéntrica y supramáxima se denomina **déficit de fuerza** y representa una carencia de la

coordinación intramuscular. La fuerza máxima se determina mediante los tres siguientes factores:

1. La sección transversal fisiológica del músculo.
2. La composición de las fibras musculares.
3. La capacidad de activación espontánea.

En la capacidad de activación espontánea se trata, según Bührle (1985, 97), no sólo del volumen total de músculo, sino, además, de la «mayor activación posible reiterada de alta frecuencia».

Para ello la actividad eléctrica puede elevarse tanto a través de una realización extremadamente rápida del movimiento como por medio de la contracción frente a una muy alta resistencia hasta entrar en el ámbito del límite espontáneo.

El músculo puede inervarse con una alta frecuencia por un espacio corto de tiempo, y a continuación la frecuencia de descarga de las motoneuronas desciende (de unos 150 Hz hasta 40 Hz).

Si existe una debilidad en el rendimiento de fuerza máxima en un deportista, es necesario averiguar si los déficits se originan en la parte muscular debido a una masa muscular insuficiente o si existen problemas en la parte neuronal en la activación máxima de la musculatura afectada en el movimiento.

Para ello, en la determinación del déficit de fuerza sirve de ayuda la comparación entre la acción muscular excéntrica supramáxima y la concéntrica máxima, aun cuando puede llegar a resultar extremadamente difícil un diagnóstico de estos valores diferenciados.

Si el déficit de la fuerza está claramente por encima de un 20%, entonces resulta prácticamente seguro que la causa de la insuficiente fuerza máxima

es la existencia de una activación neuronal defectuosa.

En este caso se debería concentrar el entrenamiento de la fuerza máxima en la eliminación de esta insuficiencia.

Si el déficit de fuerza es pequeño, el entrenamiento máximo de fuerza debería concentrarse en el aumento de la sección transversal muscular, y sólo después en la mejora de la activación neuronal.

Para un adecuado entrenamiento de la sección muscular se debe utilizar un espacio de tiempo de 4 a 6 semanas, mientras que la activación neuronal se puede optimizar en 2 ó 3 semanas.

Para desarrollar óptimamente las diferentes medidas de influencia de la fuerza máxima, en la Tabla 2.7 se indican métodos específicos de entrenamiento.

En un primer plano se diferencian los métodos de sección transversal muscular (MST) de los métodos de activación neuronal (MAN) (Tidow, 1994).

En el MAN se diferencia otra vez entre la coordinación intramuscular (entrenamiento CIM) para la mejora en la velocidad de la configuración de la fuerza y el entrenamiento de la coordinación intermuscular (entrenamiento de la fuerza orientado mediante la técnica).

La adaptación de las cargas del entrenamiento se produce, de acuerdo con la regla general del deporte de rendimiento, a partir de la magnitud porcentual en comparación con la

carga máxima realizada en una repetición (1RM) (Zatsiorsky, 1996).

En el deporte de *fitness* y terapéutico, en cambio, la determinación de la carga se realiza a partir de la máxima repetición relativa (repetición máxima; RM). Se trata del número máximo de repeticiones posibles con diferentes esfuerzos submáximos.

Como se comienza con pesas ligeras, también pueden determinarse los

valores de umbral que sean interesantes, sin necesidad de tener que hacer la valoración de la fuerza máxima.

En la dosificación del esfuerzo del entrenamiento hay que tener en cuenta imprescindiblemente para cada uno de los deportistas su nivel condicional de rendimiento, así como el grado de experiencia existente en la realización técnica de los ejercicios de fortalecimiento.

Tabla 2.7 Método de entrenamiento para la mejora de la fuerza máxima.

Métodos de entrenamiento	Esfuerzo	Intensidad	Tiempo	Repeticiones	Series	Pausa
MST: MÉTODO ESTÁNDAR	Aplicación de fuerza concéntrica submáxima hasta el agotamiento.	70-80%	Rápido	8-12	3	> 3 min
MST: MÉTODO DE <i>BODYBUILDING</i> (CULTURISMO) INTENSIVO	Aplicación de fuerza concéntrica submáxima hasta el agotamiento.	80-95%	Lento	5-8	3-5	> 3 min
MST: MÉTODO DE <i>BODYBUILDING</i> (CULTURISMO) EXTENSIVO	Aplicación de fuerza concéntrica media hasta el agotamiento.	60-70%	Lento	15-20	3-5	> 2 min
MST: MÉTODO DEL RENDIMIENTO MUSCULAR (deporte de rendimiento)	Aplicación de fuerza concéntrica media hasta el agotamiento.	50-60%	Máximo y de alta frecuencia	Máximo en 30 s de duración	3-5	> 3 min
MST: MÉTODO PIRAMIDAL (<i>fitness</i> /deporte terapéutico)	Aplicación de fuerza concéntrica submáxima.	60-70-80-90-95%	Rápido	20-5	Una por cada nivel de esfuerzo	> 3 min
MST: MÉTODO ISOMÉTRICO	Aplicación de fuerza isométrica máxima.	100 %	Estático	1 en una duración de 10-12 s	3-5	> 3 min
MAN: MÉTODO DESMODRÓMICO	Aplicación de fuerza excéntrica supramáxima.	120-150 %	Rápido	2-5	3-5	> 3 min
MAN: MÉTODO DE FUERZA MÁXIMA	Aplicación de fuerza concéntrica máxima.	100 %	Máximo	1-2	5	> 3 min
MAN: MÉTODO DE FUERZA EXPLOSIVA	Aplicación de fuerza concéntrica submáxima.	50-95 %	Máximo	2-5	2-5	> 3 min

Nota complementaria: la obligatoriedad en las normativas de esfuerzo

La bibliografía de la metodología del entrenamiento a precisar en las indicaciones con respecto a las normativas de esfuerzo se basa casi siempre en la necesidad de un correcto control en los correspondientes objetivos del entrenamiento. Esto se ve claramente en el ejemplo del método de la sección muscular transversal. En el deporte de *fitness* se podía probar tanto la efectividad del método de una serie (véase Starkey, 1996; Feigenbaum y Pollock; 1997; Fleck y Kraemer, 1997; Carpinneli y Otto, 1998; Hass *et al.*, 2000), así como también el método de varias series, que pueden ser 2-3 (véase Berger, 1962; Ostrowski *et al.*, 1997), 4-6 (véase Kramer *et al.*, 1997; Ostrowski *et al.*, 1997; Marx *et al.*, 1998) o bien 8 y más series (Saziorsky, 1964). Por el contrario, en el deporte de competición aparece el método de varias series ampliado (véase Fleck y Kraemer, 1997; recopilación también en Schlumberger y Schmidtbleicher, 1999, y Philipp, 1999).

Para provocar una adaptación del cuerpo, más que de conseguir una

dosificación del esfuerzo por un proceso exactamente cuantificado, se trata, desde el punto de vista biológico, de la inducción de una falta crítica de energía o de un alto desgaste de proteínas. El estímulo requerido puede variar dependiendo de la situación de rendimiento actual, tanto interindividualmente como intraindividualmente, es decir, de día en día, de grupo muscular en grupo muscular, de ejercicio en ejercicio y de aparato en aparato.

La crítica a la frecuentemente estricta e injustificada normativización metodológica de las reglas del esfuerzo en el entrenamiento de fuerza es comparable también a las indicaciones que se encuentran en la bibliografía metodológica referentes al esfuerzo en el entrenamiento de resistencia, en el de velocidad y en el de flexibilidad, e incluso de forma general en todo el método de entrenamiento. Un punto de vista así corresponde a una observación sinérgica del entrenamiento, en la que la adaptación primaria acompaña a los procesos de autoorganización, que, por medio de la normativa del esfuerzo, han dado motivo a parámetros de control no específicos (véase Apartado 3.1.6)

b) Entrenamiento de la fuerza rápida

Por explosividad se entiende la capacidad de desarrollar el impulso más fuerte en el menor tiempo posible (véase Figura 2.23). Así, en la fuerza rápida existe una determinada dependencia de la fuerza máxima que, sin embargo, es menor cuanto menor es la resistencia exterior. En resistencias medias como, por ejemplo, en el lanzamiento de peso, el rendimiento viene determinado sobre todo por la máxima velocidad del desarrollo de fuerza (*maximum rate of force development*; MRFD). La capacidad causante está definida, según Bührle y Schmidtleicher (1981), como fuerza explosiva. Ésta es, según Werchoshanskij (1977), idéntica para todos los esfuerzos que superen el 20% de la fuerza máxima (isométrica).

Los movimientos balísticos⁵ contra resistencias menores se determinan por el contrario a partir de la velocidad inicial de incremento de la fuerza (*initial rate of force development*; IRFD), la llamada fuerza inicial. Junto con la resistencia externa, la duración de la acción de la fuerza determina también la ponderación de las capacidades que limitan el rendimiento. En esfuerzos que duran menos de 250 ms, la fuerza inicial y la explosiva tienen un efecto limitador; en esfuerzos de duración superior a los 250 ms es decisiva la fuerza máxima (Schmidtleicher, 1994). La fuerza rápida no viene limitada sólo por la fuerza máxima, sino también por la capacidad de contracción rápida, es decir, la rápida entrada en funcionamiento de las fibras musculares rápidas (FTO, FTG) (Tidow y Wiemann, 1993).

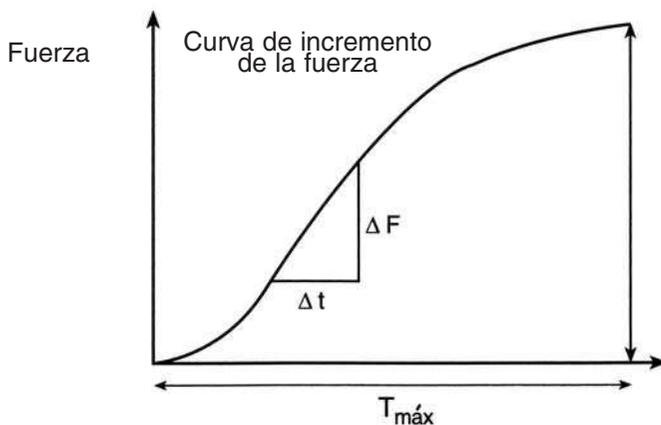


Figura 2.23. La curva de incremento de la fuerza para la determinación de la fuerza máxima, así como la fuerza rápida con sus componentes, la fuerza inicial y la explosiva (según Bührle y Schmidtleicher, 1981).

⁵El movimiento balístico utiliza la inercia de una parte del cuerpo para forzar una articulación más allá de su rango normal de movimiento. Sin considerarse como un movimiento adecuado, puede ser estimado como necesario en disciplinas como gimnasia rítmica o artística, artes marciales, etc. (N. de la T.).

En el entrenamiento de la fuerza rápida (véase Tabla 2.8) se coloca en primer plano la mejora de la **capacidad de contracción rápida**, ya que ella es, sobre todo, la responsable, en las disciplinas de velocidad y potencia, del aumento en la velocidad de creación de la fuerza. Que en la puesta en acción de los diferentes métodos de fuerza rápida se entrene antes la fuerza inicial o la explosiva depende del nivel de las resistencias incluidas en el entrenamiento de la fuerza. En el deporte de competición se debería entrenar antes el área de resistencia (como porcentaje de la fuerza máxima) que corresponde al esfuerzo en la competición.

Como ya se ha comentado, en un entrenamiento de fuerza máxima (sobre todo en el caso de entrenamiento de la sección transversal muscular) se llega a un desplazamiento hacia la izquierda del espectro de las fibras, que sufre una involución regenerativa tras varias semanas. No está totalmente aclarado si para un rendimiento óptimo de la fuerza rápida tiene que haber una involución necesaria traducida en un desplazamiento hacia la derecha mediante un entrenamiento complementario de fuerza rápida. Según Tidow (1994, 223- 224) se debe utilizar para ello sobre todo el llamado «método de la fuerza rápida controlado en el tiempo».

Tabla 2.8 Métodos de entrenamiento para la mejora de la fuerza rápida.

Métodos de entrenamiento	Cargo	Intensidad	Tiempo	Repeticiones	Series	Pausa
MÉTODO DE FUERZA RÁPIDA	Aplicación de fuerza concéntrica submáxima.	30-50%	Máximo	6-12	3-5	> 2 min
MÉTODO DE FUERZA RÁPIDA CONTROLADO EN EL TIEMPO (deporte de rendimiento)	Aplicación de fuerza concéntrica submáxima.	40-60%	Máximo	6-8 repeticiones individuales cada 10 s.	3-5	> 3 min
MÉTODO DE CONTRASTES (deporte de rendimiento)	Aplicación de fuerza concéntrica submáxima.	60-80 y 105-120%	Máximo	De 3 a 5 alternando en cada nivel de esfuerzo	De 1 a 3 por nivel de esfuerzo	> 3 min
MÉTODO PIRAMIDAL (deporte de fitness/terapéutico)	Aplicación de fuerza concéntrica submáxima.	30-35-40-45-50%	Máximo	12-8	Una por cada nivel de esfuerzo	> 3 min

c) *Entrenamiento de la fuerza reactiva*

En muchos movimientos deportivos se inicia el verdadero movimiento objetivo (lanzamiento, salto, presión) por medio de un movimiento de arranque o de caída. En estos casos se llega a un ciclo de estiramiento y de acortamiento (CEA⁶), es decir, a una rápida alternancia entre la acción muscular excéntrica y la concéntrica. De este modo se determina en un CEA no sólo la fuerza rápida por medio de acciones musculares concéntricas, sino también a través de acciones musculares excéntricas previas y de fuerza elástica de acumulación en los músculos, tendones y ligamentos con el sentido de contribuir a una «fuerza inicial» (Komi y Häkkinen, 1989). La capacidad de aprovechar la acción muscular excéntrica para el fortalecimiento de la acción concéntrica se denomina fuerza reactiva.

La fuerza reactiva, junto con la fuerza máxima y la capacidad de contracción rápida, se basan, sobre todo, en la capacidad de tensión reactiva. Por último, desde el ámbito muscular depende de los reflejos de estiramiento segmentarios, determinados de forma neuromuscular, así como del llamado *muscle stiffness* (rigidez muscular). Para éste son de-

terminantes el número de la pre-activación de las estructuras musculares y la fuerza y muscular de los tendones y materiales ligamentarios (Gollhofer, 1987). Ante este trasfondo, la fuerza reactiva puede verse como una cualidad independiente, por lo general, de la fuerza muscular.

En los movimientos reactivos se diferencian los CEA cortos de los CEA largos. El CEA largo, según Schmitbleicher (1994), se caracteriza por grandes movimientos angulares en las articulaciones de la cadera, de la rodilla y de la articulación tibiotarsiana, así como por una duración de movimiento de más de 250 ms (véase saltos en el bloqueo en voleibol, en el lanzamiento en baloncesto o el golpe de cabeza en el fútbol).

El CEA corto se caracteriza por menores movimientos angulares en estas mismas articulaciones, con un tiempo de movimiento de 100-250 ms (ver la duración del contacto con el suelo en el esprint, en el salto de longitud, en la gimnasia en el suelo, etc.).

Dentro del ciclo de estiramiento y de acortamiento, la relación entre la fuerza máxima y la fuerza rápida está poco determinada. Si la duración del contacto con el suelo es menor de 170 ms, Bauersfeld y Voss (1992) incluso

⁶En el original alemán: *Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus* (DVZ) (N. de la T.).

parten de una capacidad de velocidad elemental independiente de la fuerza.

Por el contrario, algunas investigaciones (Hohmann *et al.*, 2001) hicieron constar que, en el caso de los jóvenes deportistas de disciplinas con demanda de fuerza reactiva, había relaciones no casuales entre la fuerza máxima del extensor de la pierna y la duración del contacto con el suelo en los movimientos de salto de altura o longitud, que responsabiliza directamente las capacidades de fuerza con la cualidad del ciclo de estiramiento y acortamiento.

Para optimizar la fuerza reactiva y la cualidad coordinativa y técnica en los movimientos deportivos que se

basan en el ciclo de estiramiento y de acortamiento, se inician diferentes ejercicios de salto, por ejemplo, en el entrenamiento de la fuerza en el salto.

Puesto que las diferentes formas de salto en los niveles I-IV (véase Tabla 2.9) contienen diferentes esfuerzos, se deberían incluir sistemáticamente en el proceso del entrenamiento.

En la fuerza del lanzamiento o en el entrenamiento de la fuerza de impacto se debería proceder de modo parecido.

La organización de la normativa del esfuerzo debería realizarse teniendo en cuenta el método «normal» de la fuerza rápida o el controlado por el tiempo (véase anteriormente).

Tabla 2.9 Clasificación de las formas de salto según los grados de esfuerzo (según Thomann, 1993).

NIVEL DE ESFUERZO	SALTOS HORIZONTALES		SALTOS VERTICALES		
	Salto alternos	Multisaltos	Caída a tierra	Caída a tierra	Salto en profundidad
I	Sin carrera		A dos piernas A una pierna	A dos piernas con salto intermedio	
II	Con carrera	Sin carrera		A dos piernas sin salto intermedio; a una pierna cayendo a tierra con la pierna de impulso	
III				A una pierna cayendo a tierra con la pierna de saltos	A dos piernas
IV		Con carrera		A una pierna cayendo a tierra con la pierna de saltos	A una pierna

d) Entrenamiento de fuerza resistencia

La **fuerza resistencia** es la capacidad de poder superar una resistencia con un movimiento continuo o repetido. Para poder hablar de un esfuerzo de fuerza resistencia, la resistencia que de forma continua o repetida se debe superar debe ascender a, por lo menos, un 30% de la fuerza máxima. Mientras que por debajo de estos valores se parte de un esfuerzo de resistencia aeróbico, en esfuerzos superiores, y de acuerdo con un estudio de Pach (1991), se diferencian tres modos de expresión de la fuerza resistencia, que son la estaticodinámica de alta intensidad, estática de intensidad media y dinámica de intensidad media (analítica de los factores) (véase Figura 2.24).

La fuerza resistencia estaticodinámica de alta intensidad domina el rendimiento de la competición en las disciplinas de resistencia orientadas a la corta duración, como por ejemplo en la lucha, en el judo o en el esprint en canoa. En estos tipos de deportes, en la puesta en acción de la fuerza es importante, sobre todo, la magnitud del impulso total, de modo que en vez de tener que maximizar cada una de las fuerzas individuales o su frecuencia, se deberá optimizar la suma total de estas fuerzas y ponerlas a disposición en el momento exigido.

La fuerza resistencia estática de intensidad media desempeña un importante papel en las disciplinas deportivas orientadas al trabajo de resistencia intermitente o de intensidad media, como, por ejemplo, en la gimnasia de aparatos. La fuerza resistencia dinámica de intensidad baja es propia de las disciplinas de resistencia media.

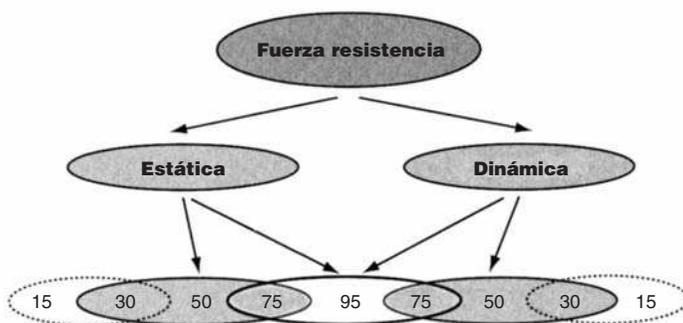


Figura 2.24 Los tres tipos de fuerza resistencia (según Pach, 1991).

En estos tipos de deportes se llega a una formación de impulso sobre todo cuando la acción de la fuerza se minimiza por medio de acciones repetidas o de duración por encima de la duración de la competición.

A la vez se diferencian la fuerza resistencia absoluta, que se caracteriza por la suma máxima de impulsos procedentes de cada acción individual; y de la fuerza resistencia relativa, que se determina por medio del declive de la fuerza más allá de la acción de la misma. Además, en la fuerza resistencia relativa se relativiza la magnitud del volumen de la resistencia en el

nivel de la fuerza máxima individual. Mientras que la fuerza resistencia absoluta depende fuertemente de la fuerza máxima, entre la fuerza resistencia relativa y la fuerza máxima del deportista no existe ninguna relación. Puesto que en la mayoría de las competiciones el volumen de la fuerza máxima no está limitado, gana significado la fuerza resistencia absoluta (Zatsiorsky, 1996).

Al comienzo de un entrenamiento de resistencia hay que señalar la característica individual de la configuración del impulso, o bien en los ejercicios propios de una competición o en un

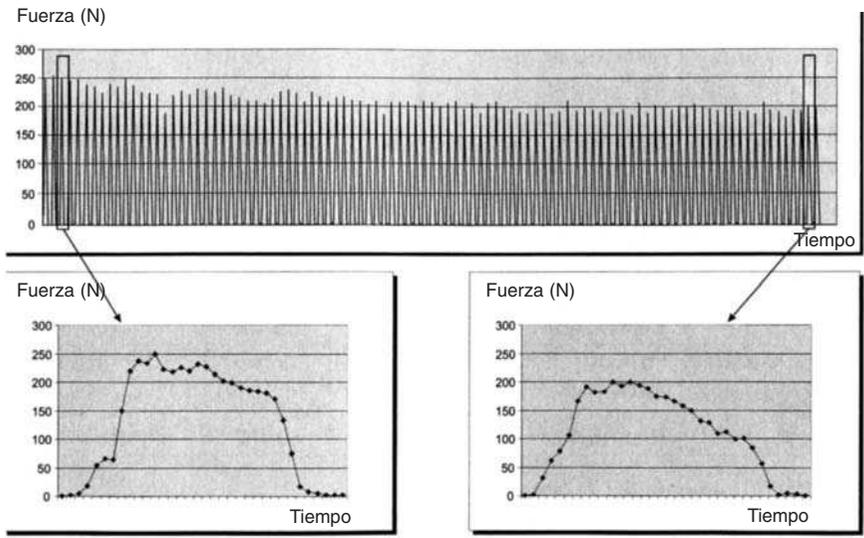


Figura 2.25 Configuración del impulso en una campeona de Europa de 100 m crol al comienzo y al final de un esfuerzo de fuerza resistencia de 120 s en tracciones de brazo por medio de un aparato de tracción isocinética sobre los brazos.

ejercicio de entrenamiento de reafirmación de la fuerza (Figura 2.25). Sólo sobre la base de estas informaciones se pueden elegir los métodos apropiados para el entrenamiento (véase Tabla 2.10) y optimizar la configuración del esfuerzo.

Si en los deportistas de disciplinas deportivas que realizan una fuerza resistencia intensiva o de intensidad media se muestra un desarrollo del impulso uniformemente marcado más allá de las acciones individuales de fuerza entonces es recomendable incluir en el entrenamiento de fuerza resistencia intensiva una sección para la

mejora de la fuerza máxima. Del mismo modo se puede planear, antes del entrenamiento de la fuerza resistencia de intensidad media, un apartado para la mejora de la fuerza resistencia de alta intensidad y de la fuerza máxima. Si un deportista produce en un esfuerzo de fuerza resistencia de intensidad media un gran empuje de la misma que, sin embargo, se reduce claramente a lo largo del transcurso del esfuerzo, antes o paralelamente a un entrenamiento de fuerza resistencia de intensidad media se tiene que poner en práctica un entrenamiento para la mejora de la resistencia básica aeróbica.

Tabla 2.10 Métodos de entrenamiento para la mejora de la resistencia.

Métodos de entrenamiento	Esfuerzo	Intensidad	Tiempo	Repeticiones	Series	Pausa
MÉTODO ESTÁTICO/DINÁMICO DE ALTA INTENSIDAD	Aplicación de fuerza estática/concéntrica submáxima.	75-95%	Estático o rápido hasta explosivo	1 de 10 a 30 s de duración o de 20 a 30 s.	3-5	> 3 min
MÉTODO DE FUERZA RESISTENCIA ESTÁTICA DE RESISTENCIA MEDIA	Aplicación de fuerza estática submáxima.	75-95%	Estático	1 de 30-120 s de duración	6-10	> 2 min
MÉTODO DINÁMICO DE FUERZA RESISTENCIA DE INTENSIDAD MEDIA	Aplicación de fuerza submáxima dinámica.	75-95%	Rápido	30-50	6-10	> 2 min
MÉTODO DE FUERZA RESISTENCIA (deporte de competición)	Aplicación de fuerza estática/dinámica submáxima.	15-50%	Estático/rápido	1 de 30-120 s de duración o 50-100	3-5	> 2 min
GIMNASIA DE CALISTÉNICOS (deporte de mantenimiento/ rehabilitación)	Aplicación de fuerza estática/dinámica submáxima.	15-30 %	Estático/lento	1 de 30 a 120 s de duración u 80-100	3-5	> 2 min

e) Entrenamiento de fuerza a lo largo del ciclo vital

En el entrenamiento de fuerza en la fase prepuberal, para los ejercicios de fortalecimiento se deberían utilizar pesas muy ligeras o, incluso, prescindir de ellas. Por razones médicas y éticas se descarta un entrenamiento especial de fortalecimiento que siga las mismas directrices del deporte de alta competición, y eso es debido a que las placas de crecimiento (juntas epifisarias) no se han cerrado todavía. También en los ejercicios de fortalecimiento se tiene que tener en cuenta la correcta postura corporal, para evitar esfuerzos erróneos, sobre todo en la columna vertebral.

Hasta el comienzo de la fase de la pubertad no hay diferencias entre muchachas y muchachos en el entrenamiento de las capacidades de la fuerza. No obstante el cuidado requerido en la realización del entrenamiento, a partir de esta época se exige una dosificación en los ejercicios de fortalecimiento para igualar las pérdidas en la fuerza que aparecen debido al crecimiento y que transforman las relaciones de los brazos de palanca en el cuerpo humano. Para ello se toma como referencia un gran número de ejercicios de fortalecimiento, generales y dirigidos al deporte, para evitar desequilibrios musculares, es decir, pesos desiguales en los momentos de giro del músculo en una articulación (Klee, 1994). Junto con el efecto muscular estabilizador de la articulación se previene, por medio del masaje del cartílago en las articu-

laciones, las apariciones osteocondríticas.

En la fase adulta (30-60 años) y aun cuando se entrene con la misma intensidad que en fases anteriores, debido a una decreciente actividad en el movimiento se llega a una fuerte reducción de la fuerza. Esta reducción viene acompañada de una pérdida irreversible de fibras musculares (atrofia de inactividad) que, sobre todo, afecta a las fibras musculares rápidas. A estas edades el entrenamiento regular de la fuerza está estrechamente ligado a la mejora del aspecto externo y de la estructura física, aportando una autovaloración positiva.

En la edad avanzada el entrenamiento de la fuerza tiene, sobre todo, un efecto preventivo y de salud. Así, por ejemplo, gracias a los objetivos marcados por un entrenamiento adecuado para, por ejemplo, el fortalecimiento de la musculatura intercostal, se puede prevenir un enfisema pulmonar y con ello una bronquitis crónica y contrarrestar la aparición de la osteoporosis (Israel, 1994).

2.2.1.3 VELOCIDAD EN EL DEPORTE

I. Fundamentos de velocidad

Por **velocidad** se designa la capacidad de reaccionar y actuar, bajo condiciones libres de cansancio, en el menor tiempo posible.

La velocidad tiene una gran importancia para el éxito, es decir, para la calidad y para la efectividad de muchos desarrollos de la acción en los movimientos. La victoria o la derrota en muchas modalidades deportivas vienen determinadas por la presión de la decisión en las metas, o por la presión ejercida por el tiempo en la prematura puesta en acción de la velocidad, así como por la presión en la precisión para la exacta realización de un movimiento.

II. Fundamentos fisiológicos de la velocidad

Las capacidades de la velocidad forman, junto con la fuerza y la resistencia, la tercera piedra angular de la condición física. Mientras que las características fundamentales de la fuerza y de la resistencia están claramente incluidas en esa condición física, porque dependen de estructuras y funciones fisiológicas y anatómicas separables, por ejemplo, el sistema neuromuscular y el musculotendinoso el sistema cardiovascular y el respiratorio, en el caso de la velocidad esta separación es menos exacta. La velocidad viene determinada por las estructuras y funciones neuromusculares y musculotendinosas y por el sistema nervioso central (SNC), es decir, por los mecanismos cognitivos de control.

a) El significado del sistema neuromuscular para la velocidad

En el sistema neuromuscular se incluyen las vías conductoras nervio-

sas espinales del tracto vertebral y las unidades motrices periféricas (Noth, 1994). La vía espinal se ve afectada de dos formas distintas por los movimientos rápidos. Por un lado, debido a la velocidad específica de la conducción del estímulo en la periferia de las fibras nerviosas descendentes y, por otro lado, por medio de la función del control reflejo, que acelera el movimiento. Las unidades motoras tienen un efecto sobre su estructura, favoreciendo en mayor o menor medida la velocidad. El requisito neuromuscular más importante para un movimiento lo más rápido posible se hace visible en la porción individual de las grandes unidades motoras.

Nota complementaria: programas temporales acíclicos

En el programa temporal acíclico, propugnado por Bauersfeld y Voss (1992), en el ámbito del concepto de las capacidades elementales de velocidad se trata de adquirir una mínima cualidad de velocidad en el desarrollo de movimientos simples. Tal cualidad mínima no se puede exigir sin prestar atención a las características específicas de cada tipo de deporte (por ejemplo, diferentes tiempos de apoyo en determinadas disciplinas de carrera, saltos, etc.), por lo que los 170 ms propuestos por Bauersfeld y Voss

(1992), o los 150 ms de Lehmann (1997), aparecen como insuficientes.

En los saltos bajo y alto elegidos por los autores como prueba para la velocidad elemental, la secuencia del movimiento a realizar se basa en un ciclo corto de estiramiento y de acortamiento. Para ello se puede comprobar un comportamiento rápido del movimiento en el ámbito neuromuscular, con una gran participación de las fibras musculares que se contraen rápidamente. La calidad exigida en el programa elemental por Bauersfeld y Voss (1992) se puede alcanzar por medio de una adecuada inervación previa de la musculatura, así como gracias en gran parte a la inervación de las fibras musculares rápidas del tipo IIa (FTO) y IIb (FTG) (Weigelt, 1997). Con ello se justifican las capacidades elementales acíclicas de velocidad con los mismos mecanismos fisiocanatómicos que determinan todos los rendimientos (reactivos) de fuerza. Consecuentemente, algunos estudiosos del entrenamiento (Schmidtbleicher y Gollhofer, 1982) hacen responsable a la fuerza reactiva y no a la capacidad elemental de la velocidad en los tests del movimiento del salto bajo.

b) El significado del sistema nervioso central y los programas del movimiento para la velocidad

Desde los trabajos de Simkin (1960, 64), los movimientos rápidos se atribuyen primariamente a una «completa coordinación funcional de los centros nerviosos», al sistema nervioso central (SNC), el papel rector de los rendimientos de la velocidad. La capacidad del rendimiento del sistema nervioso central y la programación de movimientos efectuados por él tienen un efecto circunscrito a los movimientos acíclicos rápidos cuando en tiempos de movimiento muy cortos, por debajo de los 200 ms (Schmidt y Lee, 1976), ya no sea posible una corrección del movimiento debido a retroavisos (visuales) externos. Puesto que en este caso falta un control retroactivo del movimiento, se habla de los movimientos de tipo *open loop* (ciclo abierto) (Adams, 1971). En el área del deporte, Wulf (1994) califica como movimientos de *open loop* los golpes rápidos, lanzamientos, tiros con el pie y otros parecidos; también podrían incluirse en esta denominación los saltos, los zapa-teados rápidos y los giros, entre otros. Las secuencias de movimientos acíclicos rápidos tienen que modularse de forma íntegra y precisa ya desde antes de comenzar el movimiento. Esto significa al mismo tiempo que la calidad de los movimientos rápidos y sobre todo precisos depende fundamentalmente de la calidad del programa

motor confeccionado por el sistema nervioso central (Keele, Cohen e Ivry, 1990).

Por último, la velocidad se basa, tanto en los movimientos acíclicos como en los cíclicos, en la calidad de la organización de la información para la coordinación de las necesarias actividades musculares o de los impulsos parciales. Desde el punto de vista de la motricidad en el deporte parece justo, por lo tanto, definir la velocidad

Nota complementaria:

programas temporales cíclicos

Mientras que la contribución del sistema nervioso central en la rápida realización de los movimientos acíclicos sólo se puede observar desde la calidad de la programación de los movimientos *open loop* (ciclo abierto), en la realización de los movimientos cíclicos de alta frecuencia en el pasado se conjeturaba la existencia de un reloj central (*central timer*) en el área del cerebelo (Ivry, 1993; recogido por Krampe 2000 a y 2000 b). Esta duración en el tiempo, representada en las áreas cognitivas según el modelo de dos planos de Wing y Kristofferson (1973 a; 1973 b), se va a llevar a cabo (implementada) con una determinada demora motriz (*motor delay*) por parte de los órganos motores de la periferia corporal (por ejemplo, dedos o

pies). Los procesos, independientes los unos de los otros en las hipótesis de los modelos, están sujetos tanto a la producción y la transmisión de los impulsos con un determinado retraso como a fluctuaciones temporales casuales. Esto aclara una parte de la variabilidad del *output* del movimiento. Según la hipótesis del ritmo programado modificada, de Vorberg y Hambuch (1978; 1984), la producción del ritmo no viene controlada por un solo marcador de tiempo sino por toda una serie de ellos. Cada uno representa una determinada demora y provoca, después de transcurrido un determinado espacio de tiempo, un comando motor o da inicio al siguiente marcador temporal. Es bien cierto que la hipótesis del ritmo programado posee una fuerza aclaratoria mayor que el modelo de Wing y Kristofferson, pero queda comprometida por la representación central de los ritmos motores del sistema nervioso central. Por el contrario, las apreciaciones más recientes parten de un control híbrido del movimiento, en el cual se modifica la programación central del ritmo a través de procesos autoorganizados (Krampe, 2000 a ; 2000 b).

De acuerdo con los resultados de Mundy-Castle y Sugarman (1960) sobre la investigación motriz con respecto a la actividad cerebral en

series de movimiento de alta frecuencia, en las diferentes frecuencias individuales de las ondas se presupuso una determinada cantidad de influencias sobre la velocidad del movimiento cíclico. A continuación, Roth y Klingberg (1974), así como Barth, Roth y Brehme (1976), encontraron, sin embargo, una relación entre la frecuencia media y la frecuencia de preferencia, es decir, una «confortable» frecuencia media de trabajo, como por ejemplo *el tapping* (golpeteo rítmico) con las manos o los dedos. Según esto no se pueden ver las ondas como guías o marcapasos cerebrales, cuya frecuencia tenga un efecto limitador o determinante sobre la velocidad de la frecuencia máxima.

Ante este punto de vista, la velocidad cíclica del movimiento no se puede ver, como indican Bauersfeld y Voss (1992), como una simple forma especial de la velocidad del movimiento acíclico. Una diferencia importante radica en que para la realización de una serie de máximos movimientos rápidos y cíclicos no se puede intervenir de forma instantánea con el movimiento, sino sólo después de que haya transcurrido un determinado tiempo. Además, en una óptima y fluida coordinación de series de movimientos cíclicos se puede aprovechar la fuerza muscular desencadenada por reflejos, así como las

fuerzas elásticas acumuladas en las fibras, tendones y músculos, que se originan a través de las reacciones en los movimientos. Ambos mecanismos de acoplamiento regenerativo podrían conducir en las series complejas de movimiento a procesos de autoorganización que influirían considerablemente en el rendimiento del movimiento.

como actividad primaria marcadamente coordinativa.

c) *Conclusiones respecto al carácter de la capacidad en la velocidad*

Desde el punto de vista expuesto, existen cuatro opciones para la clasificación de la velocidad en la capacidad de rendimiento general de la motricidad en el deporte:

1. La velocidad se puede definir como una capacidad específica, dentro del concepto de la fuerza rápida, que se manifiesta en la falta o baja movilidad en la fuerza inicial. La velocidad no asume, por lo tanto, el tipo de una característica básica individual dentro de la motricidad deportiva, sino que se le asigna un determinado carácter de capacidad condicional primaria.
2. La velocidad se puede incluir como una capacidad específica dentro de la coordinación, que se manifiesta en situaciones abiertas

y cerradas en el movimiento en el sentido de la capacidad para la coordinación bajo presión del tiempo. En esta clasificación la velocidad pierde el carácter de una cualidad básica de la motricidad deportiva y se subordina al requisito del rendimiento de la coordinación y de la técnica.

3. La velocidad se puede clasificar como una capacidad específica, anatómica y fisiológicamente unidimensional en el sentido de una velocidad elemental, y en un complejo general, múltiple en el sentido de una velocidad compleja. En el esquema de la condición⁷, la velocidad elemental (o «pura») permanece como condición básica de la motricidad deportiva.

4. La velocidad se puede definir sobre todo desde el punto de vista del método del entrenamiento como una dimensión compleja e independiente de la capacidad que se manifiesta en la práctica del deporte según las características de rendimiento o de esfuerzo en el entrenamiento y en la competición en los tres modos que son la velocidad de reacción, la velocidad acíclica del movimiento y la velocidad cíclica del movimiento.

A estos cuatro puntos se les pueden añadir más argumentos teóricos y justificaciones empíricas. Mientras que desde la perspectiva biomecánica es concluyente el resultado (véase Bührlé y Schmidtbleicher, 1983), los nuevos resultados de las investigaciones de los científicos del entrenamiento Weigelt (1997) y Thienes (1998) apoyan el segundo punto. Bauersfeld y Voss (1992) argumentan a favor de la tercera opción y son apoyados por Grosser (1991; 1997) y Werchoshanskij (1996). El cuarto punto de vista fue introducido, con mayor o menor cantidad de cambios, por Saziorskij (1972) en la mayoría de las clases de entrenamiento.

III. El entrenamiento de la velocidad

Las capacidades de velocidad pura tienen un carácter básico y se comple-

Como **postulado del entrenamiento de velocidad**, del que se deducen, por ejemplo, los ejercicios, la determinación de la ejecución metodológica o la posición del entrenamiento de velocidad dentro de cada sesión del entrenamiento, se debe utilizar, como indicador que señale las adaptaciones neurofisiológicas, la realización a máxima velocidad tanto de las acciones como de las reacciones.

⁷ Las capacidades complejas de velocidad representan capacidades combinadas. Así, la velocidad en la acción y en el esprint no dependen sólo de la velocidad (en el sentido más puro de la velocidad), sino sobre todo de la fuerza rápida y de la fuerza reactiva (en esfuerzos bajos y medios), así como de la fuerza explosiva (en esfuerzos de altos a máximos). Las capacidades complejas de la velocidad se dan en los requisitos tanto del entrenamiento como en la competición de la fuerza, la velocidad (elemental), la coordinación técnica y resistencia.

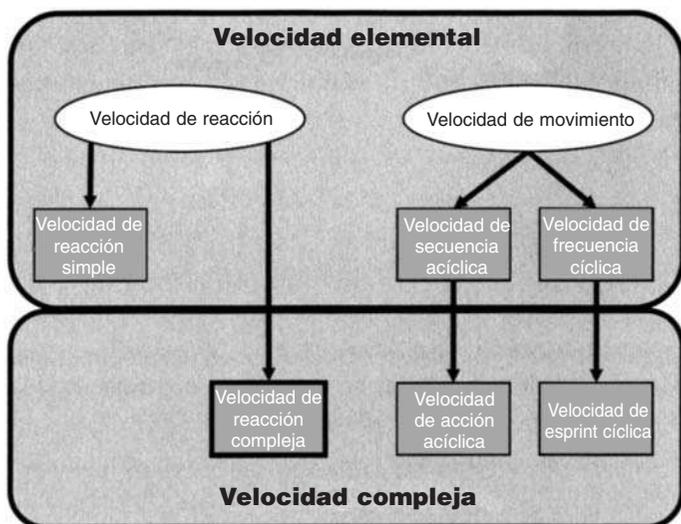


Figura 2.26 La estructura general de la capacidad de la velocidad.

mentan a través de formas complejas y específicas del tipo de deporte en velocidad de reacción, de acción y en esprint⁸ (véase figura 2.26).

a) Entrenamiento de la velocidad elemental

La velocidad elemental depende de lo eficazmente que funcionen y se combinen los mecanismos de regulación y de control del sistema nervioso central y del sistema neuromuscular.

La velocidad de frecuencia y secuencial –igual que la velocidad de reacción está condicionada primaria-

mente de forma sensorial y cognitiva así como psíquica– está condicionada en gran medida por la madurez y la estructura física.

La calidad del control nervioso central y neuromuscular, requerida para altos rendimientos en el deporte, se hace patente en que el deportista de elite muestra, tanto en los movimientos cíclicos como en los acíclicos, una realización rápida de movimientos⁹.

Las capacidades elementales de la velocidad se desarrollan de forma positiva en el transcurso de la edad infantil y la juvenil (Winter, 1975).

⁸Por esprint se entienden incluidas en esta relación todas las formas cíclicas de movimiento con una velocidad máxima (carrera, natación, remo, ciclismo, etc.).

⁹En la ciencia del entrenamiento y del movimiento, las capacidades elementales de velocidad se determinan, por regla general, de acuerdo con los siguientes criterios (1) forma de movimiento básica y amplitud escasa del movimiento; (2) tiempo de movimiento por debajo de 200 mseg; frente a la estabilidad (3) influencias en el desarrollo y (4) influencias en el entrenamiento (sobre todo después de la pubertad); independencia de (5) fuerza máxima; (6) sexo y (7) agotamiento; (8) adquisición (significativa) de rendimiento y valor de umbral crítico (específico del tipo de deporte). Hasta ahora sólo se podían comprobar empíricamente los dos criterios citados en primer lugar (Hohmann, 2001).

La expresión óptima se puede alcanzar cuando la instrucción con ayuda del entrenamiento de velocidad se realiza a su debido tiempo, es decir, ya en la fase previa prepuberal.

Por medio de un entrenamiento «normal», es decir, un entrenamiento en la edad juvenil orientado a la resistencia y la fuerza, se desarrollan escasamente todas las aptitudes elementales de la velocidad mientras existen reservas metodológicas de entrenamiento para optimizar las perspectivas en el rendimiento de velocidad.

En las edades infantil y juvenil, las posibilidades de compensación entre los requisitos elementales del rendimiento aún son múltiples.

Mientras tanto, en el entrenamiento de los deportistas jóvenes en especialidades de marcado carácter deportivo es de especial importancia que:

- ▶ la velocidad (simple) de reacción,
- ▶ la velocidad de acción acíclica y
- ▶ la velocidad frecuencial cíclica

se controlen y se valoren separadamente.

En la práctica deportiva, para la configuración de la velocidad elemental se añaden los siguientes requerimientos al movimiento:

- ▶ Velocidad de acción acíclica: salto bajo-alto, posición de apoyo sobre las manos (de acometida y botando) desde la posición arrodillada, apoyo en la pared (ligera acometida y botando) desde la posición erecta, giro del antebrazo (supinación), ejercitar la caída del salto de pértiga.
- ▶ Velocidad frecuencial cíclica: *tapping* de dedos, manos, brazos, piernas (de pie, sentado, en decúbito supino con el dorso de la mano, en decúbito prono contra la pared), girar brazos y piernas.

Para mejorar las capacidades elementales de la velocidad en el entrenamiento son idóneos los niveles metodológicos representados en la Tabla 2.11.

b) Entrenamiento complejo de velocidad

Está muy contrastada la sobresaliente influencia de las capacidades complejas de velocidad como:

- ▶ la velocidad de reacción compleja (de gran motricidad),
- ▶ la velocidad acíclica de acción y
- ▶ la velocidad cíclica de esprint

Tabla 2.11 Niveles metódicos del entrenamiento de la velocidad elemental (según Bubeck, 1999).

Nivel de formación	Indicaciones generales	Ejemplos
<p>Nivel 1 Desarrollo de un movimiento elemental rápido</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Entrenamiento de los movimientos rápidos elementales en un movimiento afín pero relativamente fácil. ▶ Organización del movimiento de objetivo perseguido, elemental y rápido, mediante una adecuada aplicación de los ejercicios de entrenamiento. ▶ Desarrollo de los programas de movimiento en sesiones de entrenamiento relativamente cortas y acentuadas. ▶ Realización de, al menos, el 50 % de las repeticiones en el programa objetivo. ▶ Intensidad de movimiento máximo y alta calidad de realización. ▶ Volumen relativamente bajo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Realización de saltos bajos y altos con peso añadido al cuerpo en el marco de una velocidad óptima de acción y realización de <i>tappings</i> y giros en el ámbito de una óptima velocidad frecuencial. ▶ Sesión de entrenamiento de 6-8 semanas de duración para el desarrollo de la velocidad elemental (posteriormente es posible realizar unidades más cortas de entrenamiento que sirvan como estímulo de recuerdo). ▶ En los saltos bajos y altos agregar peso (del 30 al 50% del peso corporal) al cuerpo; en los <i>tappings</i> y giros sin resistencia en el movimiento o movimientos iniciados desde el exterior ▶ 140-300 repeticiones en 6-8 semanas ▶ Dos sesiones de entrenamiento semanales como máximo ▶ 2-3 series por sesión de entrenamiento ▶ 5-8 saltos y 2-3 series de <i>tapping</i> y de giros por serie. ▶ Pausa de 5-10 min entre series.
<p>Nivel 2 Profundización de la velocidad óptima para las técnicas específicas de cada tipo de deporte</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Pronunciamento de la velocidad óptima en la técnica de los diferentes deportes, pero sólo después del desarrollo del movimiento simple. ▶ Transferencia parcialmente «automática» de la velocidad en el movimiento especial. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Realización de formas especiales de movimiento (fintas y esprints, entre otros) en el marco de una velocidad óptima.
<p>Nivel 3 Observación de la velocidad óptima en un entrenamiento con condiciones especiales</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Incluir sólo los ejercicios de entrenamiento para el desarrollo de los requisitos necesarios para el rendimiento, en los cuales se alcanza el comportamiento óptimo para un movimiento rápido. 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Inclusión de formas especiales de salto o cíclicas sólo cuando se pueden realizar con una velocidad óptima.

Tabla 2.12 *Métodos de entrenamiento para la mejora de la velocidad de reacción elemental y compleja.*

Métodos de entrenamiento	Esfuerzo	Intensidad	Tiempo	Repeticiones	Series	Pausa
MÉTODO DE REACCIÓN SIMPLE	Pequeños y simples movimientos motores	100%	Máximo	6-12	1	> 30 s
MÉTODO DE REACCIÓN COMPLEJO	Grandes y complejos movimientos motores	100%	Máximo	5-8	1	> 1 min

sobre el rendimiento de muchas disciplinas y tipos de deportes en los que interviene la velocidad de forma acentuada.

La velocidad de reacción compleja específica de cada tipo de deporte se puede mejorar, por regla general, por medio de un entrenamiento de velocidad de reacción (véase Tabla 2.12) mejor que con esfuerzos de velocidad de reacción elementales y simples. El incremento del rendimiento conseguido se corresponde con la duración del movimiento, y en reacciones optativas complejas, como por ejemplo en el deporte de lucha y de equipos, con el número de alternativas de acción. Cuanto más rápidamente se realiza una reacción específica del deporte, más se amplía el efecto del entrenamiento, pasando de una reducción del tiempo de reacción a una constancia del mismo. Esto ocurre por encima de la automatización y estabilización del componente de motricidad o, si se diera el caso, de anticipación en el tiempo de reacción. La mejora de otros

componentes informativos (tiempo de latencia) en el desarrollo de la reacción tiene límites muy estrechos.

El entrenamiento de la velocidad de reacción es mucho más importante en tanto en cuanto sea mayor el componente temporal de rendimiento de la reacción en el rendimiento de la competición. Por ejemplo, se diferencia el componente temporal del tiempo de reacción en el esprint de la carrera de los 100 m con el esprint en natación para los 50 m crol. En los deportes de lucha y de equipo, una reacción se convierte en positiva de acuerdo con la velocidad compleja conjunta de las acciones.

En el entrenamiento en la edad juvenil debería producirse un aprendizaje múltiple y parcial de la velocidad de reacción, independiente de los requisitos específicos de la competición. En el deporte de competición, por el contrario, los esfuerzos de velocidad de reacción típicos de la competición están en el punto básico del entrenamiento.

La velocidad acíclica de acción no depende de la fuerza máxima en resistencias inexistentes o muy bajas (por debajo de un 30% del máximo) de movimientos externos. De esta manera, la velocidad de la acción en movimientos como los golpes en el boxeo, en la esgrima, en los golpes de bádminton o tenis de mesa, en los lanzamientos o en los pasos de danza, en el movimiento para chutar en el fútbol, en los giros o en las fintas entre otros muchos, es dependiente del rendimiento. Para mejorar la velocidad de los movimientos individuales complejos específicos del deporte se recomiendan los métodos representados en la Tabla 2.13.

La velocidad cíclica del sprint es relevante en el rendimiento de muchos tipos de deporte de carrera, ciclismo, natación o remo. Por ello se tiene que entrenar la velocidad máxima y cíclica del sprint en diferentes grados de aceleración elegidos de forman que vayan desde sprints máximos y alternantes a

«sprints voladores» supramáximos (véase Tabla 2.14).

En la estructuración del entrenamiento de velocidad a largo plazo, se recomienda hoy en día formar lo antes posible la capacidad elemental de la velocidad, y en cualquier caso antes que la capacidad compleja de la velocidad. Debido a su cercanía con respecto a las capacidades coordinativas, como mejores etapas de entrenamiento para optimizar la velocidad elemental sirven tanto la edad escolar temprana (6-10 años) como la más tardía (10-12/13 años).

Además, en este contexto permanecen abiertas dos importantes cuestiones. La primera es saber si la velocidad elemental también se puede aumentar después de la pubertad, y la segunda es conocer si una deficiente formación en la velocidad influye en las capacidades complejas de velocidad y con ello, indirectamente y a largo plazo, ejercen un acción restrictiva sobre los rendimientos de competición orientados a la velocidad.

Tabla 2.13 Métodos de entrenamiento para la mejora de la velocidad de acción (acíclica).

Métodos de entrenamiento	Esfuerzo	Intensidad	Tiempo	Repeticiones	Series	Pausa
MÉTODO DE REACCIÓN SENCILLO	Movimientos simples específicos del deporte	100%	Máximo	10-12	1	> 30 s
MÉTODO DE SERIES	Movimientos simples específicos del deporte	100%	Máximo	6-10	3-5	> 2 min

Tabla 2.14 Métodos de entrenamiento para la mejora de la velocidad de *esprint* (cíclica).

Métodos de entrenamiento	Esfuerzo	Intensidad	Tiempo	Repeticiones	Series	Pausa
MÉTODO DE REPETICIÓN: ESPRINTS VOLADORES	Movimientos específicos del deporte	100%	Máximo	2-4	2-4	> 2 min o 10 min
MÉTODO DE REPETICIÓN: ESPRINTS ALTERNANTES (esprints de gradación, in-and-outs)	Movimientos específicos del deporte	100%	Submáximo / máximo	2-4	2-4	> 2 min o 10 min
MÉTODO DE REPETICIÓN: ESPRINTS SUPRAMÁXIMOS (esprints de tracción, carreras cuesta arriba, entre otros)	Movimientos específicos del deporte	105 -110%	Supramáximo	2-4	2-4	> 3 min o 10 min

2.2.1.4 Movilidad en el deporte

I. Concepto de movilidad

La **movilidad** (véase Figura 2.27) se define como la capacidad de poder realizar movimientos con la

requerida amplitud de movimiento. Desde el punto de vista funcional y anatómico viene condicionada por la capacidad de estiramiento y por la flexibilidad.

La flexibilidad designa el grado de amplitud de movimiento de las articulaciones y depende con esto de un sistema funcional pasivo. La flexibilidad está condicionada anatómica y estructuralmente, difiere de articulación a articulación, depende de la constitución y varía teniendo en cuenta la estructura corporal de cada persona.

La flexibilidad representa, por lo tanto, una notable característica física marcada en la constitución del deportista. Dado que la flexibilidad es, al mismo tiempo, un decisivo factor de influencia en el concepto de la movilidad, ésta se organiza como un todo dentro del modelo del rendimiento deportivo (véase Figura 2.5) en el plano de la

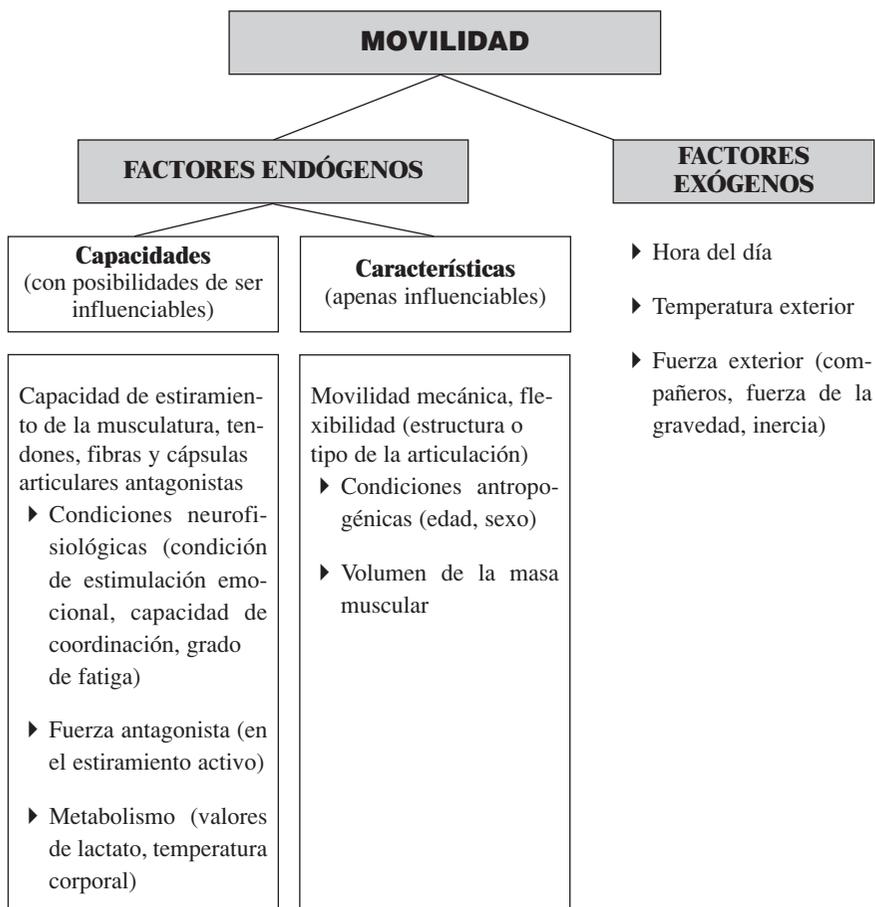


Figura 2.27 *Determinantes de la movilidad (según Maehl, 1986).*

transposición de energía mecánica de los requisitos de rendimientos constitucionales (Bös y Mechling, 1983). Este punto de vista se basa en los análisis dimensionales que, en el caso de la movilidad, tienen una clara y estrecha relación (estática) con respecto a las características físicas, así como con

respecto a las capacidades condicionales de la fuerza, velocidad o resistencia. La práctica del entrenamiento cuenta con esta circunstancia, en la que la movilidad se afecta, de forma generalizada y homogénea, en el proceso de entrenamiento como un objetivo constante.

II. El entrenamiento de la movilidad

En comparación con la flexibilidad, tiene mejor disponibilidad para entrenarse la capacidad de estiramiento de los músculos, fibras y tendones. Además, la mayoría de las veces se exagera la posible mejoría del rendimiento. La práctica del entrenamiento y las investigaciones experimentales (Wiemann, 1991) muestran que los aumentos nítidos de movilidad se alcanzan sólo por medio de un entrenamiento a largo plazo, regular (es decir, prácticamente diario) e intensivo. Con la «gimnasia de calentamiento», frecuente en muchas disciplinas deportivas, apenas se consiguen mejoras duraderas en el movimiento. Esta gimnasia de calentamiento tiene sus propios objetivos, que no se pueden confundir con el entrenamiento de la movilidad.

Junto con una serie de factores exógenos y endógenos, las condiciones neuromusculares desempeñan su papel más importante en la capacidad de estiramiento y están relacionadas, directa o indirectamente, con los objetivos y métodos del entrenamiento de movilidad (véase también Tabla 2.15).

La forma, en tiempos muy extendida, de la gimnasia balística (estiramiento balístico o activo dinámico) activa y dinámica apenas encuentra hoy aplicación en el entrenamiento de movilidad. La razón de ello es que en el estiramiento brusco de un músculo se desencadenan reflejos propios que se ocupan de una inmediata contracción del mismo. Estos reflejos monosinápti-

cos se desencadenan a través de los husos neuromusculares y sirven al músculo como mecanismo de protección ante las lesiones (distensiones, desgarros de las fibras musculares).

Los husos neuromusculares (véase Figura 2.28) son formaciones en forma de huso, de 2-10 mm de longitud, que están interpuestos a lo largo del músculo. Están compuestos por una cápsula de tejido conjuntivo que almacena seis fibras musculares «intrafusales». Estas fibras musculares se diferencian de las fibras musculares normales («extrafusales») en que sólo son contráctiles en los extremos.

Por su zona intermedia las fibras intrafusales reaccionan con ayuda de un receptor de estiramiento dispuesto en forma de espiral que es sensible al estiramiento del músculo o del correspondiente huso neuromuscular.

El estiramiento del huso muscular aprovechado por el receptor de estiramiento de la fibra intrafusar provoca una descarga de impulso que se propaga a través de dos fibras nerviosas hacia la célula motriz del cuerno anterior en la médula espinal.

Desde allí, por un lado se informa al sistema nervioso central sobre la situación de estiramiento del músculo, y por otro lado por un camino más corto y más rápido, y por medio de las motoneuronas a, se contraen en pocas milésimas de segundo los músculos rodeados por los husos musculares.

Esta contracción del músculo se ocupa de que el huso neuromuscular que está dentro de él se relaje y retro-

Tabla 2.15 Objetivos, estrategias y métodos del entrenamiento de movilidad (Maehl, 1986; Spring, 1986).

OBJETIVO DEL ENTRENAMIENTO	AUMENTO DE LA MOVILIDAD			
	REDUCCIÓN DE LA RESISTENCIA DEL TEJIDO CONJUNTIVO		AUMENTO DE LA FUERZA ANTAGONÍSTICA	
	Estiramiento del tejido conjuntivo	Reflejos miotáticos	Fortalecimiento muscular	Mejora de las funciones neuromusculares
ESTRATEGIA DE ENTRENAMIENTO	Entrenamiento regular y proporcionado.	Entrenamiento regular de relajación.	Entrenamiento de fortalecimiento proporcional, regular y progresivo.	Facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) continua.
MÉTODOS DE ENTRENAMIENTO	<p>▶ <i>Stretching</i></p> <ul style="list-style-type: none"> -Estiramiento estático pasivo. -Estiramiento estático activo. -Estiramiento de contracción y de relajación. 	<p>▶ Relajación primaria</p> <ul style="list-style-type: none"> -FNP activa y pasiva. -Relajación progresiva muscular según Jacobsen. -Entrenamiento autógeno. ▶ Relajación secundaria -Masaje -Baños -Sauna 	<p>▶ Estiramiento activo</p> <ul style="list-style-type: none"> -Estiramiento activo y dinámico (estiramiento balístico). -Estiramiento activo y estático. ▶ Entrenamiento de fuerza -Entrenamiento de hipertrofia muscular de los antagonistas. -Entrenamiento de activación. 	<p>▶ FNP activa y pasiva</p>

ceda el estímulo. Junto con el efecto protector, el reflejo de estiramiento, por ejemplo en movimientos (reactivos) de arranque, puede utilizarse gracias a la creciente estimulación de las motoneuronas para aumentar el estiramiento previo de la musculatura.

En este caso, en la siguiente acción (concéntrica) muscular, se da una mayor fuerza de arranque.

El huso muscular está en posición de regular su valor teórico, de tal modo que actúa más tarde sobre el reflejo de estiramiento (reflejo miotático). Es-

to ocurre, entre otras cosas, mientras la estimulación del huso muscular relaja su actividad al comienzo de la contracción de la musculatura. Si desde la situación de estiramiento resultante se vuelve a realizar de nuevo una extensión de la musculatura, ésta, por esta causa, crece paso a paso. Un procedimiento lento de estiramiento es, por esta circunstancia, doblemente positivo. En el caso de un estiramiento lento, el huso muscular reacciona con menos intensidad sobre el estímulo de estiramiento y el músculo se adapta, en caso de una tensión más profunda, a la situación actual de la misma.

El reflejo miotático del «sistema de regulación fusomotor» actúa en el estiramiento activo y dinámico («balístico» o «de rebote») debido a la tensión condicionada por el estímulo, lo contrario a un estiramiento mantenido de la musculatura, es decir, para el fortalecimiento del músculo. Por esa causa, el estiramiento activo y dinámico se utiliza sólo para el calentamiento de los esfuerzos de velocidad y de fuerza, así como para el fortalecimiento de los antagonistas.

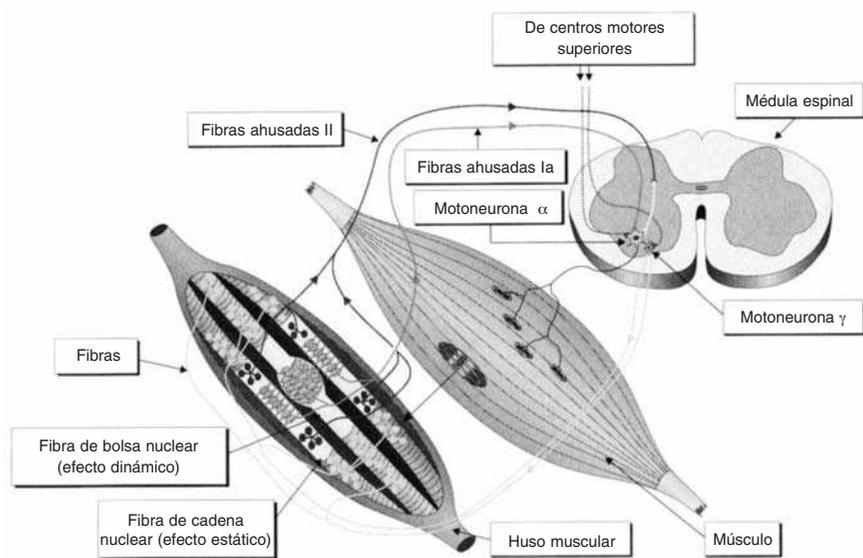


Figura 2.28 Representación esquemática del huso muscular (según Schmidt, Thews y Lang, 2000).

La contracción mantenida, o *stretching*, se ha manifestado como método de esencial importancia dentro del entrenamiento de movilidad. En ella la musculatura se alarga por un espacio corto de tiempo, hasta un poco antes de llegar a causar dolor, y se mantiene en esta posición durante un período de 20-30 s. La fuerza necesaria para ello se produce en el estiramiento estático activo por medio de la contracción de la musculatura antagonista y en el estiramiento estático pasivo a través de la fuerza de la gravedad, gracias al propio peso del cuerpo, o por medio de la ayuda de los brazos en la tracción. Dado el caso, también un compañero de entrenamiento, o la colaboración de alguna resistencia exterior, puede ayudar en el estiramiento muscular. Bastante más efectivo, pero a cambio de provocar más cansancio, es el estiramiento de contracción-relajación-estiramiento, también llamado estiramiento CHRS (*contract-hold-relax-stretch*). En este método, a la fase de estiramiento de 20-30 s se antepone una de 6-10 s de adaptación con una corta relajación final del músculo a contraer. En esta fase se puede realizar el estiramiento, tanto activamente partiendo de la contracción de los antagonistas, como pasivamente a través del propio peso del deportista. La ventaja del estiramiento de contracción y relajación sobre el «*stretching*» tradicional estriba en que, a través de tensión introductoria, se fortalece claramente el estiramiento de la estructura del tejido conjuntivo que rodea las fibras

musculares. Esto ocurre en el instante en que las fibras colágenas del tejido conjuntivo elástico se transforman, por medio de la contracción, pasando desde una disposición desorganizada hasta una disposición paralela. Por lo tanto, el subsiguiente estiramiento muscular de la fase de *stretching* se produce bajo condiciones muy idóneas. A medio y largo plazo, el *stretching* conduce a unos procedimientos de adaptación estructurales y plásticos en el material colágeno y con ello a una mejora persistente en la movilidad (Ullrich y Gollhofer, 1994).

La facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP) proviene de la gimnasia de rehabilitación y terapéutica, y se introduce tanto para la reducción de la actividad refleja como para la mejora de la coordinación intermuscular. La movilidad activa en la FNP se realiza a través de una mejoría en la sincronización de las actividades musculares de los agonistas, sinérgicos y antagonistas. Para ello se realizan múltiples movimientos en contra de la resistencia manual del terapeuta (o del compañero de entrenamiento), acompañado también de la resistencia de los aparatos, alternando ambos métodos. Esta resistencia debe tener un efecto en todo el recorrido del movimiento y contrarrestar exactamente la dirección momentánea del movimiento.

La movilidad puede seguir mejorándose, mientras se disminuye la tensión de la musculatura utilizada por medio de medidas primarias y secundarias de relajación, o mientras se

obtenga, gracias al entrenamiento de fortalecimiento, una contracción muscular mayor en la musculatura antagonista a utilizar. Los ejercicios de entrenamiento de fuerza se han de realizar siempre en alternancia con los ejercicios de movilidad. Esto sirve, sobre todo, cuando hay desequilibrios musculares que impiden el desarrollo del movimiento o una óptima posición corporal.

2.2.2 COORDINACIÓN Y TÉCNICA

La capacidad de realizar movimientos con la mayor calidad posible es de gran importancia en el contexto deportivo. No sólo en los tipos de deportes técnicos y de composición, que básicamente están integrados por la presentación de movimientos perfectos, sino que la coordinación y la técnica son importantes en todos los demás tipos de deportes. En los deportes de resistencia y de fuerza, la coordinación y la técnica aseguran un aprovechamiento óptimo de las vías energéticas y la economía en el desarrollo del movimiento; en las disciplinas de lucha y en los deportes de equipo sirven para la consecución táctica de los objetivos.

En la ciencia del entrenamiento, en el devenir de los temas de investigación de la década de 1980 y principios de la de 1990, se registró un *boom* (Willimczik, 1991) en cuanto a la dedicación a temas relacionados con el entrenamiento técnico. Martin, Carl y Lehnertz (1991, 43) otorgan a la técnica del entrenamiento una «importancia extraordinaria». Incluso cuando no se

tiene a la resolubilidad, y se tiene en cuenta que una imposición de prioridades sólo tiene sentido dependiendo de las condiciones de rendimiento del tipo de deporte, los argumentos son concluyentes:

- ▶ La «*función de la participación*». Sólo cuando se domina un mínimo de las habilidades técnicas se puede participar en el deporte, por ejemplo, en un partido de voleibol.
- ▶ La «*función de la integración*». Es bien cierto que cada movimiento, por regla general, impone exigencias en los complejos de los requisitos completos (capacidades de resistencia, fuerza, velocidad); la habilidad técnica integra estas disposiciones en un movimiento deportivo y pleno de sentido.
- ▶ La «*función de rendimiento*». Según la interpretación de numerosos autores (Daugis *et al.*, 1991 a; Schnabel, Harre y Borde, 1994; Roth, 1996) en el deporte de alta competición de hoy en día se descubren de forma muy limitada más recursos en el área de la condición física, pero esto no ocurre de la misma forma en el marco del entrenamiento técnico. Martin, Carl y Lehnertz (1991) ven en el entrenamiento de la técnica la única posibilidad para poner en práctica las especializaciones requeridas en los rendimientos más altos.

Nota complementaria: ¿dónde están las reservas de rendimiento?

Muy frecuentemente nos encontramos en el entorno de la ciencia del entrenamiento un razonamiento semejante al siguiente: «¡ Puesto que en el entrenamiento actual en la alta competición los componentes de rendimiento X_{1-n} han sido totalmente aprovechados, en el futuro hay que conseguir mejoras sobre todo en los componentes de rendimiento $Y!$ ».

O: «¡Se parte de que en la elite mundial del deporte Z ya no existen diferencias en cuanto a las capacidades X_{1-n} ; las ventajas para la competición tan sólo pueden salir de los componentes $Y!$ ». En la bibliografía especializada se encuentra por ejemplo X_i = condición, técnica, entorno del entrenamiento, intensidad del mismo, Y = técnica, táctica, intensidad del entrenamiento.

Cuando se consulta esta argumentación sobre la base de su contenido científico, frecuentemente se puede sufrir una decepción. Aparte de las dificultades metodológicas existentes para el respaldo de tales afirmaciones, además, la mayoría de las veces se edifica una argumentación aparente para darle una mayor validez. De este modo aparecen corrientes de modas no sólo en el ámbito del entrenamiento, sino también en el de la ciencia, que

posiblemente entorpezcan el desarrollo del tipo de deporte.

¡Contra esta argumentación se puede decir que en todos los ámbitos de la capacidad de rendimiento en el deporte hay reservas cuantitativas y cualitativas! Además, su agotamiento debido a la complejidad y a la dinámica temporal del rendimiento deportivo no representa de ningún modo un problema trivial.

I. Conceptos

a) Técnica

La **técnica deportiva** es una designación que se refiere al colectivo de una serie de destrezas técnicas de un deportista o de un tipo de deporte.

La **destreza técnica** está constituida por una serie de movimientos sometidos a prueba, pertinentes y efectivos para el desenlace de una tarea definida en situaciones deportivas. El nivel de rendimiento técnico de un deportista se caracteriza por su disposición, por la capacidad de poder poner en práctica con alta calidad sus destrezas técnicas.

El vocablo «técnica» dispone de un espectro semántico que va más allá del puramente deportivo (*téchne*, del grie-

go: actividad, procedimiento o producto artificial, lo que se ha realizado, como antónimo de *physis*: lo que se nos ha dado, la naturaleza). Por esta razón, es necesario poner en claro con un concepto propio el punto de vista de la disciplina de la ciencia del entrenamiento.

Esta determinación del concepto contempla la técnica como un componente de las hipótesis del rendimiento deportivo. Como otros componentes, está integrada por elementos parciales. Estos componentes, las destrezas técnicas, pueden observarse de dos maneras: tanto como circunstancias «objetivas», cuando se describen series de movimientos realizadas o ideales, o, desde un punto de vista subjetivo, cuando con el grado de dominio de las habilidades técnicas se entiende una disposición duradera del individuo para la caracterización de su capacidad de rendimiento. Con esta definición del concepto no sólo se establece una analogía con el resto de los requisitos del rendimiento, sino que se evitan complicaciones, que se pueden constatar si utilizamos, por ejemplo en Nitsch y Neumaier (1997), los conceptos técnicos. Por destreza técnica se entiende, según el contexto en que nos movamos:

- ▶ Un modelo abstracto de movimiento y una serie concreta de movimientos realizados.
- ▶ Una ejecución externa y una representación interna del movimiento.
- ▶ Un desarrollo estándar del movi-

miento y una respuesta flexible, variable y adaptada de un movimiento.

b) *Coordinación*

Más problemático que el ámbito de la técnica o de las habilidades técnicas es el segundo tema de este apartado: La coordinación y las capacidades coordinativas. Pero esto no viene provocado sólo por una falta de claridad en su definición, de la que en la bibliografía correspondiente, al menos cuando se habla de la coordinación en el sentido de un componente del rendimiento, existe una noción relativamente clara:

Tradicionalmente se describe una serie de capacidades coordinativas. Así, Hirtz (1985) define para el ámbito del deporte escolar:

- ▶ La capacidad de reacción.
- ▶ La capacidad rítmica.
- ▶ La capacidad de equilibrio.

La **coordinación** es una designación que se refiere al colectivo de una serie de capacidades coordinativas.

Las **capacidades coordinativas** son aspectos individuales en el control del movimiento, cuya cualidad de realización se contempla como una disposición para un comportamiento estable.

- ▶ La capacidad de orientación espacial.
- ▶ La capacidad de diferenciación cinestésica.

Esta exposición se ve completada, en relación con el entrenamiento de coordinación y sobre todo en el deporte de rendimiento, por medio de las capacidades coordinativas introducidas por Blume (1977; 1981):

- ▶ La capacidad de acoplamiento.
- ▶ La capacidad de transposición.

II. Fundamentos teóricos de la coordinación y de la técnica

a) Coordinación

El repertorio descrito de las capacidades coordinativas se ha impuesto desde hace tiempo debido a su evidencia, a su fácil identificación en los movimientos deportivos y a su clara categorización en la práctica, y sirve como inventario estándar de conceptos. ¿Cómo se plantea en su perspectiva científica?

Nota complementaria: ¿cómo se estructura un proyecto motor?

Cuando se procede según el «puro aprendizaje» de la investigación empírica, la determinación de la «estructura interior» de un proyecto se consigue a través de un análisis dimensional (análisis facto-

rial, de *cluster* y de correspondencia, entre otros). En una prueba aleatoria representativa efectuada con personas se recoge una muestra representativa de las características del significado del proyecto que, a su vez, se descompone por el cálculo de análisis factorial con independencia de los componentes (factores), los cuales se pueden representar como dimensiones del proyecto elaborado.

Este aparentemente sencillo procedimiento muestra, sin embargo, múltiples problemas. Además de las dificultades técnicas del método (problemas de extracción, problemas de interpretación, fallos en la medición de las características), también existen dificultades fundamentales en la elección de la muestra aleatoria de personas y características para completar la prueba. Realmente se debería disponer de una estructura de capacidad general en las pruebas aleatorias con personas, pues, en caso contrario, sería la estructura específica de todo un grupo, y la prueba aleatoria de características debería representar el «universo característico» de toda la motricidad humana, lo que, por razones prácticas, tampoco es realizable.

Estas circunstancias no deberían provocar ningún tipo de renuncia, puesto que representan una circunstancia normal en la ciencia del comportamiento durante la investigación de un proyecto complejo.

Antes que nada se deberían cuestionar numerosas investigaciones que permiten alcanzar claras exposiciones para un campo de aplicación restringido. Es negligente y reprochable, desde el punto de vista científico, que se promueva un modelo hipotético poco fiable, apoyando la teoría con ayuda de repeticiones y divulgaciones en círculos de aplicación poco críticos.

Este diagnóstico empírico se examina para afianzar los modelos de estructura de las capacidades coordinativas, a fin de determinar si el análisis de los factores no ha comprobado la estructuración desde el comienzo. De este modo se pueden identificar, sobre todo, dos factores (Roth, 1982, parcialmente también Hirtz, 1977):

- ▶ La capacidad para la coordinación bajo la presión ejercida por el tiempo.
- ▶ La capacidad para un exacto control de los movimientos.

Este «magro» producto de las pruebas de estructuración analítica de los factores no es, sin embargo, el único fundamento para que, ya hoy en día, para la coordinación del proyecto, no se considere preponderante el concepto clásico de la capacidad:

- ▶ Pruebas experimentales muestran

un comportamiento en ejercicios y en situaciones coordinativas específicas (por ejemplo: equilibrio, Teipel, 1995; reacción, Ritzdorf, 1982; tiempo, Fetz y Hatzl, 1997) como réplica con respecto al modelo de capacidades.

- ▶ Por razones de rendimiento deportivo, el modelo de capacidad de la coordinación se ha contemplado siempre como demasiado poco diferenciado. Por eso se desarrolló una sistemática específica de cada tipo de deporte que comprende capacidades específicas; en el tenis, por ejemplo, el «control de pelota», la «regulación de la distancia» y el *timing* (Koch, 1997). Éstas se ven como habilidades técnicas de un tipo concreto de deporte o de un grupo de deportes.
- ▶ Los resultados de la investigación de transferencia en las habilidades deportivas no han suministrado hasta ahora una clara prueba para la aceptación de capacidades coordinativas generalizadas o que se extienda más allá de las propias habilidades.

Por lo tanto, queda claro que las capacidades clásicas de coordinación poseen, hoy en día, conceptos heurísticos cuyo *status* empírico no está justificado inequívocamente. Su significado tiene, por tanto, el sentido de un práctico hilo conductor para, por ejemplo, contemplar una formación básica

ya desde el colegio, y cuyo cumplimiento puede asegurar un fomento motor global y multilateral (Hirtz, 1985). Mientras tanto, el tratamiento científico del círculo de problemas de la coordinación ha superado nuevas barreras.

1. Neumaier y Mechling (1994; 1995) ya no contemplan la coordinación bajo la perspectiva de un requisito individual del rendimiento, sino que se acercan al problema con una perspectiva del ejercicio motor a superar. Desde el análisis del perfil de requisitos coordinativos de un tipo de deporte, Neumaier (1999) deduce medidas para el entrenamiento de coordinación. Como categorías de análisis se examinan las informaciones necesarias y las condiciones de presión (véase Tabla 2.16). Para el análisis del

perfil de requisitos coordinativos se incluyen cada uno de los requisitos y condiciones sobre un *continuum* y se clasifican entre las categorías «alto» y «bajo».

La principal ventaja está en que aquí se desarrolló una trama de análisis con la que se podían elaborar los requisitos coordinativos de un cierto tipo de deporte y cuyos fundamentos también servían para el objetivo del deporte de rendimiento. Cuando se aplica dicha trama sobre las situaciones típicas y las acciones más habituales de un tipo de deporte, como recomienda Neumaier, en la suma total se obtiene la deseada visión general sobre el perfil de requisitos coordinativos de un tipo de deporte, desde la cual se generan las indicaciones para los objetivos del entrenamiento.

Tabla 2.16 Requisitos informativos y condiciones de presión para la determinación del perfil de requisitos coordinativos, según Neumaier (1999).

Requisitos de información	Condiciones de presión
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Óptico ▶ Acústico ▶ Táctil ▶ Cinestésico ▶ Equilibrio 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Presión ejercida por la precisión ▶ Presión ejercida por el tiempo ▶ Presión ejercida por la complejidad (simultánea, sucesiva, selección muscular) ▶ Presión ejercida por la situación (variabilidad, complejidad) ▶ Presión ejercida por el esfuerzo (físico-condicional, psíquica)

2. Un principio basado en la ciencia del movimiento, que también fue introducido como fundamento ejemplar y conceptual del entrenamiento de la técnica, es la hipótesis de modularidad de la motricidad, según Hossner (1995). En relación con la hipótesis de modularidad de Fodor de la ciencia cognitiva, aquí se diferencian cuatro diferentes subsistemas de la motricidad: módulos *input-output* que trabajan rápido, especializados y autónomos, y los sistemas centrales, más lentos y ramificados, para los rendimientos cognitivos más altos. El principio teórico de Hossner tiene la ventaja de superar no sólo las deficiencias que ofrecían hasta ahora las teorías existentes de la motricidad y, por ello, superar también el principio de la capacidad, sino que describe todo el carácter de la motricidad teniendo en cuenta la observación de los procesos centrales y los movimientos. Otra ventaja que se puede observar es la «integración vertical», según Neumann (1992), por la que se entiende la concertación de los experimentos desde diferentes puntos de vista, adaptándolos sobre todo a la situación actual del conocimiento neurofisiológico. Los problemas, desde el punto de vista de la ciencia del entrenamiento, radican sobre todo en la cuestión de cómo se puede desarrollar un concepto de entrenamiento desde tal principio teórico.
- ¿Cómo se pueden diferenciar finalmente cada uno de los módulos entre sí? ¿Cómo se pueden comprobar series de entrenamiento y bases de módulos? ¿Se pueden deslindar módulos empíricos de las formas postuladas? Las soluciones prototípicas representadas por Hossner y Kortmann (1997) para el entrenamiento técnico en el voleibol suponen un primer paso para la respuesta a estas preguntas.
3. Como un paso más del concepto de capacidad desarrollado por él mismo, Hirtz (1994) introduce el sentido de «el experto». Con ello se vuelve a una rama de la psicología del desarrollo, que ya desde hace tiempo se había dado de baja el fundamento del concepto de capacidades perdurables de los rendimientos sobresalientes (Heller, 2001). Se refiere a los experimentos que no pueden demostrar empíricamente ninguna disposición general coordinativa pero que, por otro lado, muestran competencias muy desarrolladas y específicas del deporte y que se definen sobre la base de habilidades individuales. La adquisición de *el estado de experto* es un proceso a largo plazo (la regla de los 10 años), durante el cual se adquieren habilidades y conocimientos y sus conexiones, lo que posibilita la consecución de altos rendimientos deportivos. Se trata, por lo tanto,

de un plano medio de integración que se encuentra situado entre las capacidades generales y las habilidades específicas. Como se puede deducir de la definición del concepto, en el caso de *el experto* se trata de un proyecto de estructura que tiene como objetivo llegar al más elevado nivel deportivo.

4. La idea de *el experto* viene completada por Hirtz (2000) por un concepto de competencia de la coordinación. Para la solución de la problemática situacional y personal se vuelve sobre algo parecido a la investigación de la personalidad o del estrés en un concepto de tipo relacional. La competencia motriz de una persona se expresa por la superación de los ejercicios de movimiento que se dan en interacción específica con el entorno. Por eso se trata de una estructura relacional, ya que resulta en un primer momento de la interacción de los recursos y de los requisitos. El concepto de com-

petencia se debe entender como un concepto marco, dentro del cual debería situarse la coordinación.

Si se hace un balance de la situación de los conceptos teóricos para la coordinación, se puede sacar la conclusión de que estos temas se encuentran hoy en día en su punto álgido. La teoría de las capacidades generales se puede observar como algo agotado, y se observa claramente que, en su lugar, aparece un pluralismo de teorías. Esto se comprueba con mayor claridad en el concepto de *el experto*, que parece adecuado sobre todo para el deporte de alto rendimiento, mientras que el concepto básico para un fomento motor aplicado a los niños va a tener como punto de partida el «viejo» concepto de la capacidad en el sentido de una enumeración de los componentes más relevantes de la coordinación.

b) Técnica

Los fundamentos teóricos del entrenamiento técnico se basan en una completa sucesión de ciencias básicas. La

Tabla 2.17 Esquema de los problemas teóricos en la organización del movimiento (según Nitsch y Munzert, 1997 b).

Problemas de la organización del movimiento	
Problema de complejidad	Problema de funcionalidad
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Problema de estructura ▶ Problema parcial-total ▶ Problema de transformación 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Problema de aprendizaje ▶ Problema de intencionalidad ▶ Problema de representación

fisiología, la biomecánica, la motricidad y la psicología suministran, cada una en su campo de acción, contribuciones que, partiendo de la ciencia del entrenamiento, tienen que integrarse como cimentación científica del entrenamiento técnico. Las dificultades que aparecen son múltiples. Desde la perspectiva de la teoría científica se ve, más que como caso excepcional, un verdadero procedimiento general e interdisciplinario, en el que, naturalmente, los recursos limitados apenas permiten al científico del entrenamiento la recepción de todas las informaciones en los campos de estudio más relevantes; finalmente hay que observar que el conocimiento teórico no experimenta cambios de tipo continuo y unidireccional, sino que el desarrollo del mismo está marcado por diferentes corrientes de modas, por cambios paradigmáticos y también por conocimientos revolucionarios. La búsqueda de una base teórica del entrenamiento de la técnica que, de una vez por todas, sea considerada como consistente se puede comparar a la entrada en un laberinto.

Teniendo en cuenta este punto de partida, Nitsch y Munzert (1997 b) han desarrollado un esquema de orientación sobre los problemas teóricos de la organización del movimiento (Tabla 2.17). Este esquema de la ciencia del movimiento se estructura, por así decirlo, partiendo de las ciencias básicas, de los fundamentos de la ciencia del entrenamiento, y así se está en la situación de orientar los resultados teóricos sobre el mapa de los problemas.

Los autores distinguen en un primer momento el problema de complejidad que se refiere a la cuestión de cómo se puede dominar el sistema complejo de la motricidad humana, así como el problema de funcionalidad, que está relacionado con el afianzamiento de cada una de las funciones de la motricidad.

El problema de la complejidad se muestra por regla general mediante la comprobación del alto grado de complejidad de la motricidad humana. El criterio de seguimiento de un gran número de sistemas parciales de diferente efectividad se puede apoyar con los sistemas parciales de la observación, la elaboración de la información y la motricidad para el control del movimiento. Desde el lado de la representación del movimiento se acude con facilidad al «problema de Bernstein» de control de diferentes grados de libertad, que alude directamente a la complejidad del fenómeno de control cuando, por ejemplo, en un movimiento total del cuerpo se tienen que controlar en muy poco tiempo y de forma precisa, por medio de contracciones musculares, aproximadamente unos 240 grados mecánicos de libertad. El problema de la complejidad se divide a este respecto, según Nitsch y Munzert (1997 b), en tres clases:

- ▶ El *problema de la estructura* se ocupa de la división interior de movimientos complejos. Aquí los modelos jerárquicos y secuenciales se transforman, cada vez con más

frecuencia, en modelos simultáneos y menos jerárquicos. Mientras que el primer grupo es –a menudo sólo implícitamente– el fundamento de todos los modelos lineales del movimiento, el segundo grupo tiene una conexión con los fenómenos neurofisiológicos.

- ▶ El *problema parcial-total* plantea cuestiones relativas a los movimientos parciales comparados con la totalidad. Esto afecta al entrenamiento de la técnica, en el que la optimización de los movimientos parciales no garantiza ninguna mejora de la totalidad del movimiento. Por otro lado, la consecución del movimiento total depende a menudo sólo de un pequeñísimo detalle del movimiento. Como equifinalidad se designa el estado de circunstancias que dispone de diferentes caminos para llevar a un mismo fin; por ejemplo, hay lanzamientos en los que, dependiendo del ángulo con que se lance, o de la fuerza que se aplique, existen muchas combinaciones que conducen a un lanzamiento con éxito (Müller y Loosch, 1995).
- ▶ Al *problema de transformación* se le ha prestado hasta ahora muy poca atención. ¿Cómo es posible que se puedan ejecutar, sin aparente esfuerzo, saltos de categoría estableciendo conexiones entre el mundo físico y el intelectual, a pesar de que esto, en el sentido

estricto de la teoría del conocimiento, no sea posible (Laucken, 1989)?

Junto a estas cuestiones parciales, que están asociadas a la complejidad de los movimientos humanos, se distingue un segundo ámbito problemático que se ocupa de la seguridad o afianzamiento de las funciones del movimiento. El problema de funcionalidad se divide en tres círculos de problemas, según Nitsch y Munzert (1997 b):

- ▶ El *problema de aprendizaje*, fundamental para el entrenamiento de la técnica, no es por eso un problema manifiesto, porque las hipótesis del aprendizaje motor descansan siempre sobre hipótesis relativas a la organización de la motricidad. Este método del entrenamiento de técnica debería variar mucho en función de estar concebido sobre la base de un programa teórico o sobre un principio de autoorganización. En el primer caso se intentarían sintetizar los movimientos parciales en un movimiento total. En el segundo caso se trataría de organizar el entorno del aprendiz de atleta, de tal manera que se induzca a efectuar procesos de autoorganización o que se consigan oportunidades para el desarrollo de estructuras del movimiento.
- ▶ En el *problema de intencionalidad* se discute la naturaleza de la intención. Los movimientos no se pue-

den justificar sin conocer los objetivos o el sentido de los mismos. Pero, ¿cuál es la naturaleza de estas intenciones? ¿Cómo se garantiza la mezcla de intenciones? ¿Contienen ya el plan para su realización? ¿Cómo se originan las intenciones? Todas éstas son preguntas a las que los teóricos de la materia y de la autoorganización dan respuestas totalmente diferentes. La teoría de la acción ve en las intenciones las garantías de una actuación con sentido, mientras que en el sistema de autogestión se las incluye como parámetros de control no específico que, «ocasionalmente», se ocupan de recaudar un determinado atractivo.

- ▶ Estrechamente relacionado con esto último está el *problema de representación*. Cuando los movimientos se pueden reproducir y se pueden provocar voluntariamente es cuando se está cerca de partir de una representación interior del esquema del movimiento. El aprendizaje de las habilidades técnicas se puede interpretar como la construcción de una representación interna. Sobre la naturaleza de las representaciones interiores existen diferentes posiciones con interpretaciones muy diversas. Mientras que en una etapa anterior se creía en los principios de ambiente o ecológicos, prescindiendo de representaciones internas, la teoría gira hoy alrededor de la interpreta-

ción neurobiológica o del estado del significado de una representación interna.

¿Qué consecuencias se pueden extraer de este amplio repertorio teórico para el entrenamiento de la técnica? Se comprueba que es primordial acercarse de manera muy diferenciada a los diferentes aspectos del entrenamiento de la técnica (observación, reflexión, control del movimiento etc.). Otra cosa clara es que las bases teóricas están todavía en fase de desarrollo y que no se puede partir de algo que no disfruta de una determinada seguridad científica. En la práctica se trata de intentar construir, sobre la base tanto de una hipótesis teórica (aún teniendo en cuenta su carácter en desarrollo) como sobre la base de experiencias propias, según las cuales se puede organizar el entrenamiento de la técnica en casos concretos de aplicación.

III. El entrenamiento de coordinación y técnica

En este apartado relativo al entrenamiento de coordinación y técnica se ha de discutir en primer lugar la cuestión de cuál va a ser la relación en la que se tienen que situar ambos componentes de entrenamiento. La técnica y la coordinación son dos polos del espectro general y específico de la motricidad. Por un lado, junto con las habilidades técnicas, para la resolución de determinados ejercicios se dispone de series de movimientos; por otro lado, en el control del movimiento se

encuentran habilidades que están más allá del ámbito deportivo. Rostock y Zimmermann (1997) han sistematizado diferenciadamente la estructura (véase Figura 2.29).

El significado de este esquema no está en la concordancia con las posiciones teóricas, sino en orientarlo a la práctica. Hace más claro el espectro que está a disposición de los modelos de entrenamiento. El que se ejercite se tiene que posicionar frente a esta situación. La estructura del tipo de deporte, el campo de aplicación, la situación de desarrollo del que se entrena y la fase en la construcción del entrenamiento tienen que ver con la decisión de la posición a tomar dentro de este *continuum*.

a) Entrenamiento de coordinación

Ya que en la coordinación se ejercitan las cualidades de control del movimiento, se adoptan como mecanismos de adaptación los procesos de autoorganización de la elaboración humana de la información. Para influir sobre ella se puede formular un principio del entrenamiento de coordinación que, sólo a primera vista, aparece como trivial.

El fundamento del entrenamiento de coordinación está basado en la realización de ejercicios de entrenamiento que requieran coordinación.

Los contenidos de un entrenamiento de coordinación deben organizarse de forma ideal de tal modo que quien entrena sea llevado, para inducir los procesos de autoorganización que consigan una mejora de la calidad de control del movimiento, al límite de la capacidad de rendimiento en su elaboración de las informaciones.

La realización del principio del entrenamiento de coordinación presupone dos condiciones: el entrenador tiene que disponer de una gran reserva de ejercicios que sean exigentes en la coordinación, y estar en la situación de adoptar modificaciones espontáneas de los ejercicios que adapten su grado de dificultad de acuerdo con las necesidades. Partiendo de esto, también es necesaria la cualidad de reconocer, a través de cada ejercicio, correctamente y a tiempo, el esfuerzo de los sistemas de elaboración de información del sujeto que entrena.

Las fuentes para una adecuada reserva de ejercicios con características coordinativas sobran en la práctica deportiva, puesto que es en esa rama donde se contrastan y se desarrollan una y otra vez ejercicios nuevos, desacostumbrados, difíciles o complicados. Puesto que esto está relacionado con la forma de la práctica deportiva, de la ciencia del entrenamiento sólo se pueden extraer los puntos principales con los que conseguir una buena reserva de ejercicios de coordinación:

- ▶ *Cambio de las condiciones externas.* Esto exige una recepción re-

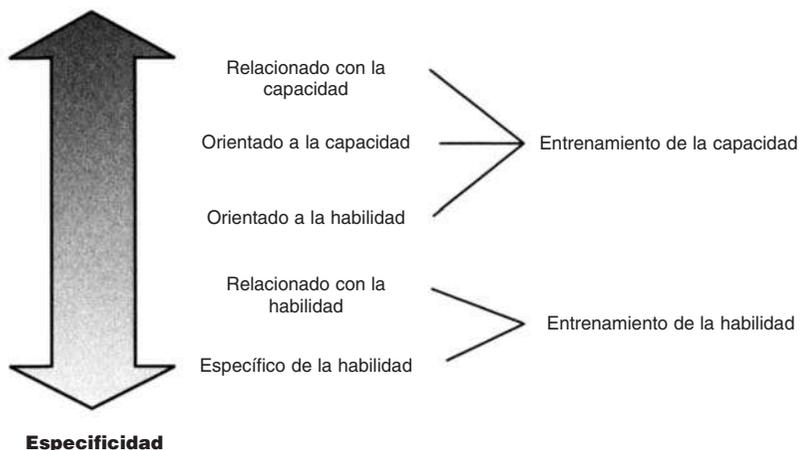
Generalidad/transferibilidad

Figura 2.29 El continuum de entrenamiento de coordinación y de entrenamiento de técnica (según Rostock y Zimmermann, 1997).

sada de la información y una adaptación para la representación de los movimientos. Se cambia por ejemplo el ambiente del entorno, los aparatos y la actividad del compañero o del adversario. Así el control de la pelota en tenis se puede entrenar con la inclusión de pelotas de tipos diferentes.

- *Variación de la representación del movimiento.* Aquí se instaura en un primer plano la capacidad para la diferenciación en el control del movimiento. Se varían todos los parámetros de un movimiento (amplitud, velocidad, frecuencia,

etc.) y se realizan variantes de habilidades (carrera, salto, etc.).

- *Combinación de habilidades de movimiento.* Dado que sus posibilidades son prácticamente inagotables, con este artificio metodológico se puede alcanzar la medida deseada de esfuerzo. Se pueden combinar habilidades sucesivas como, por ejemplo, en series de saltos de longitud, o simultáneas como, por ejemplo, cuando se tienen que cumplir ejercicios adicionales en los saltos de altura (salto con las piernas encogidas, salto con las piernas abiertas, giros, etc).

- ▶ *Ejercicios con presión ejercida por el tiempo.* También esto representa una opción metodológica que siempre está disponible. La presión temporal aumenta las exigencias de velocidad en el movimiento y, con ello, el esfuerzo para el control del movimiento. La inducción de la presión temporal se puede obtener a través del registro del tiempo necesitado o a través de las propias situaciones de la competición. En los deportes de equipo se puede producir una alta presión temporal mediante la situación en el campo de juego, por el número de participantes o por el comportamiento de los jugadores.
- ▶ *Variación en la recepción de la información.* Ya que las informaciones en la representación de un movimiento son un elemento importante del perfil de exigencia en la coordinación, de esta área salen una gran cantidad de estímulos. La recepción óptica, acústica, táctil, cinestésica y vestibular de la información, por regla general, participan de forma diferente en la realización de todos los movimientos (Neumaier, 1999). Por ejemplo, se puede eliminar la recepción óptica de información tapando los ojos, o se puede añadir un esfuerzo más como, por ejemplo, perturbaciones causadas por los ruidos. La recepción de las informaciones se puede reducir (condiciones lumínicas) o acentuar (por ejemplo, des-

conectar o atenuar otras fuentes de información). Esto puede ocurrir con un canal de información o con varios a la vez.

- ▶ *Ejercicio con un esfuerzo condicional.* A pesar de que no sean conocidos los mecanismos ni los límites exactos del esfuerzo, la calidad de la realización de los movimientos depende de la condición física. Si, por tanto, se induce al agotamiento, esto puede servir para introducir una dificultad mayor en la realización de un movimiento.
- ▶ *Ejercicio bajo condiciones de presión psíquica.* La presión psíquica influye de forma notable y frecuente sobre la regulación del movimiento. Se puede producir, por ejemplo, incrementando la situación (competición, espectadores, demostración), por un matiz emocional (amigos, adversarios, *dirty talk*) o a través de condiciones de riesgo como, por ejemplo, la altura en la realización de ejercicios de equilibrio.

Por tanto, en esta enumeración principal existe también una serie de posibilidades que, en la búsqueda de la forma óptima, regulan el grado de dificultad de la coordinación. En estas circunstancias se puede confiar en una práctica eficaz que, por su propio interés, ha desarrollado un enorme repertorio de ejercicios de entrenamiento múltiples, motivadores y a la vez exigentes.

Sobre la división del entrenamiento de coordinación en cada una de las fases de la estructura del entrenamiento no existe ninguna interpretación. Mientras que en el ámbito del deporte de base se debería realizar un aprendizaje de la coordinación sobre un fundamento multilateral y «polideportivo» (Hotz, 1993, 20), esto es objeto de controversia en el marco del deporte de rendimiento. Hirtz (1994) cita tres interpretaciones según las cuales:

1. Está obsoleta la práctica de un entrenamiento de coordinación junto a uno de técnica.
2. El entrenamiento de las capacidades especiales de coordinación está incluido dentro del entrenamiento de la técnica (entrenamiento adicional de la técnica según Martin, 1991).
3. El entrenamiento de coordinación es una importante parte independiente del entrenamiento de alto rendimiento.

Esta última interpretación se representa, además, según diferentes aspectos. Zschorlich (1991) entiende que el aprendizaje del «pedaleo redondo» del ciclista es una situación de trabajo que permite una retrocomunicación inmediata. Esto se podría clasificar, sin más, como un entrenamiento adicional de técnica o incluso como un entrenamiento de la técnica original, ya que se trata de la mejora de una habilidad concreta. Roth y Schubert (1987)

hablan de efectos de transferencia en un entrenamiento de técnica que sea menos específico para las habilidades en balonmano. Wörz (1992) se refiere a un entrenamiento de coordinación como requisito para una sensible mejora en la carrera de vallas.

Quizá se pueda interpretar que en los tipos de deporte de composición y técnicos y en los deportes de competencia, cuyo entrenamiento de la técnica condicionado por el rendimiento abarca una gran multiplicidad y variabilidad de condiciones, lleva implícita la realización de un entrenamiento de coordinación. Es indiscutible la necesidad de mejoría de los requisitos especiales de coordinación cuando éstos limitan el rendimiento de la habilidad en el tipo del deporte (equilibrio en el esquí alpino, «pedaleo redondo» en el ciclismo). Que esto vaya implícito en el entrenamiento de la técnica o en el de la coordinación es casi una cuestión terminológica.

b) El entrenamiento de la técnica

Si, atendiendo a lo expuesto, se pretende establecer una definición que se pueda entender como fundamento del entrenamiento de la técnica, entonces se tiene que aludir a la multiplicidad de los objetivos del entrenamiento. La argumentación práctica se basa en el hecho de que, según cuáles sean los objetivos que se persigan, en el entrenamiento de la técnica a menudo se tienen que establecer condiciones divergentes para alcanzar un resultado óptimo.

El **fundamento del entrenamiento de técnica** se basa en la consideración del espectro de sus objetivos, puesto que, según cuál sea el objetivo, hay que actuar de forma diferente en el método del entrenamiento, incluso de manera contradictoria. Se distinguen cuatro categorías en los objetivos:

1. **Aprendizaje de habilidades** (entrenamiento de adquisición de la técnica). Nuevo aprendizaje de las habilidades técnicas hasta una óptima automatización dinámica.
2. **Variación de habilidades** (entrenamiento de variación de la técnica). Aprendizaje de las variantes de las habilidades técnicas hasta que se incorporen de forma correcta según lo requiera la situación.
3. **Adaptación de las habilidades** (entrenamiento de adaptación de

la técnica). Adaptación de las habilidades a las circunstancias ambientales como, por ejemplo, el terreno (pendiente, subsuelo), el espacio (cercanía espacial de contrarios o límites del terreno de juego, recepción del balón) y el tiempo (cambio rápido de las condiciones del entorno).

4. **Protección de las habilidades** (entrenamiento de protección de la técnica). Estabilización o protección de las habilidades contra la influencia de un adversario o contra esfuerzos condicionales.

Esta división sólo es compatible en parte con los sistemas tradicionales del entrenamiento de la técnica¹⁰. El principio de ordenación de este sistema se compone de dos dimensiones (véase Tabla 2.18):

1. Interno-externo. En el aprendizaje y en la variación de las habilidades se origina el impulso «desde dentro», es decir, el propio deportista

Tabla 2.18 Sistemas de los objetivos en el entrenamiento de la técnica.

Criterio de éxito	Impulso para el movimiento	
	Interno	Externo
Realización correcta	Aprendizaje	Adaptación
Resolución con éxito	Variación	Protección

¹⁰ En la bibliografía especializada existe una confusión de conceptos con respecto a las formas del entrenamiento de la técnica (variabilidad, estabilidad), que se basa sobre todo en que a la sistemática no se le ha impuesto ningún principio de ordenación.

inicia el movimiento. En la adaptación y protección se reacciona en contra de las coyunturas externas. Esta diferenciación se tiene que tener en cuenta en la organización de la recepción de la información.

2. Realización correcta-resolución con éxito. Con la correcta realización del movimiento se consigue el objetivo del aprendizaje y de la adaptación siguiendo el criterio de las categorías. En lugar de este aspecto técnico en la variación y en la protección, son los aspectos tácticos los que están en un primer plano, puesto que es la optimización la que sirve de medida para el éxito deportivo. Los diferentes criterios de éxito se basan en diferentes estrategias de respuesta.

Por supuesto, este sistema debe adaptarse de forma relativa. Así, se debería diferenciar, dentro de la protección, entre el esfuerzo condicional y la actuación del adversario. En algunos ámbitos hay más ambigüedades, puesto que, según se haga hincapié sobre el complejo de objetivos, se pueden evaluar en un sentido u otro. El sistema, sin embargo, alimenta su legitimidad a partir de los principios del método de entrenamiento, pues, siendo diferentes las correspondientes fuentes de información, las exigencias de observación, los fundamentos de decisión y los criterios de calidad para ambas dimensiones son diferentes; la organización del entrenamiento de la técnica también debería realizarse diferenciadamente.

Otras reflexiones interesantes se pueden plantear con respecto a la dimensión de cada uno de los objetivos en el entrenamiento de la técnica en los diferentes niveles. Con esta herramienta se puede formular un concepto específico deportivo del entrenamiento de la técnica. En la Figura 2.30 se puede comprobar de forma heurística para el entrenamiento de la técnica en el fútbol. Aquí se ponen en evidencia las ideas –sin pretender que la interpretación sea definitiva– de que los principiantes deben aprender inmediatamente las habilidades bajo el aspecto de la adaptación, y que la variación de las habilidades es un objetivo que tiene que aumentar con el paso del tiempo, que la adaptación de las habilidades en el fútbol tiene la misma importancia en cada nivel y que la protección contra el agotamiento condicional se convierte más tarde en un objetivo; pero en el ámbito de la elite, junto con la protección frente al adversario, se constituye en un objetivo primordial en el entrenamiento técnico del fútbol.

Sólo se ha mencionado que el aprendizaje de las habilidades en los tipos de deporte de composición afecta a cada nivel, y que en deportes con una estructura cerrada de ejercicios, es decir, con condiciones constantes de ambiente y sin una influencia directa de los adversarios, quedan suprimidas de una forma natural la adaptación y la protección contra la acción de los adversarios.

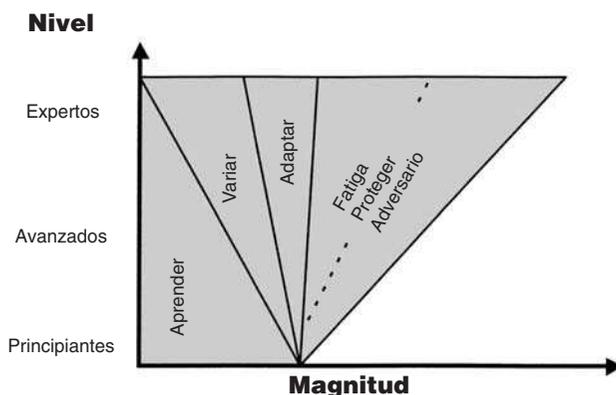


Figura 2.30 Clasificación heurística de los objetivos de entrenamiento y volumen dependiendo del nivel para el entrenamiento de la técnica en el juego deportivo.

Modelo de fases para la adquisición de la técnica

Para el entrenamiento de adquisición de la técnica se han incluido modelos de fases en los que se describen diferentes grados en el proceso del aprendizaje de la habilidad técnica. Así, Meinel (1960) diferencia entre la coordinación básica, la coordinación específica y la disponibilidad variable. La división se orienta principalmente hacia las cualidades de los movimientos de los diferentes niveles, y por lo tanto representa un punto de vista morfológico (Gutewort y Pöhlmann, 1968). Partiendo de esto, en el último nivel de la disponibilidad variable ya se manifiestan variaciones y adaptaciones con respecto al entorno y a la protección.

Por esta razón se introduce una división de las fases que se remonta a la llegada a los EE.UU. (1969) del fisiólogo ruso Bernstein y que mantie-

ne como criterio de ordenación las relaciones que existen entre los grados de libertad de un movimiento. Algunas notas preliminares a este respecto:

- ▶ La magnitud de la importancia del significado –por ejemplo, desde el punto de vista de la teoría de la acción– del aprendizaje motor es bastante mayor que el que puede desarrollarse en esta clasificación de fases. El modelo aquí representado está basado en la biomecánica y en la fisiología, y sirve para fundamentar las medidas metodológicas del entrenamiento de la técnica, por lo que se conforma con una sucesión de reducciones.
- ▶ También se trata de fases para el nuevo aprendizaje de las habilidades, lo que no se puede confundir con el concepto didáctico-metodológico. Se puede discrepar de la

mediación de esta forma de pensamiento, como es por ejemplo el caso de la concepción de la enseñanza en los deportes de equipo, que buscan no tanto un transcurso de ejercicios sino uno que sea adecuado al juego.

- ▶ Finalmente hay que llegar a la conclusión de que la siguiente clasificación en fases está condicionada al paradigma del nuevo aprendizaje de una habilidad cerrada y específica del deporte con la intensiva supervisión (vigilancia, cuidado) de un entrenador.

Las **fases de adquisición** de una habilidad técnica cerrada pueden estructurarse según la organización de los grados de libertad:

1. **Fase *freezing*.** Bloqueo de la mayor parte posible de los grados de libertad del movimiento con el objetivo de una realización correcta desde el principio.
2. **Fase *releasing*.** Sucesiva relajación de grados de libertad con el objetivo de conseguir una realización fluida y sin fallos.
3. **Fase *exploiting*.** Explotación de los grados de libertad más adecuados con el objetivo de un movimiento óptimo y dinámico.

Fase 1: *Freezing*. Para el principiante que tiene que aprender la habilidad técnica, el problema consiste, por lo general, en su alto número de grados de libertad, que no puede controlar simultáneamente. La estrategia aceptada es la de la «congelación o bloqueo» de todos aquellos grados de libertad que no sean expresamente necesarios: de los grupos de músculos comprometidos, de las articulaciones móviles, del alargamiento espacial, etc. Típicos de esta fase son los movimientos «dirigidos», es decir, aquellos movimientos controlados conscientemente que, a menudo, muestran una contracción de la musculatura antagonista. Las características de estos movimientos congelados lo constituyen el gran número de errores, incluso en condiciones libres de perturbaciones, así como el alto grado de esfuerzo, que está provocado por un control consciente y por una coordinación inadecuada en la inclusión de la fuerza.

La provocación metodológica de la «fase de congelación» sirve para coordinar condiciones y hándicaps de ejercicios a fin de que realmente se congelen los grados de libertad y aparezca la deseada reducción de la complejidad. La recepción de la información se produce sobre todo a través del canal óptico, lo que se observa en la configuración de la respuesta. Debido al gran esfuerzo físico y psíquico, hay que incluir condiciones de recuperación, pues se tiene que prestar una atención continuada a la predomina-

te elaboración consciente de la información.

El golpe básico en tenis se presenta en la fase de congelación en forma de, por ejemplo, lanzamientos de pelota constantes y lo más lentos posible (si se diera el caso se deben utilizar pelotas especiales) en una posición ideal de golpeo que no exija ningún otro ajuste de la situación. La misión consiste, «únicamente», en ganar una posición de golpeo y coordinar la raqueta con el vuelo de la pelota. La trayectoria de la pelota que ha sido golpeada suministrará entonces información sobre el resultado del golpeo.

Fase 2: *releasing*. Después de que el movimiento se realice con una eficacia estabilizada gracias a la «congelación» de las condiciones, se relajan sucesivamente otros grados de libertad para conseguir una realización más efectiva de los movimientos. Esto lleva a que participen más grupos musculares y articulaciones en la realización del movimiento. Casi todas las habilidades deportivas son movimientos totales del cuerpo, que no sólo requieren actividades de agonistas y antagonistas, sino también una actividad de la coordinación de grandes grupos musculares y del ajuste de la musculatura postural. Esto se expresa, sobre todo cualitativamente, en que el movimiento se hace más fluido, más relajado, más suelto. También proporciona buenos resultados la inclusión armónica en un ejercicio de una serie de movimientos, por ejemplo, correr

hacia la pelota, golpear y de vuelta a la posición de partida.

Metodológicamente el *releasing* se caracteriza por una gran intensidad en la recepción de la información. Aquí se necesita un gran número de repeticiones para aprender los ajustes necesarios de la coordinación (*selective defrosting*). El arte del entrenador consiste en dirigir la atención a la integración de los diferentes aspectos parciales. Se tiene que encontrar una estrategia adecuada de respuesta.

El *releasing* significa para el golpeo en tenis que el golpe se conciba como un movimiento de todo el cuerpo. El punto central lo representa el equilibrio en la dirección del golpeo, que tiene que coordinarse con el movimiento del golpe. En el transcurso del *releasing* se «relaja» la raqueta, primero se orienta, luego se oscila y por último se realiza el golpe.

Fase 3: *exploiting*. En la fase *exploiting* se utilizan de forma consciente los grados de libertad para optimizar la calidad dinámica del movimiento. Frecuentemente este comportamiento está relacionado con el mecanismo neurofisiológico del ciclo de estiramiento y acortamiento, si poco antes del empleo concéntrico del movimiento objetivo resulta un estiramiento previo por medio de una acción muscular excéntrica. Como ejemplos comentaremos:

- ▶ Movimientos de salto que se optimizan a través de la correspondien-

te configuración dinámica del empleo de la pierna de salto.

- ▶ Movimientos de preparación al golpe, que se realizan en un alto nivel a través del aprovechamiento de los grados de libertad, puesto de relieve por un régimen excéntrico-concéntrico.
- ▶ Aceleración de los aparatos deportivos al final de una cadena de eslabones, que van ganando en eficacia a través de una inclusión del movimiento sobre el eslabón final en forma de látigo.

Otros ámbitos en los que se obtiene una gran maestría técnica a través del *exploiting* son el aprovechamiento de las condiciones del entorno, como son la dureza del suelo y su comportamiento en el rebote, o, en las disciplinas deportivas de la lucha, la utilización de las acciones del adversario para la efectividad de la propia técnica.

Metodológicamente se plantea la pregunta de cuándo se debe hacer el paso del *releasing* al *exploiting*, puesto que es segura la necesidad de un alto grado de dominio para provocar una optimización dinámica. La capacidad tiene que incluir la facultad de poder controlar el movimiento dinámico óptimo, puesto que no se debe ejecutar sólo en casos excepcionales sin total seguridad. Por lo tanto, hay que encontrar formas específicas de cada tipo de deporte para el acceso a un movimiento óptimo, disponiendo también de es-

trategias especiales para la recepción de la información. Otra cuestión, no sólo exclusiva del método de entrenamiento en el *exploiting*, parte del hecho de que un aprovechamiento límite de los grados de libertad en las articulaciones (amplitud, velocidad, aceleración) va acompañado de grandes esfuerzos en la estructura anatómica.

El *exploiting* puede ilustrarse de forma muy visual en el tenis debido a los movimientos de golpeo extremadamente cortos que se dan en el ámbito mundial de la alta competición (bloqueo en el resto de Becker, revés a dos manos de Bruguera). Las altas aceleraciones en el golpeo se realizan debido a un aprovechamiento extremo de los grados de libertad en la cadena de eslabones que se aceleran. Típicos de esto son los saques, pero también los golpes básicos, como, por ejemplo, el «látigazo» del golpe de derecha de Steffi Graf.

El modelo de fases *freezing-releasing-exploiting* se puede realizar, como se ha comentado al principio, en el aprendizaje del movimiento con habilidades cerradas y bajo una intensiva supervisión. En habilidades abiertas, que se caracterizan por una acción recíproca con el entorno, este modelo choca en sus límites, puesto que la realización de estos movimientos no se puede controlar con total consciencia y, por lo tanto, también existen partes no explícitas. Experimentos sobre funciones cognitivas y también en los ejercicios de aprendizaje motor (Wulf, 1993) muestran que en deter-

minadas circunstancias se aprende mejor si se renuncia a una instrucción explícita. Este aprendizaje implícito se caracteriza porque las cadenas de asociación que se forman entre los estímulos del entorno y las respuestas del movimiento no se pueden describir y en parte no son conscientes. Metodológicamente parece ser que son necesarios muy altos tiempos de exposición temporales en el susodicho contexto de estímulo para elaborar estas asociaciones.

Roth (1994, Roth y Raab, 1998; 1999) ha recurrido a este camino de aprendizaje para poder hacer una adquisición «incidental» gracias a los conocimientos técnicos y tácticos de los expertos en los deportes de equipo (véase Apartado 2.3). El aprendizaje de un jugador de fútbol de tipo semiaficionado¹¹ se caracteriza por la confrontación con un gran número de situaciones a resolver que aseguran la elaboración de las correspondientes respuestas en el movimiento. En este caso incluso se registra la renuncia a la fase explícita de aprendizaje de movimientos, puesto que se solicita de forma inmediata la adaptación o incluso el afianzamiento de las habilidades técnicas.

Desde el punto de vista didáctico hay que tener en cuenta en el entrenamiento de la técnica para principiantes que, ni en el colegio ni en los equipos, se dispone de los recursos de tiempo necesarios para asegurar las capacidades imprescindibles para el aprendiza-

je implícito de las habilidades técnicas ni, por supuesto, para el aprendizaje incidental de la maestría tecnicotáctica. Por otro lado, el método de la adquisición estrictamente vigilada de las habilidades de acuerdo con el paradigma de los grados de libertad requiere igualmente grandes recursos personales y, por ello, es difícil su unificación con objetivos como la capacitación de una acción autónoma en la estructura del movimiento que, por ejemplo, requiere el ensayo y la adquisición independiente de movimientos deportivos.

El ideal técnico

El entrenamiento de la técnica se caracteriza por un problema especial en la formulación de sus objetivos de entrenamiento. ¿Cómo se encuentra un ideal técnico y cómo se traslada a un proceso de entrenamiento concreto en una técnica objetivo?

El **ideal técnico** designa, de acuerdo con los conocimientos actuales (científicos y prácticos), una sucesión óptima e independiente de movimientos encaminada a la resolución de un ejercicio deportivo.

La **técnica** objetivo es el movimiento ejecutado en el entrenamiento de una técnica concreta. Se puede entender como la armonización de un ideal técnico en un individuo que se entrena.

¹¹ *Strassenfußballer*, textualmente «fútbolistas de la calle». Se refiere a aficionados que no militan en ningún tipo de equipo y practican su deporte favorito durante unas pocas horas a la semana (N. de la T.).

Como fuentes del ideal técnico, Thorhauer y Kempe (1993) citan las marcas mundiales, los fundamentos legales y las tesis dictadas por la práctica. En este caso los problemas radican en que los altos rendimientos en el ámbito de la elite mundial son siempre series de movimientos cuya validez, extendida al resto de personas, primero debe ser comprobada. Una deducción teórica del ideal técnico, por ejemplo en las hipótesis biomecánicas, requiere una modelización global, lo que representa una pretensión que, hoy en día, carece de un principio que la mantenga. Finalmente, el desarrollo deportivo ha demostrado que las opiniones con respecto a la praxis han sido superadas por las innovaciones, lo que también, visto desde un punto de vista constructivo, representa una misión de la práctica del entrenamiento.

La elaboración de ideales de técnica se puede contemplar metodológicamente, hasta ahora, sólo como una misión insatisfactoria. Nuevos conocimientos sobre la variabilidad funcional de los movimientos (Müller y Loosch, 1995) van más allá y, por razones prácticas, imponen límites a una formulación precisa del ideal de la técnica. Movimientos globales con el mismo gran valor pueden descomponerse en movimientos parciales con grandes variaciones.

Partiendo de esto se puede discutir la condición de optimizar a que se refiere la definición: ¿Se debe optimizar el movimiento (aspecto técnico) o el éxito deportivo (aspecto táctico)?

Así, en determinadas circunstancias tiene sentido introducir dos técnicas de saque muy parecidas en el tenis, aunque biomecánicamente no constituyan un movimiento óptimo, y de esa forma dificultar la anticipación del adversario, con lo que se optimizaría el éxito deportivo. ¿Incluye también la calidad de optimización un aspecto a largo plazo, como, por ejemplo, puede ser, por razones de prevención de las lesiones, el criterio del menor esfuerzo biomecánico posible del aparato motor?

De forma parecida a la elaboración de un ideal de técnica, para la deducción de una técnica objetivo concreta tampoco existe una fórmula garantizada. Sólo se conocen las exigencias de este paso. Se requiere la adaptación de un ideal de técnica a las características antropométricas, a la situación de desarrollo, así como a la capacidad condicional y coordinativa para poder formular una técnica objetivo válida para el momento y el individuo.

En conjunto se tiene que extraer la conclusión de que la situación actual de conocimientos de la ciencia del entrenamiento, en lo que se refiere tanto a la formulación de técnicas ideales como a la deducción metodológica de las técnicas objetivo, aparece con un escaso bagaje teórico. Posiblemente, y dada la naturaleza de la cuestión, tampoco exista para este problema una solución algorítmica que pudiera ser elaborada de forma sencilla por un simple practicante del deporte y que sirviera para conseguir un procedimiento científico afianzado.

Entrenamiento de la técnica en el deporte de elite

Un balance de realizaciones con respecto al entrenamiento de técnica y coordinación tiene que constatar que el conocimiento fundamental de las teorías de las ciencias básicas no es suficiente para servir de base a una acción práctica. Por otro lado, está claro que en muchos lugares donde se ejercita el deporte se utiliza eficazmente y con éxito el entrenamiento de la técnica. Por este motivo, tiene razón de ser la generación de conocimientos relativos a la técnica de entrenamiento con otra estrategia de investigación, que es la estrategia representada en el Capítulo 1 sobre la investigación de la evaluación. La primera vez que se generó esta estrategia para el entrenamiento de la técnica en el deporte de alta competición fue gracias al grupo de trabajo de Roth (Roth, 1996). Este proyecto se encuentra bajo observación a causa de sus resultados y porque se lo contempla como metodológicamente orientador para la ciencia del entrenamiento.

Con la inclusión de métodos de investigación cualitativos se intentó reconstruir las teorías cotidianas de los entrenadores de más éxito. Una entrevista orientadora valoró en un sistema de categorías varios aspectos del entrenamiento de la técnica. Se realizaron 31 entrevistas con entrenadores alemanes de elite repartidos en cuatro grupos deportivos diferentes. En un primer nivel de concreción se intentó resumir los principios de las diferentes categorías.

Este primer nivel es, para un practicante avanzado, el plano más instructivo, pero plantea un problema en la práctica del deporte de alta competición. Así, por ejemplo, queda claro que el entrenamiento psicológico en el deporte de elite es aplicado pocas veces por psicólogos deportivos profesionales, es más, por el contrario, son los entrenadores los que conciben la misión del entrenamiento psicológico como campo de su actividad: la mejora de la presentación del movimiento, el afianzamiento de las habilidades contra el estrés psíquico y físico, y el asegurar y aumentar la capacidad de concentración en la competición. Las medidas metodológicas para la consecución de estos objetivos son:

- ▶ El entrenamiento bajo condiciones de competición, donde se simulan esfuerzos psíquicos y físicos.
- ▶ El entrenamiento en condiciones de dificultad, con lo que se muestra la presión de decisión, del tiempo y de la precisión.
- ▶ El entrenamiento en condiciones de motivación, que, sobre todo, persigue el objetivo de fortalecer la autoconfianza del deportista antes de la competición.

En un segundo nivel se prescinde, aún más, de los principios de centralización de categorías y se agregan a los diez principios del entrenamiento de la técnica en el deporte de alta competi-

ción. Se llega con ello a principios que se ordenan como reglas prácticas de garantía acreditada, pero que no dan indicaciones para tomar decisiones concretas en el entrenamiento. Por eso se interpretan antes como una estructura fundamental del conocimiento de los entrenadores, mientras que los entrenadores de elite que han sido encuestados deducen las informaciones que son relevantes para ellos de las discusiones con sus colegas. Los principios que se incluyen a continuación sirven también como prueba del potencial del método evaluativo que se ha introducido.

El principio de la complejidad.

El entrenamiento de la técnica en el deporte de alta competición se realiza con frecuencia con formas combinadas, conjuntándolo con la implantación de objetivos tácticos, condicionales o psicológicos. Esto sirve como representación de la complejidad del rendimiento de la competición en el entrenamiento que impide una búsqueda preponderante de objetivos aislados.

El principio de la funcionalidad.

El ideal de la técnica y la determinación de los valores teóricos obligatorios aparecen principalmente al tener en cuenta las funciones que se tienen que cumplir durante la competición. Si éstos quedan garantizados, entonces se tolerarán otros detalles de realización como expresión de manifestaciones individuales.

El principio de la individualización.

El entrenamiento de la técnica no sólo se tiene que determinar de acuerdo con la situación individual de rendimiento, sino que en el deporte de alta competición se debe prestar también atención a la estructura de la personalidad del atleta, por ejemplo, en cuestiones de corrección de fallos y en la estructura motivacional.

El principio de largo plazo y la capacidad de resistencia.

Sólo un proceso de largos años de entrenamiento conduce al dominio y a la estabilidad de las habilidades competitivas relevantes en el deporte de alta competición. En un plano superior se tiene que intentar mantener o aumentar el nivel por medio de un entrenamiento permanente.

El principio del entendimiento.

Sólo cuando entrenador y atleta persiguen conjuntamente los objetivos del entrenamiento de la técnica, la inteligencia individual del atleta aparece adoptar las medidas necesarias que hagan asequible el éxito en el ámbito de la elite.

El principio de la calidad.

Sobre todo en el deporte de alta competición predomina la interpretación de que sólo por medio de la realización del movimiento

con un alto valor cualitativo se puede conseguir una mejora de la técnica. Muchas medidas metodológicas del entrenamiento de la técnica sirven precisamente para generar una presión sobre la calidad (formas de competición y de motivación).

El principio de la creatividad y de la originalidad. En el deporte de alta competición, la búsqueda de nuevos caminos no queda en un simple deseo, sino que es imprescindible para conseguir el afianzamiento de un desarrollo aventajado. En el entrenamiento técnico se presta una especial atención al área de la innovación.

El principio de la congruencia. Un problema existente en el entrenamiento de la técnica en el deporte de alta competición es la urgencia de elaborar entre el entrenador y el atleta la eventual presentación conjunta de análisis objetivos del movimiento.

El principio de la dirección perceptiva. Un papel importante en el entrenamiento de la técnica lo desempeña la estructuración de un «sentido del movimiento» en el deportista, es decir, la capacidad para la observación y control diferenciado de observaciones y movimientos.

El principio de aplicación óptima de la atención. La capacidad de prestar, tanto en el entrenamiento como en la competición, la atención necesaria a los detalles relevantes de las habilidades técnicas desempeña un papel dominante en la efectividad del entrenamiento de la técnica.

Se detecta que en estos niveles se formulan principios muy claros aunque, por otro lado, amenazan con volverse triviales de nuevo a causa de su generalidad (véase Apartado 1.3). Resulta práctica la correspondiente transposición metodológica del problema original, para el que los principios citados pueden representar, al menos, un hilo conductor.

2.2.3 TÁCTICA Y CUALIDADES PSÍQUICAS

I. Fundamentos teóricos y de definición relativos a la táctica

Por **táctica** se entiende un sistema de planes de acción y alternativas de decisión que regulan el comportamiento en la competición y en el entrenamiento, de tal modo que sea posible un éxito deportivo óptimo.

El concepto descrito de **táctica** comprende tanto la **estrategia** como la **táctica** (en el sentido más estricto de la palabra). Mientras que la estrategia se refiere a planteamientos tácticos y ajustes antes

de un partido, la táctica abarca las decisiones concretas del entrenador o del jugador durante el partido. La táctica, por lo tanto, sirve para planificar una estrategia de éxito y trasponerla al desarrollo práctico del juego.

La táctica puede servir para, teniendo en cuenta la capacidad de rendimiento motor, analizar el entrenamiento o la competición. En una táctica de competición, en los deportes de equipo se diferencian, por ejemplo, los sistemas de juego (por ejemplo, el 4-4-2 en fútbol), las combinaciones tácticas en grupo (por ejemplo, el comportamiento de ataque de los extremos en balonmano) y las acciones tácticas individuales (por ejemplo, la acción de un atacante en voleibol). Debido al carácter general de este capítulo no se puede entrar en cada una de las múltiples formas y variantes de la táctica de la competición y, en lugar de ello, hemos preferido extendernos en analizar la capacidad táctica del rendimiento y la metodología del entrenamiento táctico desde una perspectiva deportiva.

En los tipos de deportes de lucha y en los de equipo, los requisitos de rendimiento cognitivos, tácticos y psíquicos constituyen los componentes más importantes jerárquicamente, ya que en una situación comprometida de la competición, a menudo son la actitud

psíquica y la táctica las que deciden el sendero entre la victoria o la derrota (primacía de la táctica). A pesar del importante significado de la estrategia y de la táctica, se reconoce la existencia de déficits claros en la capacidad táctica de atletas de muchos tipos de deportes. Estos déficits tienen posiblemente su origen en una deficiente preparación científico-deportiva para la estructuración de la capacidad táctica de rendimiento y, sobre todo, de la metodología del entrenamiento táctico, y perjudican por ello un aprendizaje efectivo de la táctica.

Las condiciones tácticas y cognitivas del rendimiento son imprescindibles para la toma de decisiones en la competición y forman por ello los determinantes más importantes en la regulación de la acción. A pesar del alto significado de estos requisitos del rendimiento de la investigación científica del entrenamiento y del movimiento, sólo ha sido a partir de mediados de la década de 1980 cuando se ha dedicado atención a la descripción y explicación, así como a la estructuración, de la acción táctica y al proceso del aprendizaje de la táctica¹².

La acción táctica se divide, según Mahlo (1974), en tres fases que se complementan (véase Figura 2.31):

1. Fase de anticipación de la acción.
2. Fase de la realización de la acción.
3. Fase de interpretación de la acción.

¹² Esto es válido, sobre todo, para la ciencia del movimiento y el entrenamiento de la Alemania Occidental. Mientras que la investigación empírica de la táctica deportiva en la ex República Democrática Alemana comenzó con los trabajos de Mahlo (1974) y Konzag y Konzag (1978) a principios de la década de 1970, en la Alemania Occidental apareció poca bibliografía relacionada con el tema hasta los trabajos de Roth (1989).

Unidades estructurales	Regulación de la orientación	Regulación del estímulo y de la decisión	Regulación de la realización	Regulación del control
Procesos	Procesos de observación.	Procesos de representación y de pensamiento.	Procesos fisiológicos.	Procesos de memorización.
Capacidades tácticas	Capacidades perceptivas; capacidades de orientación y de observación.	Capacidades intelectuales; capacidad de anticipación y de decisión.	Capacidades psicomotrices; capacidades condicionales y coordinativas; habilidades técnicas.	Capacidades intelectuales; capacidad mnemónica.

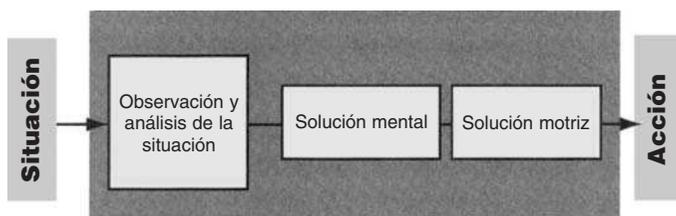


Figura 2.31 Fases de desarrollo, instancias psicofísicas de regulación y procesos funcionales, así como capacidades tácticas y requisitos de la acción táctica en el juego deportivo (según Mahlo, 1974).

La división analítica de cada una de las partes independientes de la acción táctica tiene una función primaria heurística. De ello se deduce que, en situaciones reales de acción, los procesos centrales de anticipación o de percepción de la situación están mezclados con la decisión en la acción, incluyendo la determinación de los parámetros de movimiento más importantes en la realización de la acción (Neisser, 1979), y la acción táctica se regula de forma global. Esto, sin embargo, no significa que en determinadas situaciones de acción nos quedemos con el primer estereotipo de

acción desarrollado. Mucha más diferenciación existe en el transcurso del proceso de aprendizaje táctico de los modelos de la motricidad deportiva, lo mismo que ocurre en los esquemas situacionales de observación y de anticipación. La complejidad y la diferenciabilidad de los esquemas motores crecen en el mismo sentido que cada esquema mental.

Los esquemas mentales muestran, según Riepe (1994), representaciones espaciotemporales tanto de situaciones como de acciones. En ambos tipos de esquema existen tanto representaciones diagnósticas, es decir, repre-

sentaciones de momentos tipificadas, como esquemas de anticipación, que se refieren a desarrollos previstos de la acción. Las características más importantes del esquema mental son la globalidad neuronal y la abstracción en la observación y en la anticipación, incluso cuando en la situación real de la acción sólo se obtengan informaciones incompletas o superficiales. En el transcurso del proceso táctico de aprendizaje se desarrollan los esquemas según el principio de la toma de decisión, que siempre posibilita decisiones más rápidas, y el principio de la penetración, que permite decisiones más complejas.

Un esquema motor representa, según Schmidt (1975), un programa motor que se encuentra depositado de forma persistente como engrama neuronal en la corteza cerebral. Según cree el defensor de tal principio de representación (*motor approach*), un programa de movimiento de estas características sirve para un tipo completo de movimientos. Para un programa de movimientos, la serie consecutiva de determinados movimientos parciales (*phasing*) y las relaciones temporales en la duración total del movimiento (*relative timing*) son igual de típicas e invariables que las relaciones de la fuerza muscular y la sucesión en la inervación de los músculos afectados en el movimiento (*sequencing*). Al contrario de estos invariantes del programa, se pueden adaptar a los requerimientos situacionales otros parámetros variables

como son la duración absoluta del movimiento, la inclusión absoluta de la fuerza y la elección del músculo.

Al hacer la transferencia de los descubrimientos de la investigación general de la motricidad a la regulación táctica de la acción, se hacen necesarias determinadas hipótesis según Roth (1989). Se parte de que el deportista tiene que tomar una decisión sobre la elección del programa motor adecuado a la situación y otra de segundo tipo («¿cómo?») con respecto a los parámetros concretos de la realización.

La decisión de primer tipo («¿qué?») sobre la elección, para resolver una situación, de una decisión táctica incluida en el programa de acción se realiza, según Roth (1991), sobre el fundamento de las medidas de valores, expectativas y conocimientos que el atleta actuante va a relacionar con estrategias o reglas complejas. En sus investigaciones con respecto al comportamiento de decisión en el juego deportivo, ROTH (1991) llega a la conclusión de que, con la ayuda del Modelo de expectativas de Heckhausen (1977), se puede prever en más de un 80% la elección de las acciones tácticas de los jugadores. Ante una situación de decisión, el jugador prefiere aquella acción que posea el mayor valor situacional (valencia de la acción). La valencia de la acción elegida se obtiene como producto matemático de la probabilidad de éxito situacional (resultado de la acción-esperanza) y de la actividad del resultado (resultado de la acción-valencia). Una de las consecuencias más

importantes de esta representación del modelo consiste en que, por un lado, los jugadores conocen los diferentes valores de cada alternativa de acción en determinadas situaciones del juego y, por otro lado, tienen que estar en posición de valorar adecuada y realmente las posibilidades de éxito de cada una de las alternativas de acción.

En contraposición con la primera hipótesis, no se ha aceptado que la adopción con respecto al establecimiento de los parámetros quede dividida de forma ilimitada. Según la teoría esquemática de Schmidt (1975), el deportista debe encontrar en la fase de realización de la acción un parámetro concreto para la realización de la decisión de segundo tipo («¿cómo?») que programe completamente el movimiento y lo controle centralizadamente. Las objeciones del representante del principio dinámico (*action approach*) mantienen, por el contrario, que una gran parte de los parámetros variables del movimiento no se programan con anterioridad de forma central. Según su interpretación, los parámetros concretos del programa se originan de forma espontánea y autoorganizándose, lo que quiere decir que quedan afectados por la influencia de numerosos procesos de retroacoplamiento y de efectores periféricos y, sobre todo, bajo el efecto situacional de las condiciones influyentes del entorno. Ante este panorama, la cuestión sobre cuál es la medida real de la actuación de los componentes cognitivos, sobre

todo en la decisión táctica del segundo tipo, no ha sido contestada completamente en los momentos actuales de la ciencia.

II. El entrenamiento de la táctica

El mecanismo puesto en marcha, que basa la organización de la información en el aprendizaje de esquemas cada vez más complejos y, a la vez, más diferenciados de la observación y del movimiento, es explicado por Roth y Raab (1998) con ayuda del principio del control anticipativo del comportamiento según Hoffmann (1993; véase figura 3.5). Después, el aprendizaje y el desarrollo del comportamiento comportan gran cantidad de rasgos activos. Los procesos psíquicos y, sobre todo, la organización jerárquica de las redes neuronales no se inician a través de una adaptación y un control condicionados por el cansancio, sino a través de esperanzas prospectivas. Antes del comienzo de la acción las expectativas subjetivas pasan por la realización de acciones anticipativas. Si aparecen los resultados previstos por la acción anticipativa, las expectativas se fortalecen. Si, por el contrario, los resultados esperados divergen de los que realmente aparecen, las expectativas de la acción se alejan. Este alejamiento se hace más complejo en tanto en cuanto más se entremezclen en una acción los procesos parciales controlados anticipadamente.

Roth y Raab (1999) parten, como también ocurre por lo general en la práctica deportiva, de que el compor-

tamiento táctico en una situación sencilla de acción puede aplicarse de forma no planeada o casual, es decir, por un aprendizaje incidental. Por el contrario, en situaciones complejas se consigue un comportamiento táctico adecuado más eficaz gracias a un aprendizaje intencional adecuado y sistemático. Esta tesis sólo se ha podido demostrar hasta ahora de forma parcial (Roth y Raab, 1998; Raab, 1999).

En el entrenamiento táctico intencional se diferencia entre métodos de entrenamiento en los que se controla la mejora del comportamiento táctico de una forma implícita, es decir, indirectamente a través de frecuentes repeticiones de determinadas situaciones de

El **aprendizaje táctico** se realiza siguiendo dos caminos. Por un lado se recopilan experiencias de forma **incidental**, es decir, repentinamente en el tiempo y de contenido casual. Por otro lado se planean **intencionalmente** procesos de aprendizaje táctico en el entrenamiento y se facilitan conocimientos tácticos y capacidades y habilidades sistemáticas.

juego o de ejercicios, y aquellos métodos de entrenamiento en los que el comportamiento táctico se tiene que conseguir directamente mediante instrucciones explícitas (véase Tabla 2.19).

El método explícito de entrena-

Tabla 2.19 *Objetivos y puntos esenciales en el entrenamiento táctico de jugadores expertos.*

	ENTRENAMIENTO TÁCTICO EXPLÍCITO	ENTRENAMIENTO TÁCTICO IMPLÍCITO
Situaciones simples (en gran medida predecibles o a las que nos podemos anticipar)	▶ Propósito	▶ Solución asociativa
Situaciones complejas (poco predecibles o de difícil anticipación)	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Sistema del juego ▶ Concepción de ataque o de defensa ▶ Transcurso variable del juego ▶ Transcurso uniforme del juego ▶ Solución asociativa 	▶ Atención selectiva

miento persigue el aprendizaje intencional de «las reglas causa-efecto» para situaciones simples de juego y se basa en un proceso deductivo de intervención entre el entrenador y el atleta. En el método implícito del entrenamiento se trata, por el contrario, de un aprendizaje inductivo de preferencias de las acciones en el transcurso de un juego libre o metodológicamente modificado, lo que parece que tiene mayor ventaja en relación con la efectividad de soluciones de situaciones complejas del juego (Roth y Raab, 1999).

Nota complementaria: entrenamiento táctico intencional frente a entrenamiento táctico incidental

Ambas alternativas de estrategias metodológicas se pueden ilustrar con el ejemplo de diferentes desarrollos complejos y diferenciados de la acción en el transcurso del juego y en la consecución de un contragolpe individual de velocidad.

Para reducir la estructura del juego desde el desarrollo eficaz de la acción de todo el equipo hasta la acción final de «uno contra uno», los jugadores necesitan bien los adecuados acuerdos para proceder de un modo conjunto, bien más experiencia en el juego en comparación con contrarios que dispongan de mejor visión del juego.

Un entrenamiento explícito de la táctica con convenios o reglas que van desde el transcurso general del juego hasta ofensivas específicas se recomienda cuando el propio equipo está por debajo o sólo en las mismas condiciones que el contrincante.

En este caso se reconoce que las propias competencias tácticas resolutorias no son suficientes y tienen que ser compensadas a través de la reducción de exigencias en los requisitos.

Si, por el contrario, el propio equipo es (claramente) superior, de acuerdo con las circunstancias se puede confiar en que, a causa de su mayor experiencia, los jugadores propios puedan aportar decisiones de acción óptimas a las situaciones específicas del desarrollo del juego. En este caso se recomienda un **entrenamiento implícito de la táctica**.

Desde el punto de vista metodológico, primero se practica la preparación de la competición con un entrenamiento táctico explícito frente a contrarios pasivos, luego los contrincantes serán cuasi activos y, por último, con adversarios activos, mientras que en un entrenamiento táctico implícito las situaciones de juego interesantes se simulan compitiendo tantas veces como sea posible contra un adversario tácticamente comparable.

Por medio de acciones de finalización comparativamente sencillas, encaminadas a un contragolpe de velocidad, se aspira a un entrenamiento táctico explícito teniendo como objetivo proporcionar al jugador determinadas **acciones de resolución** individuales que sean efectivas.

A la ventaja de reducir la exigencia individual de decisión, se contrapone la desventaja de que la solución de la situación está muy estereotipada. Después de varias repeticiones de la situación, el jugador puede ser fácilmente «previsible».

Por eso, los jugadores que van a realizar una acción de tipo totalmente claro, como puede ser, por ejemplo, un previsible tiro a puerta, realizan con segunda intención una finta como acción parcial.

Para que el desarrollo del movimiento técnico del engaño se realice a tiempo en el partido, toda la habilidad táctica (contragolpe con disparo a puerta) tiene que encontrarse dentro de un complejo conjunto de acción.

El aprendizaje de una habilidad táctica como acción resolutoria se recomienda sólo en circunstancias excepcionales, como puede ser, por ejemplo, en caso de deficiencia en la técnica, aumento del nerviosismo, extrema presión situacional, etc.

En cuanto un principiante dispone de una medida mínima de capacidades técnicas y tácticas, se recomienda instruir las habilidades tácticas como **soluciones de asociación** elegidas de forma situacional. Para ello es conveniente presentar ideales técnico-tácticos (Langhoff, 1994), que representan movimientos de *slow motion* de los lances del juego (realización más lenta del movimiento) o acentuación de una situación a través del aviso del entrenador o de los jugadores (Roth, 1994). Para conseguir lo antes posible que los jóvenes jugadores adquieran una tendencia positiva, es decir, una marcada iniciativa en el juego, hay que asegurarse, a través del correspondiente programa de entrenamiento, de que las resoluciones asociativas se aprenderán con éxito, y así se podrán relacionar directa y estrechamente con las sensaciones emocionalmente positivas.

Al entrenamiento de la táctica se le subordinan tres categorías como objetivos del mismo: los conocimientos, las capacidades y las habilidades tácticas (véase Figura 2.32).

Estrategia		Táctica	
Conocimientos estratégicos	Conocimientos tácticos	Capacidades tácticas	Habilidades tácticas
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Reglas morales ▶ Reglas estratégicas 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Reglas tácticas ▶ Reglas de competición 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Observación ▶ Anticipación ▶ Memoria táctica ▶ Velocidad de reacción ▶ Concentración 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Habilidades individuales «finta» ▶ Habilidades parcialmente colectivas «pared» ▶ Habilidades colectivas «cierre de espacios»

Figura 2.32 Sistematización de la táctica deportiva (según Hohmann, 1996).

a) La intervención de conocimientos tácticos

Los conocimientos tácticos se refieren a las reglas morales de la competición, a las reglas oficiales de la competición y a las reglas estrategico-tácticas. Para principiantes, y en los entrenamientos de táctica que no sean de alto rendimiento, se antepone las reglas morales del juego limpio (*fair play*) y de la convivencia entre compañeros durante la competición, así como la ética deportiva. Esto se aprende como regla mucho mejor en tanto en cuanto las normas del grupo se asumen «automáticamente» o se copian del comportamiento moral del entrenador o del profesor. Las reglas de competición básicas tienen que enseñarse, con el objetivo de aprovechar todo su propio margen de comportamiento. Las posibilidades tácticas que

se dan a partir de las reglas se aprenden implícitamente y se enseñan de forma efectiva por medio de su acentuación más directa en los lances de cada tipo de juego o de competición deportiva. Las reglas estratégicas y tácticas elementales se aprenden mejor como principios de eficacia y de dirección. Estas reglas de eficacia que dan las soluciones generales más efectivas para determinadas situaciones son decisivas para el desarrollo táctico posterior de los jóvenes deportistas. El aprendizaje de los principios tácticos y estratégicos más importantes no se puede dejar al azar, sino que se tiene que enseñar adecuadamente por medio de la enseñanza de táctica teórica (Langhoff, 1994).

En el posterior entrenamiento táctico del rendimiento deportivo existen reglas estratégicas y tácticas especiales

que están en un primer plano y que, por ejemplo, tienen por objeto el comportamiento táctico en determinadas situaciones del juego, en fases concretas de la competición o en condiciones especiales de la misma como, por ejemplo, en un fuera de juego. El objetivo radica en que el deportista disponga de todo un espectro de acciones para cada una de las fases de la competición. Esto tiene en cuenta las principales tácticas de competición del adversario y las propias posibilidades tácticas.

b) El entrenamiento de las capacidades tácticas

Las capacidades tácticas se reflejan sobre todo en la calidad de las decisiones y en la realización de las acciones. Por lo tanto, se incluyen básicamente en la acción de decisión de la situación de la competición. Mientras que en la investigación de los deportes de lucha y de equipo hay un gran acuerdo, existen grandes ambigüedades en relación con la estructura de las capacidades tácticas y el grado de su independencia de algún otro deporte en concreto¹³. Por esta razón, en el entrenamiento de las capacidades tácticas se puede volver a los objetivos expuestos en las Figuras 2.31 y 2.32.

En el aprendizaje de los principiantes se pone en un primer plano la observación, la anticipación y la velo-

cidad de reacción. Como primer paso sería ideal una básica configuración global psicomotriz, como fue propuesto por Westphal y Wieners (1996). Para ello se prefieren formas de ejercicios acentuadas en una coordinación general, así como la utilización de (pequeñas) formas de lucha y de juego.

En un segundo lugar, orientado hacia el deporte, se deben aprender y afianzar esquemas de anticipación (representaciones mentales de las situaciones de acción), sobre cuya base se pueden añadir múltiples habilidades tácticas como acciones ideales para el juego y la lucha. Aquí se recomienda lo más posible una configuración global del juego, en la que se modifica cada juego objetivo y donde se incluyen juegos análogos. Además, tiene sentido en los principiantes la reducción del juego objetivo a un «juego inicial» con simplificaciones técnicas y tácticas como, por ejemplo, el *streetball* de tres contra tres para el baloncesto, dejando aparte las reglas de los pasos, que sirve como introducción en baloncesto; el cuatro contra cuatro en waterpolo, con tiro y recepción del balón a dos manos, etc. Las condiciones que varían teniendo en cuenta los puntos didácticos y metodológicos principales conducen a que se simplifiquen, se acumulen o se repitan de forma variable determinadas acciones

¹³ La táctica y la psique constituyen importantes características de rendimiento para todas las disciplinas deportivas. Asimismo, el espíritu y el significado de estas dos condiciones del rendimiento deben desempeñar un papel dominante en el ejemplo de los deportes de equipo y de lucha.

de importancia central para el juego. Las primeras acciones del juego se vinculan a jugar libremente de forma casi «automática», es decir, incidentalmente, de forma autónoma y atendiendo al éxito, con un modelo de resolución complejo y perfeccionado. En el transcurso del proceso de aprendizaje, que comienza cuando se empieza a jugar el juego objetivo, se trata de adaptar técnicamente las acciones del juego aprendidas en el juego objetivo y de aprender a valorar las diferentes situaciones.

En el deporte de competición, en el entrenamiento de las condiciones tácticas se da importancia, junto a la observación y a la anticipación, sobre todo a la concentración, la colectividad, la motivación y las características volitivas. Justo en la fase de la pubertad la motivación representa un factor de influencia decisivo para comprobar si un deportista se decide por un entrenamiento de alto rendimiento a largo plazo. La colectividad concentra, hasta un determinado grado, el pensamiento común de un equipo y es una razón importante para que el deportista entrene durante un largo plazo y con intensidad. En esta etapa de formación es muy importante que se aumente el número de competiciones por encima del de entrenamientos. Las competiciones ofrecen mejor oportunidad para motivar a largo plazo al deportista y para promover el espíritu de equipo. En relación con la voluntad y la concentración, es justamente al final de esta edad, aproximadamente

en los juveniles, cuando se dan las mejores condiciones. Ambas capacidades se combinan bien con formas de entrenamiento orientadas a la condición física, sobre todo con aquellas que exigen un esfuerzo anaeróbico láctico.

A lo largo de la edad de alto rendimiento, el deportista se encamina hacia una personalidad más marcada. Por eso, en el proceso de formación en estas edades dominan las capacidades intelectuales. Esto afecta sobre todo a los procesos mentales y conceptos relacionados con la estrategia y la táctica. El aprendizaje del pensamiento estrategicotáctico en el entrenamiento de alta competición se concentra, según Barth (1994) en tres factores:

1. La memoria situacional.
2. La comprensión de las probabilidades.
3. La configuración de asociaciones complejas o concatenadas.

Para instruir la memoria situacional es apropiado el método de verbalizar el comportamiento propio o del adversario. Esto se consigue a través de una autoconfrontación con el vídeo o con un análisis del juego verificado por los jugadores que no hayan intervenido en el partido (por ejemplo, los que están en la banda del campo de juego).

Para que los jugadores aprendan a valorar las probabilidades subjetivas y objetivas de éxito son especialmente adecuados los métodos de pronóstico,

por ejemplo, en repeticiones individuales, o también un entrenamiento que se apoye en medios interactivos. Requisitos intelectuales de igual altura se necesitan cuando haya que desarrollar asociaciones concatenadas o complejas. Junto con el entrenamiento motor, en este caso es adecuado el método del entrenamiento practicado contra jugadores del propio o de otro equipo. Además de lo anterior, es muy efectivo adoptar el papel de árbitro u otro rol directivo¹⁴.

En todos los niveles del entrenamiento táctico hay que entrenar paralelamente la compleja velocidad en la acción, que se caracteriza en los deportes de equipo o de lucha por la simultaneidad de los requisitos de exactitud en la elección, precisión en la realización y por la velocidad en el desarrollo de la acción.

Nota complementaria: competencias de táctica básica

En el pasado más reciente, el concepto tradicional de capacidad no sólo se cuestionaba en relación con los requisitos de coordinación y técnica (véase antes en el Apartado 2.2), sino también con respecto a la táctica. Para acentuar la transición desde un modo de observación relacionado con la capacidad a uno más orientado a

los ejercicios, Kröger y Roth (1999) introdujeron, para el marco de los deportes de equipo, el concepto de competencias de táctica básica. Sobre la base de una encuesta a entrenadores, Memmert y Roth (2000) reseñan las siguientes competencias:

- ▶ Reconocer el objetivo
- ▶ Llevar el balón al objetivo
- ▶ Aprovechar la ventaja
- ▶ Juego conjunto
- ▶ Ver el hueco
- ▶ Esquivar al contrario
- ▶ Ofrecer y orientar

Según los resultados obtenidos por la investigación de los autores, las siete competencias de táctica básica han de tener un efecto en el rendimiento que va más allá de lo deportivo. Por lógica se tendrían que aprender, desde el punto de vista metodológico, también desde una perspectiva que fuera más allá del deporte y sin una estrecha relación con una determinada habilidad. Para declarar la

¹⁴Los procesos tácticos mentales necesitan, hasta que se hayan desarrollado óptimamente, un intervalo de tiempo relativamente largo. Por esta razón maduran las personalidades de jugadores experimentados que pueden guiar desde su puesto a todo el equipo y que en situaciones críticas pueden mantener la perspectiva, a menudo después de 30 años de edad. Además, los antiguos deportistas expresan ellos mismos la opinión de que, hasta que han sido entrenadores, no han ganado «la visión» táctica óptima, y que ese conocimiento, que han adquirido posteriormente, les hubiera servido en su vida deportiva activa para jugar mucho mejor.

superioridad del juego frente a la enseñanza centralizada de las habilidades, por el momento no se observan en la investigación deportiva unos resultados de tendencia positiva (Griffin, Oslin y Mitchell; recopilado por Hossner y Roth, 2000). Ante esta perspectiva, Kröger y Roth (1999) desarrollaron el concepto metodológico multidimensional de «escuela del balón», en la que el entrenamiento de la táctica no se relaciona de forma unilateral con determinadas habilidades (*skills*) o situaciones de acción específicas del juego. Antes bien, los autores recomiendan un procedimiento siguiendo tres líneas que se introducen de forma paralela y con el mismo valor en el proceso de aprendizaje, el entrenamiento relacionado con la habilidad, la situación y con la especificidad de las competiciones.

c) *El entrenamiento de las habilidades tácticas*

A diferencia de las capacidades de efecto táctico, en las habilidades tácticas se parte de un grado más alto de «reconsolidación» práctica del juego. Barth (1994) dice de las habilidades tácticas que las observaciones asociativas relacionadas con la situación deben

desencadenar la tendencia de acción necesaria para una adecuada habilidad técnica individual. De esto se deduce que las habilidades tácticas se manifiestan a través de hábitos de comportamiento individual.

Las habilidades tácticas se aprenden en el nivel de principiante como acciones del juego o de la lucha, como por ejemplo, derribo por encima de los hombros, derribo con la cadera, *uppercut*, entre otros, o disparo a puerta, finta, regate, pase, etc. Para ello es menos difícil realizar correctamente el desarrollo correcto de la acción tecno-motriz que reconocer una situación ideal de aplicación en la que se pueda realizar con éxito la acción correspondiente. Por eso, para el ámbito del deporte de equipo, Loibl (1994) propone aprender las habilidades tácticas más importantes directamente en el juego complejo y, a la vez, permitir una simplificación de las técnicas (como, por ejemplo, un tiro a canasta a dos manos en baloncesto, atrapar el balón con las dos manos en waterpolo, etc.) en una situación de juego que, a su vez, esté simplificada (en relación con el tamaño del campo, del número de jugadores, etc.). Para el principiante, el objetivo decisivo del entrenamiento táctico consiste en buscar adecuadamente las señales que resuelvan la acción e identificarlas con seguridad. Para que el joven deportista aprenda esto, el profesor tiene que aclarar explícitamente las posiciones donde se encuentren los estímulos clave (véase Figura 2.33).

En el entrenamiento táctico del deporte de competición ya no se le da tanta importancia a la multiplicidad de todas las posibles acciones del juego o de la lucha, sino a las acciones que dependen del tipo de cada jugador o a las acciones de juego específicas de cada posición. En el entrenamiento de equipo se entrenan las acciones individuales como desarrollos funcionales específicos de la posición en relación con concepciones tácticas de ataque de un grupo o equipo. El método adecuado son las formas obligatorias de juego, que, con una dirección selectiva de la atención, se entrenan por medio de un gran número de repeticiones por sesión y etapa de entrenamiento.

En el deporte de alta competición se forman las habilidades tácticas bajo condiciones de estrés complejas y específicas de cada competición. Estas condiciones de estrés específicas de una competición se pueden acentuar de

forma alternativa en el entrenamiento, tanto en el sentido psíquico como en el físico. En el aspecto psíquico se produce un aprendizaje de la voluntad en el juego, preferiblemente a través de la superación de situaciones originadas en el entrenamiento. Si las acciones de juego o de lucha se dificultan en el aspecto físico, tienen lugar los requisitos condicionales, como es típico en las diferentes etapas de entrenamiento, en los que se desarrollan de forma notable las capacidades físicas especiales. En todos los casos, las complejas condiciones de estrés de la competición se pueden reproducir de una forma aproximada. Para completar el repertorio táctico en la lucha o para guiar a un equipo, como colectivo, hacia una maestría táctica, es necesaria una serie de «competiciones difíciles». La actuación en gran número de estas competiciones es contemplada por muchos entrenadores como un requisito indispensable para un alto rendimiento.



Figura 2.33 La fijación de mirada de principiantes (■) y expertos (▼) para la identificación de las posiciones de la cabeza y la raqueta como estímulo de referencia (cues) para la anticipación de la realización del saque en tenis (según Neumaier, 1988).

III. El significado de las características psíquicas

Existe una larga tradición de observaciones teóricas e investigaciones empíricas sobre el significado y la influencia de las disposiciones psíquicas como importante recurso para obtener altos rendimientos deportivos.

Independientemente de cuál sea el tipo de deporte, en lo esencial se observan **cuatro componentes psíquicos** que pueden servir como requisitos importantes del rendimiento deportivo:

1. Capacidades cognitivas.
2. Capacidades motivacionales.
3. Capacidades volitivas.
4. Capacidades sociales.

La delimitación alternativa de estas capacidades es problemática debido a la gran concurrencia de principios con diferentes puntos de vista teóricos. Los cuatro ámbitos de las capacidades no se han desvinculado empíricamente unos de otros, ni tampoco son susceptibles de una sola interpretación o no se ha podido valorar una conexión estable con determinados rendimientos deportivos. De todos modos, se parte de que las capacidades cognitivas adoptan una posición puntera entre los requisitos psíquicos del rendimiento. Que cada

una de las capacidades psíquicas o formas mentales de entrenamiento muestra una relación directa con la calidad de la acción táctica ya ha sido tenido en cuenta en las secciones anteriores relativas al entrenamiento táctico. Por lo demás, las cuatro dimensiones de los requisitos psíquicos del rendimiento se pueden etiquetar de forma muy sencilla de acuerdo con su contenido.

Las capacidades cognitivas desempeñan un papel importante en la regulación de los desarrollos tecnomotores del movimiento. Son aún más importantes para la regulación de una acción táctica determinada. Sobre todo en los deportes de lucha y de equipo muestran una clara relación con las capacidades tácticas y apenas se las puede separar de ellas. Por lo tanto, parece justificado diferenciar las coincidencias del ámbito común de la capacidad táctica del rendimiento con las capacidades de la observación (incluyendo la anticipación, la reacción y la concentración/distribución) y el pensamiento táctico-operativo del complejo de capacidades intelectuales no específicas del deporte. Tanto para las diferentes capacidades de percepción, como también para el pensamiento táctico operativo, es decir, para la capacidad de tomar decisiones tácticas rápidas y adecuadas, existe un gran número de estudios que demuestran la fuerte relevancia en el rendimiento de estas capacidades en los diferentes tipos de deportes (Konzag, 1981; Konzag y Konzag, 1981; Maxeiner, 1989).

En la motivación del rendimiento,

en años pasados se ha completado en la investigación psicológica deportiva una transición desde el *trait* (características orientadoras) hacia el *state* (conceptos orientadores), que postulan una fuerte dependencia situacional de procesos de motivación. Mientras que las pruebas de disposición motivadora interesan a la investigación del talento natural, los procesos de motivación situacional se centran más en el entrenamiento y en la competición. La investigación psicológica deportiva ha llevado a una gran cantidad de principios que, por un lado, se basan en componentes de rendimiento ya gestionados, pero que también se fundamentan en la influencia de la motivación para un rendimiento deportivo. Como ejemplo se pueden consultar los estudios de Gabler (1972), Nitsch y Allmer (1976), Bös y Mechling (1983), así como el concepto de estado nombrado por Roth (1991), Beckmann y Strang (1991) y Sahre (1994).

Las investigaciones de las capacidades volitivas se focalizan sobre todo en la estrecha dependencia de la estabilidad del estrés y los rendimientos deportivos (en la competición) (Frester, 1972; 1974). En el pasado más reciente, el interés de las investigaciones se centraba cada vez más en la relación entre los esquemas de la orientación de la situación y de la orientación de la acción (Kuhl 1983; 1994) y en la calidad de los resultados actuales de superación de la situación. El resultado fun-

damental es que los deportistas más orientados a la acción disponen de mejores condiciones para la obtención general de rendimientos deportivos, ya que están más centrados en los ejercicios, mientras que los atletas más orientados a la situación se dejan distraer más por conocimientos que son irrelevantes para los ejercicios y por las influencias del entorno de que viene acompañada una acción. En dependencia con estas cuestiones, Beckmann y Kazen (1994) señalan que en un futuro este contexto de disposición individual de la acción y de estructura específica de los ejercicios se va a tener en cuenta con más asiduidad.

Las capacidades sociales de un deportista juegan, naturalmente un papel mucho más importante en los deportes de equipo. En el transcurso de la investigación sociopsicológica se ha demostrado, además, que las relaciones sociales dentro de grupos orientados hacia el alto rendimiento se centran menos en las características psíquicas perdurables de los compañeros que los procesos de estipulación de condiciones. Además, la estabilidad de la estructura social dentro de un equipo como resultado de los procesos de estipulación depende, sobre todo, del reconocimiento subjetivo tanto, por un lado, de los objetivos comunes como, por otro lado, de las diferencias en la capacidad del rendimiento de los compañeros del grupo (Rütten, 1989).

2.3 DIAGNÓSTICO DEL RENDIMIENTO

2.3.1 FUNCIÓN DEL DIAGNÓSTICO DE RENDIMIENTO EN LA CIENCIA DEL ENTRENAMIENTO

¿Qué cualidades tiene un esprinter que puede correr los 100 m por debajo de los 10 s? ¿Qué le diferencia con respecto a los que ha dejado detrás al llegar a la meta? ¿Por qué un jugador de primera división es mejor que uno de las ligas regionales? ¿Tiene más resistencia, es más rápido, lleva ventaja en la recepción del balón o al dar los pases, o se caracteriza por una mejor visión del juego? Las respuestas a tales preguntas las proporciona el diagnóstico del rendimiento en la ciencia del entrenamiento¹⁵. Su debilidad estriba en la consistencia de las condiciones del rendimiento deportivo, en la estructura del rendimiento que nos informa de las causas por las que unos son mejores que otros, en qué se diferencian más o en qué es menor esta diferencia. Esto se denomina priorización. Además, interesa conocer en qué posición están unas características con respecto a las demás, cuál es su grado de interrelación y cuál su orden interno.

La práctica del entrenamiento necesita primero un catálogo de prioridades. Éste designa y valora cada una de

las cualidades y habilidades que son importantes para un rendimiento deportivo. En el levantamiento de pesas, la fuerza máxima es la característica que presenta la prioridad dentro de la serie, y en el esquí de fondo es la resistencia aeróbica. Además de ese catálogo de prioridades, la práctica del entrenamiento necesita más informaciones. Apenas sirve de nada que se identifiquen magnitudes de influencia que no pueden ser objeto de entrenamiento. Sólo algunas son objetivos de entrenamiento cuya dirección se puede cambiar para orientarlas hacia un rendimiento prefijado. Junto con el grado de influencia, la capacidad de entrenamiento desempeña un papel crucial.

Una serie de prioridades para los objetivos del entrenamiento sirven, además, sólo para el grupo de deportistas para quienes se haya realizado un estudio representativo. Si, por el contrario, se quisiera identificar las fortalezas y debilidades de unos deportistas en particular, es necesario conocer los valores comparativos. Si el entrenador no sabe cuál es la velocidad de saque de los jugadores de tenis de categoría análoga a la de su pupilo, tampoco podrá valorar si «su» deportista saca fuerte o flojo, aunque conozca la velocidad de su saque. Sin valores comparativos tampoco se puede valorar si un lanzador de peso de 16 m, que consiga levantar 140 kg en un «*press* de banca», ha utilizado una fuerza máxi-

¹⁵ Letzelter y Letzelter (1980 a) han publicado un análisis detallado del diagnóstico del rendimiento, su función y método. Las posibilidades y los límites las discute Letzelter (1986).

ma por encima o por debajo de la media de su nivel. La ciencia del entrenamiento proporciona normas adecuadas para posibilitar la cuantificación de valores de contraste.

Si el científico busca magnitudes de influencia relevantes en el rendimiento y aumenta los valores reales del entrenamiento, para ambas cosas necesita procedimientos de medida. Para el diagnóstico de la técnica lo ideal es un análisis biomecánico del movimiento. Los tests de motricidad deportiva derivan hacia el diagnóstico de la condición física y a la observación estandarizada de la competición para el análisis del comportamiento en la misma. Se necesitan métodos estan-

La función del **diagnóstico de rendimiento en la ciencia del entrenamiento** es la estructuración del rendimiento deportivo y de la capacidad del rendimiento. Esto significa, en primer lugar, la priorización de las influencias y, en segundo lugar, su orden interno.

La función del **diagnóstico de rendimiento práctico en el entrenamiento** es la comparación de los valores, es decir, la identificación de las fortalezas y las debilidades, así como el control de la eficacia en el entrenamiento.

darizados y de gran valor informativo en la exposición que sigan los criterios de calidad en la objetividad, la fiabilidad y la validez.

En el centro del diagnóstico del rendimiento en la ciencia del entrenamiento está la estructuración del rendimiento deportivo, que se desarrolla en tres puntos: jerarquización, priorización y determinación del orden interno.

I. Jerarquización–configuración de modelos

La estructuración se entiende en primer lugar como configuración de modelos¹⁶ y tiene como objetivo representar lo más fielmente posible las realidades de los fenómenos y sus interdependencias. El primer paso para la estructuración es la jerarquización que conduce a planos de modelos que se entrelazan de forma irreversible. Para ello hay que tener en cuenta si las características de cada uno de los planos aislados muestra un grado de abstracción y un contenido comparables. Así, por ejemplo, partes del rendimiento de la competición (por ejemplo, tiempos parciales, acciones del juego, etc.) son más complejas que las condiciones de rendimiento que les acompañan (por ejemplo, fuerza en el esprint o técnica en el *driblin*, etc.).

En el diagnóstico del rendimiento se puede diferenciar entre modelos

¹⁶Se ha llevado a cabo una discusión completa sobre los modelos para el rendimiento deportivo en la ciencia del entrenamiento en el Apartado 2.1.

deterministas, no deterministas y combinados (Ballreich, 1996). En los modelos deterministas se explican completamente las diferencias en la competición (criterios) respecto a las que se han obtenido en las calificaciones parciales (predictores), mientras que en el modelo no determinista no sirven las magnitudes de influencia para fundamentar todas las diferencias en el ámbito global de los objetivos.

Los modelos deterministas se pueden introducir, por ejemplo, si el rendimiento complejo se puede dividir en rendimientos parciales, como tiempos parciales, distancias o valores parciales. Los campos típicos de los modelos no deterministas son aquellos en los que el rendimiento de la competición tiene que ser explicado con las condiciones del rendimiento. Pero, naturalmente, al menos persiste en la explicación un resto de los modelos que vuelve al punto de partida de las particularidades de la realización del rendimiento en la competición, en la que, en ningún caso, se vuelve a los requisitos de rendimiento a largo plazo.

II. Priorización

La priorización desempeña un papel decisivo para la valoración práctica de las investigaciones en el diagnóstico del rendimiento porque de ella se puede deducir el valor de los objetivos del entrenamiento. La priorización comienza determinando «las características de primer orden» (Djatschkow, 1977), que son las que

constituyen la parte principal de las diferencias en la competición. Así, en el lanzamiento de peso, la fuerza máxima supone más de tres quintas partes, y en el esprint la aceleración supone incluso más de cuatro quintas partes de las diferencias obtenidas en la competición. En el salto de longitud, con la velocidad de salida se pueden aclarar dos terceras partes de las diferencias.

La priorización se desarrolla en cuatro pasos irreversibles:

1. La determinación de todas las características hipotéticas relevantes para el rendimiento.
2. La elección de las características lógicas relevantes para el rendimiento.
3. La determinación de las características empiricoestadísticas relevantes para el rendimiento.
4. La determinación de la sucesión de estas características.

Todas las características que en la práctica del entrenamiento son importantes se constituyen en hipotéticas relevantes para el rendimiento. Éstas han experimentado una verificación aun cuando su significado no se ha comprobado (aún) de forma científica. De ellas se reclutan y proceden las características lógicas y las empiricoestadísticas relevantes del rendimiento, pero también abarcan aquellas cuyo significado no es demostrable.

Las características lógicas relevantes para el rendimiento tienen una inmediata influencia, teórica o lógica, en el rendimiento de la competición. Así, en todos los deportes de equipo la reacción rápida es relevante para el rendimiento, porque esa reacción es la que puede decidir la victoria o la derrota. La importancia de la resistencia es clara en muchos deportes, tanto en los de equipo como en el esquí de fondo o en el maratón. La fuerza en el salto es importante en todas las disciplinas deportivas en las que se salta: en la gimnasia, en el salto de altura o en el de longitud, en el salto de esquí o en voleibol.

Todas las características en las que se diferencia entre rendimientos más altos o más débiles (Ballreich, 1972) son empíricamente relevantes para el rendimiento. Además, se puede recurrir a dos criterios diferenciados:

1. El criterio del análisis de la varianza.
2. El criterio de la correlación estadística.

Se comprueba según el punto 1 si las diferencias entre los valores de la media de varios de los grupos de rendimiento son (o no son) significativas. La capacidad de resistencia aeróbica,

que se puede medir con el test de nivel de lactato, es relevante empiricoestadísticamente si los futbolistas de la primera división no se diferencian sólo por casualidad en ese nivel de los de segunda y éstos a su vez de los de las ligas regionales. Asimismo, la técnica del *smash* no sólo es relevante lógicamente, sino que también lo es empiricoestadísticamente, si en el test para el *smash* hay diferencias que están por encima de lo casual en los rendimientos del test dentro de cada uno de los niveles.

Una característica según el punto 2 es relevante empiricoestadísticamente en el rendimiento si la dependencia entre la influencia y el objetivo (entre predictor y criterio) está por encima de lo casual. El indicador del grado de influencia son los coeficientes de correlación. Cuanto mayores son, más alto es el rango de esta característica en el catálogo de prioridades.¹⁷

La diferencia entre las características lógicas y las empiricoestadísticas en la relevancia del rendimiento se han ilustrado en lo que se refiere al esprint con los siguientes resultados: la longitud del paso y la frecuencia del mismo tienen una relevancia lógica en el rendimiento, pero la comprobación de la relevancia empiricoestadística de ambas características en el movimiento por regla general no tiene éxito. Hay

¹⁷ Los métodos habituales en el diagnóstico de rendimiento no son apropiados para las justificaciones monocausales. La clasificación del grado de influencia no es un término establecido estadísticamente, sino que está orientado siguiendo una tendencia de acuerdo con el plano en que se encuentre. De forma estricta, si se considera una sola relación, una interpretación causal sería obligatoria sobre la base de un experimento.

corredores de velocidad que con pasos rápidos y cortos corren en los mismos tiempos que otros que tienen un paso más largo pero cuya frecuencia es menor. Por el contrario, el fenómeno de aceleración en los 20 ó 30 m (se habla de una «aceleración *pick-up*») tiene una relevancia lógica y empiricoestadística, pues los corredores más veloces aceleran justamente donde los menos veloces no lo hacen.

La relevancia lógica del rendimiento tiene una validez ilimitada, mientras que la empiricoestadística sólo está relacionada con la calificación. Con el cambio del rendimiento también puede haber un cambio en la estructura del rendimiento. Así, la fuerza máxima en el esprint de los escolares se puede considerar como determinante en el rendimiento, mientras que en la elite nacional (ya) no.

III. Ordenación interna

Se diferencia entre una ordenación interna vertical y otra horizontal. Con la ordenación interna vertical se designan las relaciones entre cada una de las áreas de explicación del modelo, mientras que la ordenación interna horizontal designa las conexiones dentro de cada área.

El método de elección para la determinación de la ordenación interna horizontal es el análisis factorial. Sobre la

base de las dependencias de correlación entre las características de un área se identifican grupos de rasgos (factores) que muestran entre ellos fuertes conexiones, pero que son relativamente independientes de otros factores.

La relevancia práctica de las investigaciones con respecto a la ordenación interna horizontal está fundamentada, por ejemplo, en el plano de la capacidad de rendimiento en requisitos fuertemente correlacionados con el rendimiento en hipótesis similares, lo que significa que el entrenamiento puede influir sobre varios requisitos del rendimiento con los mismos contenidos y que, por lo tanto, se pueden esperar transferencias parcialmente positivas.

Como método para la determinación de la ordenación interna horizontal se ha introducido hasta ahora el análisis de regresión múltiple,¹⁸ con el que se puede representar la dependencia entre una serie de variables predictoras y otra de variables de criterio en un nivel superior, aunque, sin embargo, sólo se puede explicar simultáneamente una única variable de criterio. Un ejemplo es el análisis de regresión estadística de Hohmann (2001) para la valoración de la influencia de los componentes elegidos en la capacidad de rendimiento de la motricidad deportiva en carreras atléticas de velocidad (véase Figura 2.34).

¹⁸ Igualmente idóneo, pero aún poco conocido, es el método de ecuaciones estructurales, que hace posible, tanto de forma exploratoria como confirmativa, el contraste de hipótesis con respecto a la ordenación interna vertical y horizontal (véase Wilhelm, 1999).

Análisis de trayectorias para el rendimiento en el esprint (mujeres, oleada 1 + 2)
 [$n = 81$ $R = 0,87$ $R^2 = 0,76$ $R^2_{\text{corr}} = 0,73$ $F = 27,92$ ***]

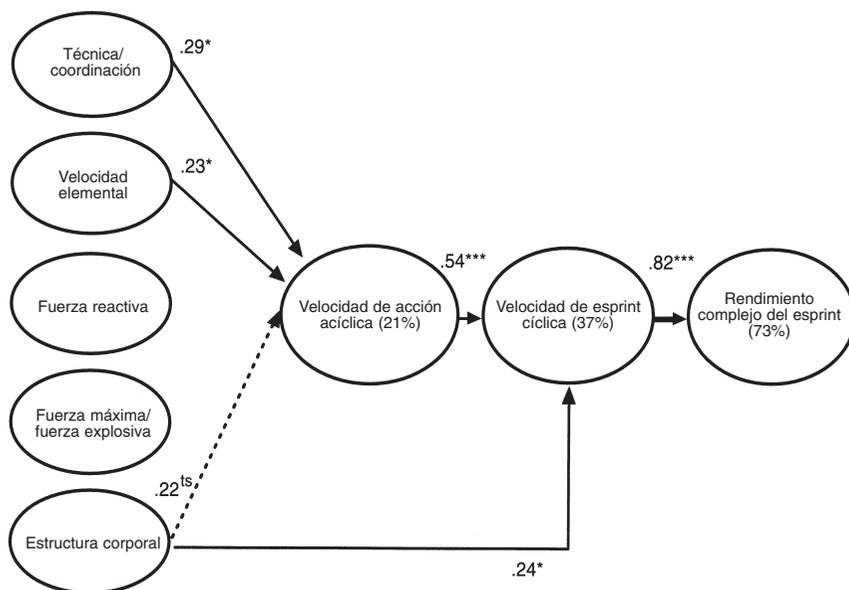


Figura 2.34 Estructuración analítica de trayectorias del rendimiento en el esprint en atletas (mujeres) jóvenes (según Hohmann, 2001).

El modelo confirma en las mujeres el puesto puntero ocupado por la fuerza (cíclica) en el esprint, así como la velocidad de esprint, en la serie de prioridades del entrenamiento de velocidad (véase Letzelter, Letzelter y Fuchs, 2000). Especialmente interesante es la falta de una trayectoria directa que vaya de la velocidad (acíclica) de acción hacia el rendimiento en el esprint, el (significativo) camino que va desde la velocidad elemental hasta la velocidad de acción, y sobre todo la (no significativa) relación entre la fuerza máxima y la fuerza reactiva y la velocidad (acíclica) de acción. Al contrario de esto, en el modelo dedicado a los atletas masculinos se encuentra una trayectoria intermedia que va desde la fuerza reactiva y la fuerza máxima hacia la velocidad (acíclica) de la acción; la velocidad elemental se queda sin una conexión estadística con respecto al rendimiento en la competición y con otros componentes del modelo.

2.3.2 DIAGNÓSTICO DE RENDIMIENTO EN LA PRAXIS DEL ENTRENAMIENTO Y DE LA COMPETICIÓN

El éxito de un patinador de hielo depende de lo rápido que comience la carrera. Por eso se cronometran los tiempos intermedios y se comparan con el mejor tiempo. La diferencia tiene una influencia «protectora» sobre el resultado. Si el patinador comienza con demasiada fuerza, al final se desfonda; si comienza demasiado despacio, no puede recuperar (totalmente) ese tiempo perdido. Si quiere evaluar la táctica de una carrera demasiado rápida o demasiado lenta, compara las cifras reales que ha obtenido en sus tiempos intermedios con los resultados que se deberían haber dado. Esta conclusión no se extrae arbitrariamente, sino contrastando los resultados con carreras realizadas anteriormente por el mismo atleta o con contrincantes de categoría semejante.

Si la fuerza máxima de un lanzador de peso, en comparación con el rendimiento de la competición, se desarrolla por encima o por debajo de los valores medios sólo se puede valorar si se sabe qué cargas consiguen los lanzadores de su misma categoría. En la comparación entre el valor real obtenido y el que se debería dar se puede deducir la conclusión del grado de fortaleza o debilidad.

Si un entrenador esquematiza el programa de la temporada, no sólo pone en evidencia los puntos importantes, sino también los objetivos in-

termedios. Si el entrenamiento era efectivo, es decir, si el deportista ha alcanzado los objetivos del entrenamiento, debe controlarse en cada caso.

El diagnóstico del rendimiento tiene en la práctica dos misiones principales:

1. **Identificación de fortalezas y debilidades** por medio de la comparación de los valores que se dan y los que se deberían obtener (diagnóstico del estado).
2. **Control del éxito en el entrenamiento** por medio de los valores reales obtenidos o a través de la comparación de éstos con los que se deberían obtener (diagnóstico del proceso).

Si estos componentes, imprescindibles en cualquier planificación y control sistemáticos de un entrenamiento, se han cumplimentado, el entrenador necesita:

1. Un **catálogo de prioridades**: ¿qué características se tienen que registrar?
2. Un **procedimiento de control** de gran valor informativo: ¿cómo se aumentan los registros que se dan?
3. Unas **normas de comparación**: ¿cómo se han de valorar los registros que se obtienen?

I. Normas en el entrenamiento y en la competición

La clasificación de fortalezas o debilidades es necesariamente relativa. En cada dictamen subyace, de forma consciente o inconsciente, un valor comparativo, una norma como fundamento, que puede estar constituida de acuerdo con la subjetividad de un entrenador experimentado. El entrenamiento está bien fundamentado científicamente cuando se pueden aplicar normas comparativas obtenidas con métodos científicos.

En el control del entrenamiento se aplican tres clases de **normas**:

1. Normas **ideales** que se deducen de los mejores deportistas mundiales o de modelos teóricos.
2. Normas **estadísticas** que se obtienen de valores medios y medidas de dispersión en pruebas elegidas aleatoriamente y que son obligatorias para determinados grupos destinatarios.
3. Normas **funcionales** que son aquellos requisitos mínimos que se necesitan para poder realizar determinados rendimientos.

Las normas ideales se obtienen, por regla general, de los mejores deportistas o se elaboran racionalmente, por ejemplo sobre la base de consideracio-

nes mecánicas. Que las normas son racionalmente discutibles lo ha demostrado Kuhlow (1975). Entre los mejores lanzadores mundiales de peso, el ángulo medio de salida del lanzamiento está más de 4° por debajo del calculado, por medio de una fórmula, para un lanzamiento oblicuo. En apariencia, la norma ideal es favorable sólo mecánicamente, pero no biomecánicamente. El acuñamiento de todos los rasgos ideales de las magnitudes de influencia resulta imposible y supondría el final del desarrollo del rendimiento humano. La frecuencia de pasos de la ex campeona del mundo M. Göhr era de 5,00 Hz (cinco pasos por segundo), la amplitud del paso de otra deportista, I. Szewinska, era de 2,13 m. Ambas normas ideales no se pueden unir ¡Su combinación daría un «récord mundial de ensueño» de $9,2 \text{ s}^{19}$

Las normas estadísticas cuantifican en valores medios las magnitudes de influencia. Cada deportista se comporta conforme a la norma que presenta su estado de rendimiento con sus correspondientes calificaciones parciales. Las normas estadísticas sirven para grupos objetivo y establecen relación con los rasgos característicos individuales y medios. Para cada ámbito del rendimiento se tiene que disponer de normas obtenidas en pruebas aleatorias representativas y separadas.

Para la enseñanza del deporte es apropiada la observación de valores medios a lo largo del transcurso de

¹⁹El autor se deja llevar por el entusiasmo. En realidad la marca, que continuaría siendo de ensueño para los tiempos actuales, sería de $[100 / (5 \times 2,13)] = 9,38967$ segundos (N. de la T.)

cada año. Si un alumno mejora esos valores, es que dispone de fortaleza en la correspondiente característica, mientras que si permanece por debajo es síntoma de que sufre una debilidad. Para poder valorar las desviaciones sobre los valores medios, se expresan aquéllas en unidades con respecto a la desviación típica. Para ello se transforman los valores reales en cifras normalizadas (transformación Z)²⁰. Este método permite determinar, sin tener en cuenta la unidad de medida, la posición relativa de un deportista con respecto al correspondiente grupo de comparación del que parten los valores de norma para el valor medio y la desviación típica. Posibilita la comparación de rendimientos que se medirán en metros, segundos, newtons o puntos, comparable en cada transposición normal en las competiciones.

Normas estadísticas para escolares se encuentran en Letzelter y Letzelter (1986) para varios tests de la condición física (véase Tabla 2.20). Así, el profesor de educación física tiene la posibilidad de comparar la condición física de «sus» alumnos por curso, y también puede elaborar para cada uno un perfil sobre su condición o un valor total. Para ello tiene que sumar todos los valores Z.

En el deporte de alta competición la elaboración de normas estadísticas fracasa a menudo al faltar las adecuadas pruebas aleatorias. No se puede calcular ningún valor medio para el salto de longitud por encima de los 8 m si sólo hay uno o dos deportistas que

consigan esa marca. Del mismo modo faltan valores medios en la inclinación de las caderas de los lanzadores de peso que superen los 20 m. Alguna ayuda se puede conseguir a través de un análisis de regresión, con el que se pueden conseguir normas por medio de la extrapolación de la recta de regresión. De todos modos, se tiene que garantizar que la extrapolación sea admisible y que las normas conseguidas aún sean funcionales.

La fuerza de la información de las normas estadísticas está limitada al ámbito de la validez de la prueba aleatoria de contraste y con ello a unos términos generales, por lo que no se puede trasladar a un único individuo. Así, el doble campeón de 1976 en los 400 y 800 m, A. Juantorena, no se ha sentido obligado por la norma estadística de los tiempos intermedios de los 200 m y a pesar de eso (o quizá por eso) venció. Aunque los tiempos intermedios en los 100 y 200 m eran mucho peores que los señalados por la norma, compensaba su debilidad en el esprint con una gran capacidad de resistencia, porque era del «tipo apropiado para largas distancias». Mientras que, según la norma, el tiempo en los 200 m debía ser $t_{200} = 21,10$ s, calculados para completar la carrera en 44,30 segundos, Juantorena corrió en 21,7 s y, aún así, ganó.

Con ello se incide en la diferencia de la norma estadística y la funcional: La norma funcional se refiere a los requisitos mínimos que sirven básicamente para determinados individuos y, a veces, de forma general. La

norma funcional se altera con el rendimiento deportivo. Como ejemplo, Knoll (1999) pudo demostrar en la gimnasia artística que para completar con perfección un cuádruple salto hacia atrás (en las alturas de vuelo alcanzadas hasta ahora) se necesitaría una velocidad de giro máximo de 1.340°/s. De tal forma, las normas funcionales no se pueden comprobar estadísticamente, sino biomecánicamente o bien se pueden «experimentar» subjetivamente. La norma estadística es sólo una línea directriz.

Muchas normas ideales presentadas en la literatura especializada son, en realidad, funcionales. La capacidad de aceleración de un B. Johnson, la fuerza de salto de J. Sotomayor o la resistencia al esprint de M. Johnson, la movilidad de N. Comaneci o la resistencia de I. Thorpe son al mismo tiempo ideales y funcionales. Sus registros reales son la imagen a la que muchos deportistas aspiran pero que muy pocos consiguen.

Las normas funcionales no se pueden transferir. En el caso de dos corredoras de esprint igualmente rápidas, las normas funcionales de aceleración y resistencia en el esprint pueden ser casi idénticas, mientras que el desarro-

llo del paso sea muy diferente. Por eso existe siempre un riesgo residual en la valoración de la norma funcional. El deportista necesita práctica, y sólo por medio de la experiencia se puede encontrar una norma funcional.

II. Valor informativo de los métodos de medición

Las informaciones con un contenido valioso presuponen un procedimiento de medición²¹ con una fuerte base informativa (auténtica). Esto vale

Las normas más importantes para el **control del entrenamiento**, las normas individuales funcionales, se consiguen a través de un conocimiento exhaustivo de los **casos individuales**, por comparación de las normas ideales y bajo una aplicación crítica de las normas estadísticas. La mayor elaboración posible de normas estadísticas, ideales y sin defectos representa para la ciencia del entrenamiento una misión a largo plazo para la cimentación científica de la acción práctica.

²¹Las descripciones detalladas de los tests de motricidad deportiva se encuentran por ejemplo en Bös (1994), el cual presenta un gran número de normas estadísticas (otros ámbitos: observación de la competición [por ejemplo, Küchler y Leopold, 2000], observación del transcurso del juego [por ejemplo, Lames 1994 b], procedimientos de medición biomecánica [por ejemplo, Ballreich, 1972], procedimientos psicométricos [por ejemplo, Schnellberger, 1989]). Una buena introducción en la teoría clásica de los tests la dan Lienert y Raatz (1998).

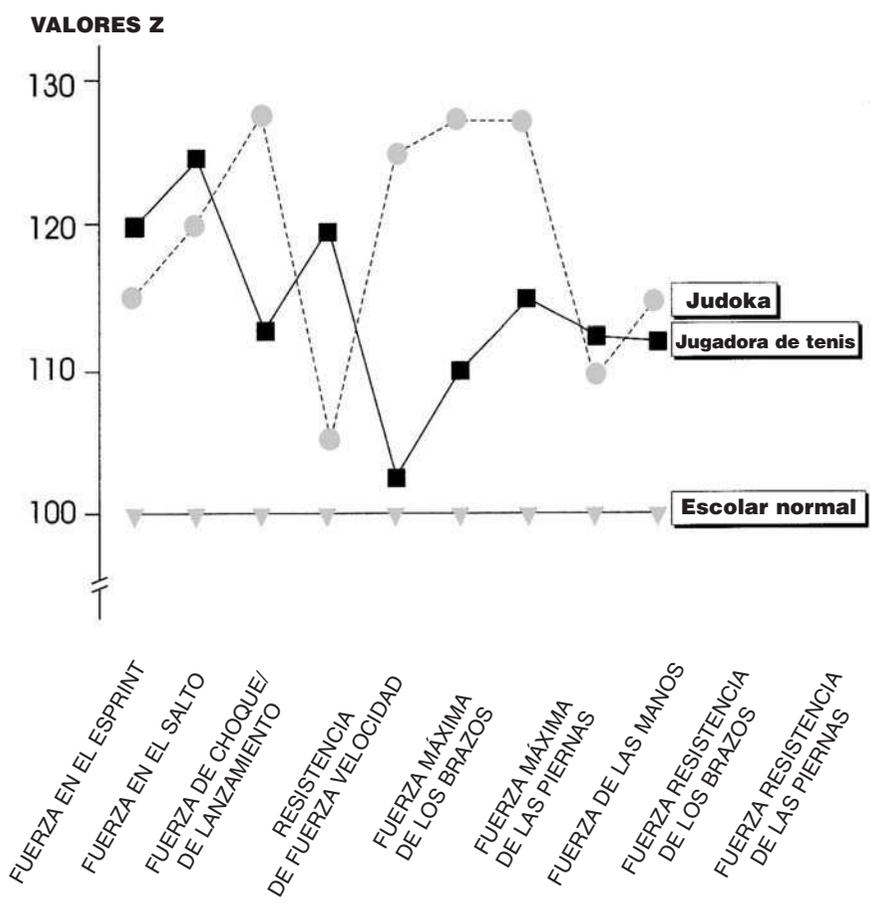


Figura 2.35 Puntos para la selección de rendimientos²¹ de fuerza (valores Z) de dos jóvenes deportistas en relación con escolares normales (Letzelter y Letzelter, 1986).

tanto para la ciencia del entrenamiento como para el diagnóstico de rendimiento en la práctica del entrenamien-

to. Si los resultados son demasiado erróneos, entonces el diagnóstico del rendimiento no tiene valor. Si los fa-

²¹ En la práctica se transforma el rendimiento de la prueba de un atleta (x) a un valor estándar Z: $Z = 100 + 10 \frac{(x - \bar{x})}{s}$. Los valores Z se distribuyen normalmente con un valor medio 100 y una desviación típica de 10. Si se alcanza por ejemplo Z = 110, en esta característica el 84% de los escolares de una promoción son más débiles y sólo un 16% mejor. Esta operación es admisible sólo si cada uno de los valores de medición se distribuye normalmente.

llos de medición son muy grandes, ni se pueden valorar los progresos ni las diferencias entre las debilidades y las fortalezas. Esto es muy importante para el control del éxito, porque éste se caracteriza por los valores de las diferencias.

Con el cronómetro apenas se puede contrastar el tiempo necesario para la capacidad de aceleración en el *bobsleigh* en 10 m, puesto que el error relativo de medición es demasiado grande. Además, esta prueba no es suficientemente selectiva. El entrenador o el profesor de educación física tampoco deben influir en el resultado motivando de forma diferente a los alumnos o deportistas, cuando se ponen altos requisitos de fuerza de voluntad. Frecuentemente se cuestiona también si realmente se mide lo que se tiene que medir: ¿una prueba de fuerza de salto examina la fuerza en el salto o más bien la técnica del mismo?

El valor informativo de todos los métodos de medición se describe por medio de criterios de calidad.

Criterios principales

- ▶ Objetividad
- ▶ Fiabilidad
- ▶ Economía

Criterios secundarios

- ▶ Relevancia
- ▶ Validez
- ▶ Presentación de los valores normativos

a) Objetividad

Los métodos de medición son objetivos cuando su realización, valoración e interpretación están estandarizados. En el diagnóstico del rendimiento la valoración y la interpretación no presentan ningún problema, sin embargo, frecuentemente aparecen fallos en la objetividad de la realización.

Son **objetivas** las mediciones cuando sus resultados son independientes de los agentes que las realizan. Se exige una «armonización interpersonal».

Es poco frecuente ver fallos graves de objetividad en el entrenamiento de alto rendimiento, pero en la enseñanza del deporte son más frecuentes. En las disciplinas deportivas de composición técnica (por ejemplo, la gimnasia con aparatos, el patinaje artístico, el salto de trampolín) el rendimiento de la competición se adjudica por medio de valoraciones de los jueces. Con este método se llega a menudo a contradicciones de criterio intensamente discutidas.

En el deporte escolar se han de temer faltas en contra de la objetividad, sobre todo a causa de las diferentes instrucciones en los tests (provocación del test), cuando los ejercicios no son conocidos o se explican de forma diferente o insuficientemente. Así, en la carrera de los 1.000 m las indicaciones siempre repercuten fuertemente en la táctica.

La objetividad se prueba, por regla general, cuando dos observadores diferentes (jueces) miden o valoran el comportamiento del deportista. Cuanto mayor sea el acuerdo entre los resultados, mejor es la objetividad y mayor el criterio con el que se cuantifica la objetividad: el coeficiente de objetividad (r_{obj}). Como coeficiente de correlación de la serie de mediciones entre ambos observadores, se le define de forma que varíe entre cero y uno: $r_{obj} = 1$ significa una objetividad perfecta; $r_{obj} = 0$ implica un completo desacuerdo. Cuanto más tienda a 1 el coeficiente, mayor es la objetividad. En el diagnóstico del rendimiento se exige por lo general $r_{obj} \geq 0,90$.

b) Fiabilidad

No tiene sentido cronometrar a mano la velocidad de recepción de un jugador de fútbol. Por lo menos a corto plazo apenas se va a poder comprobar un éxito en el entrenamiento. La medición de tiempo electrónica descubre, por el contrario, diferencias muy sutiles, es más exacta y digna de confianza.

Por **fiabilidad** (confianza) de un método de medición se entiende el grado de exactitud con el cual se registra una característica. El método de medición es fiable si el valor medido tiene un margen mínimo de error, independientemente de que el test mida o no lo que realmente se pretendía medir.

Las deficiencias en la confianza de la medición tienen tres orígenes:

- ▶ **Consistencia instrumental incompleta.**
- ▶ **Constancia incompleta de las características.**
- ▶ **Constancia incompleta de los requisitos.**

La consistencia instrumental afecta a los aparatos de medición, por ejemplo, el dinamómetro o el aparato de test en la prueba de salto o los aparatos para la medición del lactato. Si no se mide en el sentido más estricto sino con un carácter más amplio, este fallo afecta al observador, que será responsable de una evaluación defectuosa.

La constancia de las características es la capacidad de alcanzar el mismo resultado en varias repeticiones. Si un escolar obtiene en una serie de saltos 32 cm, luego 35 cm y por último 33 cm, las diferencias están originadas, siempre que las condiciones permanezcan estables, por una incompleta constancia en las características. Como se trata del valor medido y el real (en este caso la fuerza vertical del salto), se está ante un problema: ¿cuál de los tres resultados de la medición valora mejor la fuerza del salto?

Si la fiabilidad no es perfecta, el resultado de la medición tampoco es exacto. Cada valor de medición (x_i)

designa el valor real (X_i) y un error de medición (e_x) : $x_i = X_i + e_x$. Cuanto mayor sea éste, menor es la fiabilidad. Tampoco se puede achacar el error de medición exclusivamente al aparato de medida, como ocurre frecuentemente en el caso de las ciencias naturales. Los errores de medición afectan también la constancia de las características, puesto que afectan el resultado medido tras el que subyace la capacidad existente. Cuanto menor sea la fiabilidad, mayores pueden ser los fallos de medición.

Las deficiencias en la constancia de las características aparecen sobre todo en movimientos que requieren una gran exigencia en la coordinación, porque es en estos ejercicios en los que se tiene más o menos éxito. Por esa razón, en la edad escolar básica algunos tests son poco fiables, mientras que en edades escolares superiores tienen una fiabilidad satisfactoria e incluso muy buena. Los ejercicios se automatizan mucho mejor, los rendimientos de salto, por ejemplo, están menos condicionados por la casualidad. La constancia de las características aumenta con la capacidad.

En los controles exhaustivos la constancia de la condición es la regla dominante en el diagnóstico del entrenamiento. Un problema lo supone, sin embargo, el diagnóstico en las competiciones, ya que en ellas se da, a menudo, bajo condiciones externas cambiantes. Esto tiene consecuencias graves para la observación del deporte (Hohmann, 1985; Lames, 1991).

Los requisitos de la fiabilidad se definen, según sus objetivos, de forma diferente. Para investigaciones es suficiente con $r_{rel} \geq 0,70$; para el diagnóstico individual este valor no es válido y es deseable obtener un $r_{rel} \geq 0,90$, ya que así los fallos de medición se mantienen entre valores aceptables.

Para la determinación de la fiabilidad se pueden utilizar tres caminos diferentes:

- ▶ Método del «re-test» (segundo test)
- ▶ Método del test paralelo
- ▶ Método de división del test en dos partes iguales.

En el método del «re-test» se realiza dos veces el mismo test para la misma prueba aleatoria dos veces, por lo que es aconsejable cambiar de director de la prueba. Ambas mediciones se comparan y el coeficiente de correlación resultante informa sobre la fiabilidad de este método. Los problemas del método del «re-test» son, por ejemplo, los efectos del aprendizaje, que influyen en la segunda realización del test, y la cuestión de cuál es el tiempo que se estima necesario que transcurra entre uno y otro test.

En el método del test paralelo se utilizan dos métodos diferentes de medición para evaluar el mismo y único ejercicio. Los resultados obtenidos se comparan y se determina el coeficiente de fiabilidad del test paralelo. Se puede medir la fuerza del salto a

través del test de la altura máxima, por medio de la fuerza en el salto o mediante el tiempo de vuelo desde la plataforma de salto. El test paralelo ha de estar siempre presente, lo que no es frecuente en todas las capacidades ni habilidades.

En el método de la división del test se presupone que un test está compuesto de varias actividades (ítems). Éstas se reparten de forma aleatoria en dos grandes bloques del mismo tamaño y se comparan los resultados obtenidos en los dos bloques. Como el coeficiente alcanzado sólo sirve para la mitad del test y el total del mismo tiene una mayor fiabilidad, se añade la correspondiente corrección. Así se puede medir la exactitud de disparo de un jugador de voleibol por medio de un test de Pritsch que valora los resultados de 20 lanzamientos a un determinado punto (Letzelter y Engel, 1980). Luego se dividen los 20 lanzamientos en dos mitades, se suman los puntos de una mitad y de la otra y se comparan ambos resultados. Finalmente, el coeficiente de correlación se corrige a la baja. Los tests simples de condición no se pueden dividir ya que no es posible la aplicación de este método en dichos casos.

c) *Validez*

En el diagnóstico de rendimiento interesan, sobre todo, dos tipos de validez:

- ▶ Validez de contenido.
- ▶ Validez de criterio.

Por **validez** en el método de medición se entiende la vigencia de las mediciones respecto a las circunstancias que se tienen que medir.

La validez de **contenido** existe cuando la comprobación de que el instrumento de medición es válido está cerrada a premeditaciones lógicas y teóricas, y no a explicaciones empíricas.

Por validez de **criterio** se entiende el grado de acuerdo (estadístico) entre los resultados del método del test y el criterio para el cual la medida ha de tener vigencia.

Ningún instrumento de medición examina una sola habilidad o capacidad. En cada test de condición física también existe la técnica, pero ¿qué efecto tiene? Además, hay que pensar si la validez de contenido es inestable. Así el ejercicio de tracción mide la fuerza máxima de los escolares (se haya alcanzado o no); en chicas gimnastas por el contrario se mide la resistencia a través del número de repeticiones. En este contexto se habla de una «fluctuación funcional»: el test mide, al menos parcialmente, otra capacidad. Así muchos saltos en niños de colegio prueban antes el sentido del equilibrio y del ritmo y menos la fuerza del salto, porque el resultado está condicionado por las capacidades coordinativas. Los expertos deciden si el instrumento de medida es válido

(mediante el método *rating*) en cuanto a su contenido.

Para el diagnóstico de rendimiento, es decisiva la **validez de criterios adoptados** para los predictores. Esta validez se cuantifica a través del coeficiente de validación. Cuanto mayor sea, con mayor precisión se valora el rendimiento deportivo (rendimiento de salto de longitud) a través de un rendimiento del test (por ejemplo, velocidad de carrera).

Si los criterios de validación fueran completos, el pronóstico del rendimiento de la competición estaría libre de fallos. Pero esto no ocurre. Así, en el lanzamiento de peso se puede predecir la longitud del mismo sobre la base del rendimiento en el banco con un margen de error de 0,5 m; en cambio, al basar los rendimientos en las diferencias en el salto, hay un margen de error de 0,9 m. La validez de criterios del banco es mayor que en el salto.

Por lo general, los instrumentos de medida no sirven para predecir con exactitud el rendimiento en la competición. Por eso se combinan los predictores en una batería, para mejorar la información y con ello la calidad de la valoración. Hay que diferenciar entre baterías de tests ponderadas y las no ponderadas.

La validación de criterios es idéntica a la validez en la predicción. Como

validación de un acuerdo, es idéntica a la armonización entre dos diferentes resultados de medición, por la que se comprueba si dos métodos miden lo mismo. Así, por ejemplo, se puede medir la fuerza máxima estática de los extensores del brazo mediante el dinamómetro e igualmente se puede medir como fuerza dinámica a través de *press* de banca. Con ello se alcanza un gran acuerdo, puesto que ambos métodos miden la misma capacidad.

Teniendo en cuenta los diferentes aspectos de validez, no se puede constatar claramente la pregunta sobre la magnitud de los coeficientes de validez. Mientras que la validez de armonización debería ser mayor de 0,80, en la validez de criterio se puede llegar a una contribución bajo determinadas circunstancias y debemos conformarnos con un coeficiente $r_{\text{val}} = 0,40$.

2.4 CUESTIONES PROPUESTAS PARA EL CONTROL DEL APRENDIZAJE

1. ¿Qué modelos se pueden diferenciar en la descripción del rendimiento deportivo o en la de la capacidad de rendimiento y de qué forma se caracterizan?
2. ¿Qué principios básicos se nombran para el desarrollo de la capacidad de rendimiento en el deporte?

3. ¿Por qué se caracterizan las diferentes formas de las acciones musculares?
4. ¿Cómo está estructurado anatómicamente un músculo?
5. ¿Cómo se provoca una contracción muscular y cómo se controla su transcurso?
6. ¿Cómo se puede mejorar la fuerza máxima, la velocidad, la velocidad de reacción y la resistencia de un músculo en el entrenamiento?
7. ¿Qué caracteriza a la velocidad elemental y a la compleja?
8. ¿Qué contenidos y reglas de organización hay que tener en cuenta en un entrenamiento de velocidad?
9. ¿Qué características tiene la resistencia y de qué manera se

- pueden estructurar sus manifestaciones?
10. ¿Qué caracteriza a los diferentes mecanismos de las vías energéticas?
11. ¿Cómo se puede mejorar la resistencia, tanto aeróbica como anaeróbica, en el entrenamiento?
12. ¿Qué factores influyen en la movilidad?
13. ¿Cómo se mejora la movilidad en el entrenamiento?
14. ¿Qué relación tienen entre sí la coordinación y la técnica?
15. ¿En qué se diferencian los diversos principios para la definición de la coordinación?
16. ¿De qué modo se pueden aprender y optimizar las habilidades técnicas?



3. EL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO

3.1 MODELOS PARA EL ENTRENAMIENTO Y EL CONTROL DEL ENTRENAMIENTO

Una adaptación adecuada del marco relativo al tema del entrenamiento precisa, en primera instancia, del desarrollo de una apropiada organización de modelos para el entrenamiento y su control. Los modelos para el entrenamiento deben representar tanto los mecanismos básicos de la modificación de rendimiento (adaptación y organización de la información) como también, visto desde una perspectiva sistemática, de la complejidad y la dinámica del proceso de entrenamiento. Las representaciones de modelos que se han presentado hasta ahora en la ciencia del entrenamiento lo hacen de un modo introductorio y se completan por medio de un planteamiento sinérgico.

La diferenciación entre el entrenamiento como proceso influyente endógeno y el control del entrenamiento

como proceso exógeno se refleja en el doble significado, en el intransitivo y el transitivo, del concepto del entrenamiento (véase Capítulo 1). Mientras que en la presentación de modelos para el entrenamiento, en el sentido de «yo entreno», el contexto de exigencia interna de entrenamiento y el efecto del mismo se encuentran en primer plano, los modelos de proceso de dirección en el sentido de entrenar a alguien se focalizan más en la forma y la estructura de la estrategia de intervención que se ve afectada desde el exterior. Sin embargo, una elaboración sistemática de modelos debe tener en cuenta de un modo integrado el entrenamiento y el control del mismo, ya que el efecto de una intervención no se puede justificar de un modo independiente a su correspondiente *setting* (escenario). Por lo tanto, a continuación no se va a establecer una diferenciación entre los modelos de entrenamiento y el control del mismo, sino que se van a proponer, ordenadamente, modelos presentados de acuerdo con el grado de su complejidad.

3.1.1 MODIFICACIÓN DEL RENDIMIENTO POR MEDIO DE LA ADAPTACIÓN

Desde el comienzo de la actividad científica, con el fenómeno de la elevación del rendimiento como consecuencia del entrenamiento, se ha intentado describir el contexto de las influencias del entrenamiento y las adaptaciones del mismo siguiendo un modelo. Los precoces planteamientos médico-biológicos se derivan del principio de homeostasis, ya descrito por Roux en el año 1895, según el cual cualquier organismo viviente intenta compensar activamente sus trastornos funcionales para volver a restablecer su estado original. El efecto del entrenamiento se explica con la adaptación física.

En la **adaptación** (en el sentido más estricto de la palabra) condicionada por el movimiento, se trata de una **regulación del valor teórico** de exigencias a medio y corto plazo, reversible en cualquier momento, de estructuras y funciones orgánicas. La adaptación condicionada por el deporte se basa en la optimización de procesos de regulación y del incremento de la capacidad de los sistemas funcionales. La adaptación provoca la elevación de la capacidad de la función, de la capacidad de rendimiento y de la tolerancia al esfuerzo (Israel, 1995).

El entrenamiento deportivo, desde la perspectiva biológica, se reduce a la elevación duradera de la función fisiológica de los órganos como consecuencia de modificaciones de forma estructurales inducidas por estímulos estructurales (Mellerowicz y Meller, 1972; Nöcker, 1970; Hollmann y Hettinger, 1976). El planteamiento medicobiológico hoy en día todavía se basa, en su fondo, en el entendimiento básico de cada representante especializado en las disciplinas de la ciencia del entrenamiento como ciencia primaria de la adaptación (véase Capítulo 1). De todos modos, en los últimos años el modelo de adaptación ha sufrido, en muchos de sus aspectos, una ampliación y una precisión gracias a los avances de los conocimientos científicos. En un principio se desarrolló, sobre todo en la medicina del deporte, la teoría de la adaptación biológica y se describieron distintas evoluciones de tiempo en el ajuste del entrenamiento en dependencia con los sistemas funcionales requeridos (véase la Figura 3.1).

La **supercompensación** fue descrita por JAKOWLEW (1977) como una reacción de adaptación remanente. La reacción de ajuste fisiológico alcanzada persiste solamente durante un determinado tiempo y de nuevo se encamina, en caso de no existir otros estímulos de esfuerzo, hacia su nivel de salida. En el aumento del

rendimiento deportivo es decisivo, por tanto, que, por un lado, se organice la elevación de la carga de una forma individual, es decir, que surta efecto el estímulo, y que, por otro lado, se produzcan cuantas intervenciones de entrenamiento sean posibles, sobre todo en los correspondientes puntos

álcidos de rendimiento ante las diversas reacciones de recuperación. Si sólo se trata de la estabilización o de la reducción controlada (abandonar el entrenamiento) del rendimiento deportivo, entonces la carga puede disminuir correspondientemente o, en raras ocasiones, aumentarse.

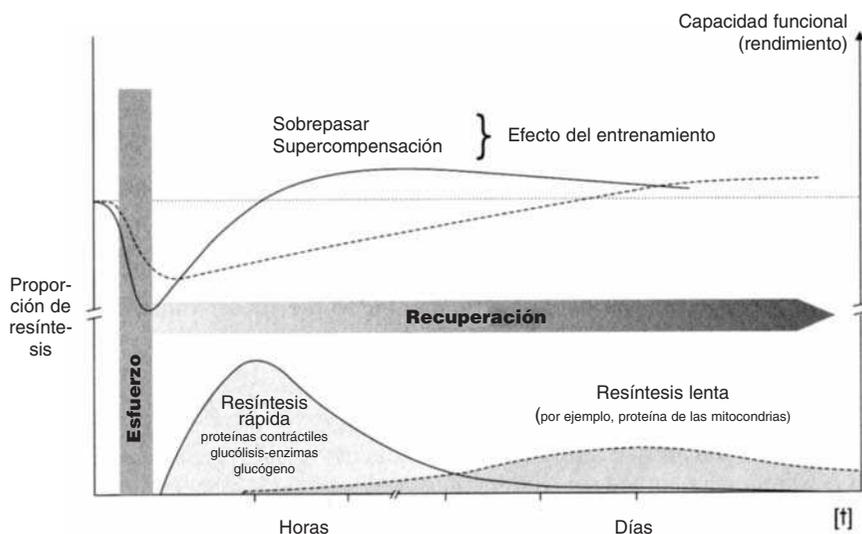


Figura 3.1 El principio de la supercompensación como evolución del desarrollo de rendimiento, así como en relación con distintas reacciones de adaptación y ajuste (según Liesen, 1983).

Las reacciones de recuperación producidas a raíz de un estímulo de entrenamiento ofrecen distintas constantes en el tiempo hasta que se alcanza un nivel funcional más elevado y

supercompensatorio. En un gran número de reacciones de exigencia como, por ejemplo, el almacenamiento de glucógeno (Costill *et al.*, 1971), el comportamiento de la reducción y

nueva reconstrucción de las proteínas (Virus y Virus, 1993), concentración de enzimas del metabolismo aeróbico (Henriksson 1993) y anaeróbico (Clijssen y van de Linden, 1988), la supercompensación se podía poner en evidencia entre 2 y 3 días después de una carga de entrenamiento aislada y estandarizada. Sin embargo, la relevancia de la práctica de estos resultados de laboratorio está limitada cuando en la praxis del entrenamiento influyen, en los distintos niveles de salida de los atletas, numerosas, y en cierto modo, incontrolables cargas.

De acuerdo con puntos de vista prácticos, proporciona buenos resultados una concentración de carga doble o triple («fases de estimulación») en el entrenamiento semanal de la condición física. Puesto que la reacción excesiva, tras alcanzar el máximo, se produce en un intervalo más largo de tiempo, por ejemplo, en escolares no entrenados, en el caso de un entrenamiento de la condición física de una sesión a la semana se puede elevar la capacidad de rendimiento corporal a medio y largo plazo (Steinmann, 1988).

De acuerdo con la **ley de la cantidad del entrenamiento**, no existe ninguna conexión lineal, considerada de acuerdo con la duración de un proceso de entrenamiento a largo plazo, entre el esfuerzo y la capacidad de resistencia. Mientras que en un nivel

de bajo rendimiento unas reducidas elevaciones de carga producen unos elevados incrementos de rendimiento, en niveles de alto rendimiento son necesarias cada vez mayores elevaciones del esfuerzo para conseguir mejorías (relación asintótica). La adaptación biológica y, con ello, fundamentalmente el componente condicional y constitucional del desarrollo de adaptación se acerca, a largo plazo, a un valor límite que depende de la **capacidad de adaptación** (véase Figura 3.2), que viene determinada genéticamente en el deportista. Debido al ritmo cada vez más bajo de crecimiento en el rendimiento, se deben ir elevando de una forma continuada las cargas de entrenamiento efectivas de la adaptación y se deben orientar cada vez más estrictamente a las exigencias específicas de la competición.

Por lo tanto, se produce una adaptación óptima cuando el deportista se esfuerza, en intervenciones de entrenamiento efectivas de estímulo, hasta llegar al límite de su capacidad momentánea de rendimiento. En este caso se amplía tanto su capacidad funcional actual que sólo quedan las reservas funcionales actuales. En la evolución del entrenamiento a largo plazo, la reserva funcional se puede emplear cada vez mejor, de modo que

en esfuerzos máximos se reducen las reservas autónomas protegidas. A causa del desgaste de la estructura y por el empleo de los substratos producidos (fase catabólica) por un estímulo de carga, quedan productos del metabolismo, así como un déficit de substrato, que, bajo las condiciones de carga cercanas, dan como resultado la disminución de la capacidad de nueva reconstrucción de las estructuras y los substratos afectados (fase

anabólica). Tras finalizar el proceso de recuperación, se consigue, de este modo, un nivel más elevado de las posibilidades estructurales y funcionales del organismo. En la misma medida en la que se aproxima la capacidad de función actual a largo plazo a los valores de la capacidad funcional máxima individual, disminuyen también las reservas de adaptación totales que le quedan al deportista (Martin, Carl y Lehnertz, 1991).

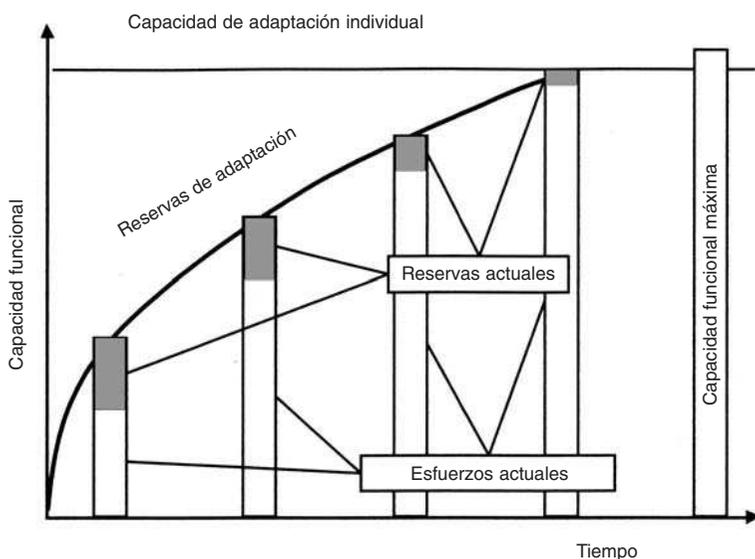


Figura 3.2 Carga de entrenamiento progresiva y exigencia de entrenamiento optimizada («agotamiento funcional») en procesos de entrenamiento a largo plazo antes de llegar al fondo de la capacidad de adaptación individual (según Martin, Carl y Lehnertz, 1991).

Desde el punto de vista de la práctica del deporte, en la organización de la carga en el entrenamiento hay que tener en cuenta de forma obligatoria tanto el nivel de rendimiento como la edad del deportista. En los más jóvenes o en deportistas con debilidad de rendimiento existen dos peligros. Por un lado, debido a una elevada carga durante un largo espacio de tiempo, se puede superar la capacidad funcional actual, lo que, en un sobreentrenamiento (*overtraining*) puede llevar, a corto o largo plazo, a su disminución. Por otro lado, a causa de un empleo precipitado o precoz de ejercicios de entrenamiento específicamente elevados, se pueden terminar rápidamente las reservas de adaptación sin que el deportista alcance sus rendimientos más elevados a lo largo del transcurso de su carrera deportiva. En el entrenamiento de rendimiento elevado el problema es otro. Es válido que, incluso después de muchos años de entrenamiento sistemático al límite de la capacidad de adaptación, se organicen cada vez más constelaciones de estímulo efectivas de entrenamiento que, en conexión con medidas de regeneración efectivas, al menos puedan estabilizar la capacidad de rendimiento físico en un nivel elevado.

A pesar de que la elevada incidencia de las cargas de entrenamiento concentradas no es problemática para la práctica de los deportes de elevado rendimiento, no parece inofensiva la estrategia de hacer esforzarse al deportista por encima de un determi-

nado espacio de tiempo hasta rozar el agotamiento, es decir, hasta el límite de su capacidad máxima de adaptación. En los deportes de juventud y los de alto rendimiento amenaza el peligro de que se pueda sobrepasar la magnitud soportable de agotamiento (*overreaching*) y llegar a extremos en los que se produzcan disminuciones del rendimiento aunque, en una fase posterior de regeneración de 1 a 2 semanas, se puede alcanzar una supercompensación máxima acumulada (Lehmann *et al.*, 1999, Figura 3.3). En este caso, el organismo responde a medio plazo con un estado de agotamiento irreversible y complejo (*overtraining*). Un peligro especial reside en que, en la fase de mayor carga del entrenamiento, se pueda desarrollar uno de estos síndromes de sobreentrenamiento a causa de factores que, incluso, puedan ser independientes del entrenamiento, como sería el caso de influencias incontroladas por causa de la alimentación, por problemas personales que van ligados con el estrés emocional, el clima, la hipoxia, la deshidratación, los biorritmos, etc. (Viru y Viru, 1999). Debido a estas complejas estructuras, hasta el momento la medicina deportiva no ha desarrollado indicadores (por ejemplo, bajada de la frecuencia cardíaca, la presión arterial, la urea, el ácido úrico, la creatincinasa, la catecolamina [adrenalina/noradrenalina], el cortisol y la testosterona, así como sus relaciones, insulina, hormonas del crecimiento y otras) que constituyan

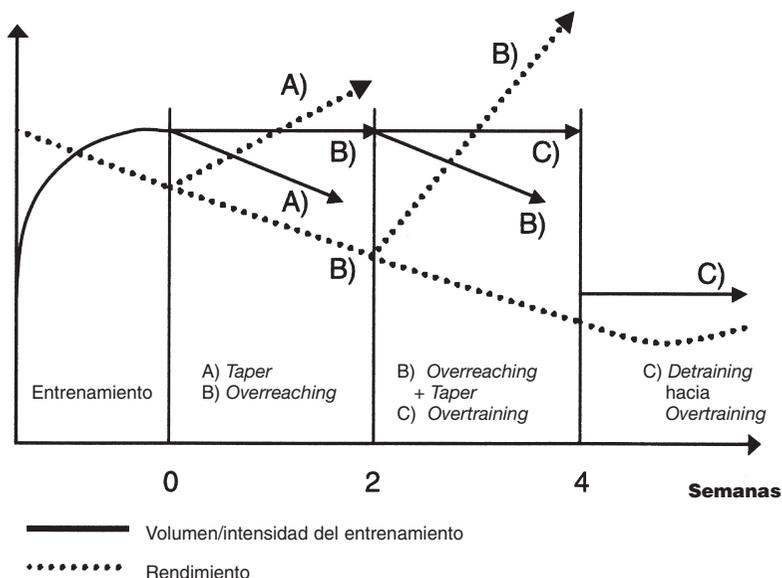


Figura 3.3 Overreaching y overtraining como estadios reversibles a corto plazo (transitorio) o irreversibles en el proceso de entrenamiento para el deporte de alto rendimiento.

«sistemas precoces de aviso» para casos de sobreentrenamiento (Foster, Snyder y Welsh, 1999; Steinacker *et al.*, 1999).

Los numerosos efectos positivos de un entrenamiento preventivo de salud en deportistas de edad más avanzada están, por regla general, perfectamente reconocidos. Frente a un exagerado deporte de rendimiento para mayores, existen, como contraposición, unas corrientes de pensamientos de medicina del deporte. Mader y Ullmer (1995) deducen, a partir de un modelo de

simulación, la conclusión (véase Figura 3.4) de que, en caso de cargas físicas al límite durante largos años en la edad adulta media y alta, es posible que se produzca una reducción del tiempo de vida. El pensamiento básico de este escenario es el siguiente: por causa de una adaptación al entrenamiento continuada y forzada durante años, en el corazón de los deportistas aparece un incremento de la masa de proteína (hipertrofia) que coexiste, simultáneamente, con la elevada proporción de regeneración proteínica que

es propia de la edad. Los dos factores, a pesar de la capacidad de rendimiento superior a lo normal del deportista de edad, pueden llevar a un empleo prematuro de las reservas de adaptación estructurales que, a causa de la edad, van disminuyendo. «La elevada capacidad visible y externa de rendimiento, y otros efectos aparentemente positivos de un entrenamiento extensivo de resistencia, en las edades comprendidas entre los 40 a los 60 años... se acaban pagando caros cuando pasa el tiempo.» (Obra antes citada, 49.)

Si un deporte de rendimiento para mayores llevado a cabo a lo largo de

los años o de modo intensivo supone una elevada mortalidad prematura (como, por ejemplo, la «muerte repentina del practicante de *jogging*»), como indican los cálculos del modelo, puede que no quede absolutamente claro desde un modo de hipótesis de simulación, pero sí queda sobre la base de estudios epidemiológicos. Los resultados actuales de casos de fallos letales en el sistema cardiovascular sometido a esfuerzos deportivos señalan, casi sin excepción, la existencia de lesiones patológicas previas (inflamación del músculo cardíaco y otras) (Kindermann y Urhausen, 1999).

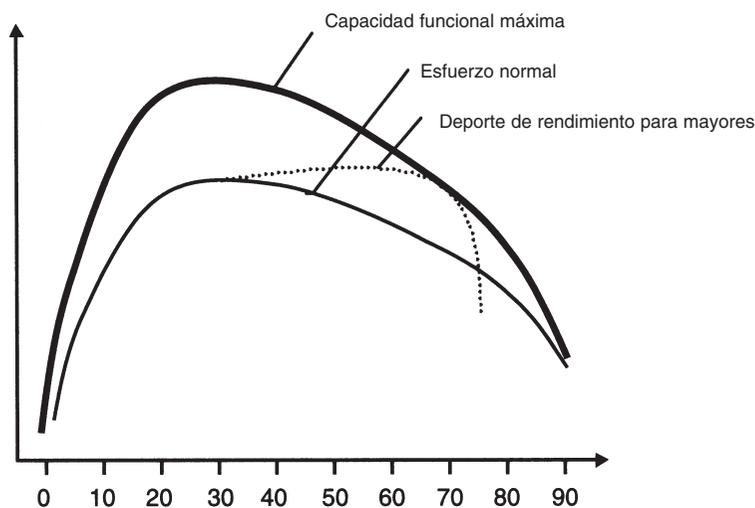


Figura 3.4 El agotamiento prematuro de las reservas de adaptación en el caso de una configuración de carga no adecuada a la edad (según Mader y Ullmer, 1995).

A primera vista, el **planteamiento médico-biológico** del entrenamiento deportivo aparece como consistente y sirve de justificación como un concepto idóneo para el proceso de optimización deportiva. Pero, sin embargo, hay una serie de cuestiones de las investigaciones en curso que quedan confusas:

- ▶ El mecanismo biológico de la adaptación estructural y funcional no está suficientemente aclarado en el plano celular (véase Mader y Ullmer, 1995)
- ▶ Lo anterior sigue siendo válido para el efecto de acción recíproca biológico-adaptativo y si la superposición simultánea de sus influencias en el entrenamiento pueden actuar de forma positiva o negativa.
- ▶ En el caso de estos determinantes rendimientos coordinativos, técnicos o tácticos, la fuerza de justificación del principio de adaptación es muy limitada.

3.1.2 MODIFICACIÓN DEL RENDIMIENTO A TRAVÉS DE LA ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

La aportación del aprendizaje motor y cognitivo para el caso de la optimización del rendimiento ha ocasionado, según Stark (1984), la ampliación de la creación del modelo para el

entrenamiento. Con el principio de la organización de la información se delimita un segundo mecanismo de la adaptación que supone efectos duraderos de las exigencias. El ajuste biológico es el significado primitivo después de un proceso de reacción. El aprendizaje, es decir, el desarrollo del comportamiento cognitivo, emocional, de motivación y determinado por la voluntad, acarrea consigo, en gran medida, tensiones activas.

Como muestra de modelos de organización de información, a continuación se va a presentar el modelo de control anticipativo de acción de Hoffmann (1993), el cual, cada vez, se tiene más en cuenta en la ciencia del entrenamiento (por ejemplo, Roth y Raab, 1999).

Los procesos psíquicos y, en especial, la organización de información, es decir, la organización jerárquica de las redes de neuronas, no se inician por medio de la dirección y la adaptación condicionadas por el cansancio, sino por las expectativas prospectivas. Las expectativas subjetivas se transforman en resultados anticipados de acción. Si al realizar la acción ocurren los resultados que se habían anticipado, entonces se corroboran las expectativas. Si divergen los resultados de acción esperados y los ocurridos, entonces se diferencian las expectativas de acción (véase Figura 3.5). Estas diferencias son todavía más complejas cuanto más anticipadamente se unen unos con otros los procesos parciales dirigidos en un proceso de acción.

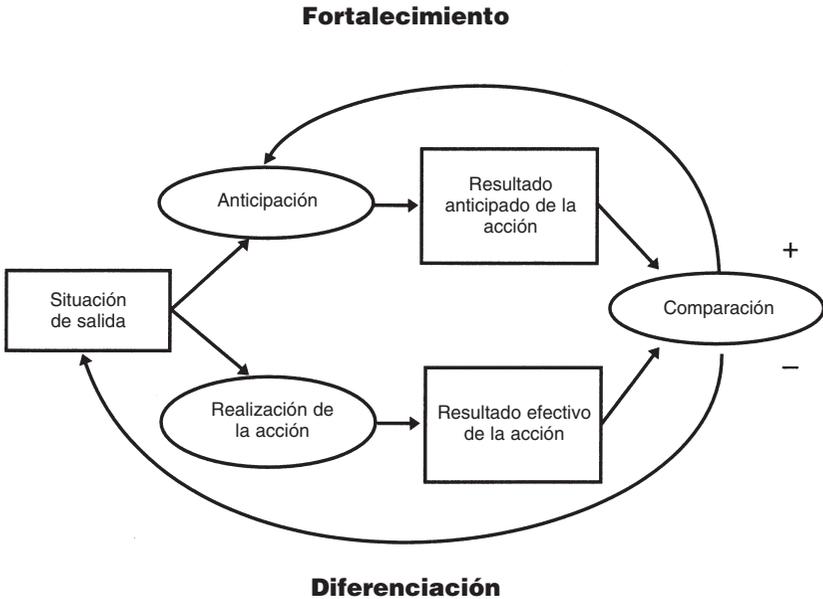


Figura 3.5 Modelo de organización de información según el principio de control de comportamiento anticipado (según Hoffmann, 1993).

El modelo de control de comportamiento anticipado puede aclarar, mucho mejor que lo que permite el principio de supercompensación, los procesos de la optimización técnico-táctica, y en especial el comportamiento estratégico. Como ha mostrado Roth (1989), para tomar las óptimas decisiones tácticas es decisivo conocer las perspectivas probables de éxito (valores esperados) y la valoración original de la acción (valencia de acción). Es comprensible que los procesos de aprendizaje necesarios no se promuevan por medio de cargas físicas, sino a través del intercambio de

informaciones entre los deportistas, entrenadores y, si se diera el caso, también por el ambiente externo (como podrían ser los espectadores, la prensa, etc.).

3.1.3 DIRECCIÓN DEL ENTRENAMIENTO COMO MEDIDAS PEDAGOGICODIDÁCTICAS

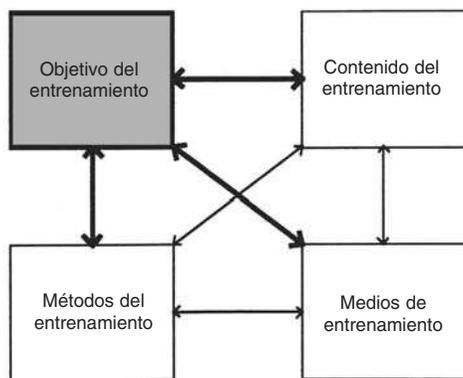
Con la interpretación del proceso de entrenamiento como una tarea de configuración completa y polifacética del entrenador, Harre (1974) se distancia conscientemente de las opiniones mecanicistas de entrenamiento expresadas por el planteamiento bio-

lógico-médico. Para ello, junto a las categorías didácticas de objetivo de entrenamiento, contenido de entrenamiento y método de entrenamiento (incluido el medio y la organización del entrenamiento) introdujo, como novedad, los denominados principios de entrenamiento¹ (véase Capítulo 1). Este concepto lo amplió M. Letzelter (1978) como apoyo a la didáctica del deporte como teoría de la enseñanza (Grössing, 1997) incluyendo, junto a los principios de entrenamiento, las aceptaciones básicas del concepto de implicación de mutua dependencia y de la primacía de los objetivos (de entrenamiento) extraídos de la

didáctica en la descripción de la dirección del entrenamiento (véase Figura 3.6)

3.1.4 CONTROL DEL ENTRENAMIENTO DESDE UN PUNTO DE VISTA CIBERNÉTICO

La consideración y el análisis del control del entrenamiento dominaron en un reciente pasado la percepción de los ideales de modelo teórico-sistemático del entrenamiento deportivo. (Carl, 1983, Grosser, Brüggemann y Zintl, 1986; Hohmann, 1994a). Por el análisis cibernético del control del entrenamiento se describió un proce-



PRINCIPIOS DEL ENTRENAMIENTO

Figura 3.6 Modelo pedagogodidáctico del control del entrenamiento.

¹Harre (1974, 92-117) formuló primero siete fundamentos del entrenamiento: elevación de las exigencias de la carga, incremento continuo de la carga, organización cíclica de las cargas (periodización), concienciación, planificación y sistematización, ilustración y claridad.

so de entrenamiento sin interrupciones con la ayuda de un sistema regulador. En este modelo (véase Figura 3.7) se parte del supuesto central de que el rendimiento deportivo se deja controlar de forma exacta por medio de una manipulación dosificada de la importancia del ajuste de la carga de entrenamiento, y esto incluso cuando en la práctica del entrenamiento surten efec-

to, en ocasiones, influencias que no son previsibles («importancia de la perturbación»). Desde un punto de vista cibernético es principalmente posible obtener, por principio, la estabilidad de la acción en el entrenamiento gracias a intervenciones revisadas desde el exterior en su planificación y objetivos, es decir, por medio de un «proceso de regulación»² cuasi técnico.

Definición: el control del entrenamiento es la regulación a corto, medio y largo plazo y la ejecución de todas las medidas de planificación, entrenamiento, control y

dirección de un proceso de entrenamiento para la obtención de los objetivos fijados en dicho entrenamiento.

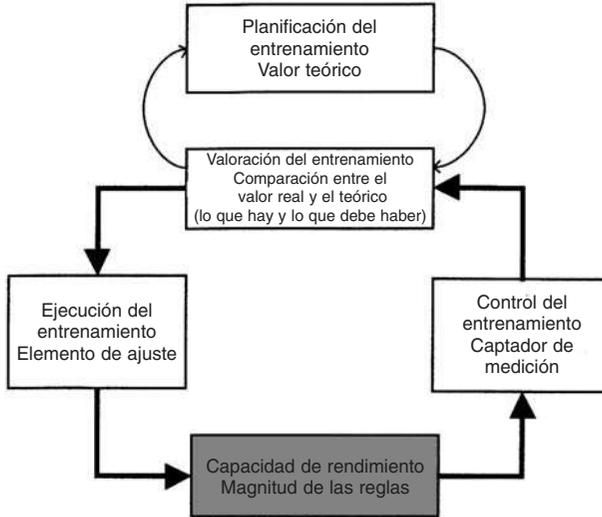


Figura 3.7 Modelo de círculo regulador del control del entrenamiento.

² Por regla general, en el empleo del lenguaje (no técnico) se sustituye el término «regulación» por «control» (una persona «controla» un coche, pero no lo regula). Por lo tanto, el término de dirección del entrenamiento se ha sustituido, en el lenguaje especializado por el de control del entrenamiento.

El punto de partida de todas las acciones de entrenamiento controladas forma la planificación del entrenamiento. Por un lado recurre a los conocimientos basados en las experiencias subjetivas del entrenador y, por otro lado, a la existencia de conocimientos objetivos para la estructuración y eficacia del entrenamiento deportivo. El plan del entrenamiento no se debe limitar a la toma de decisiones para un determinado modelo general de referencia («planificación de entrenamiento de principio»). Además, se añade la organización individual («planificación de entrenamiento concreto») en la que se deben analizar y tener en cuenta las condiciones de marco especiales para cada caso independiente.

El verdaderamente práctico cumplimiento del entrenamiento se compone, en su ejecución sistemática, de las intervenciones de entrenamiento basadas en el modelo de planificación. Por intervención se entiende un proceso sistemáticamente planificado y repetido en series que consiga unos rendimientos (parciales) deportivos que, hasta ahora, no se habían conseguido en el estado de rendimiento deportivo del atleta. En una intervención de entrenamiento se parte de que el deportista no está en disposición, por sus propias fuerzas físicas o debido a su actual capacidad de rendimiento, de conseguir, por sí solo y en el

momento exigido, los objetivos de entrenamiento planificados (Haase, 1982). Los objetivos de entrenamiento, según el concepto cibernético, se entienden como válidos cuando los rendimientos de ajuste conseguidos suceden por medio de intervenciones de entrenamiento, es decir, se puede comprobar el efecto previsto para el entrenamiento.

En el caso de una mejora continua de la calidad de decisión, las tareas se corresponden con las instancias diagnósticas de entrenamiento, el control del entrenamiento, así como la valoración del entrenamiento³, para evaluar, de forma orientada a casos independientes, la condición, la frecuencia de las intervenciones del entrenamiento, así como su efectividad bajo las condiciones marginales registradas. Para ello, en la presentación de los datos se implantan sobre todo métodos para el control del rendimiento, así como la protocolización del rendimiento en el entrenamiento y la competición. En la elaboración de datos la valoración del entrenamiento se refiere (si es posible con la asistencia del ordenador) a controlar y, si fuera necesario, corregir el plan de entrenamiento.

Al carácter de crítica a la forma de análisis de la cibernética, que proviene de la técnica de las leyes de la ingeniería y en especial de lo aportado por Zaciorskij (1971/72) a la ciencia del

³El término «valoración de entrenamiento» se utiliza, pues el término introductorio «documentación de entrenamiento» no incluye el contraste entre lo teórico y lo real (lo que se debería alcanzar en el entrenamiento y lo que realmente se alcanza) y se queda corto desde el punto de vista cibernético.

entrenamiento y el control del mismo, hay que añadir que, análogamente a un modelo técnico, se basa en la posibilidad de una total descripción matemática y, con ello, simultáneamente a una disponibilidad de control de un proceso de entrenamiento. Para dar validez a esta idea cuando se analiza el proceso del entrenamiento deportivo de acuerdo con el principio de reduccionismo (Descartes), sólo se puede disponer de evidencias intuitivas y pruebas empíricas en un determinado proceso parcial que, a la vez, se mantiene constante para los propósitos del análisis de las condiciones esenciales del experimento de entrenamiento. Sin embargo, no se describen claramente los procesos de entrenamiento deportivo con la ayuda de modelos reduccionistas, existiendo varios motivos para ello:

- ▶ Los procesos de entrenamiento muestran, debido al encadenamiento de los procesos parciales, un elevado grado de complejidad.
- ▶ Los procesos de entrenamiento se encuentran siempre en constante cambio con respecto al entorno, es decir, a la hora de entrenar se registran y se presentan constantemente materia (substratos), energía e información.
- ▶ Los procesos de entrenamiento se caracterizan explícitamente por mecanismos no lineales de acoplamiento entre decisión y efectividad.

El planteamiento reduccionista clásico, con el análisis de los procesos parciales por separado bajo diversas condiciones de test, no es inútil, antes bien entendemos que ocurre al contrario. Para poder abarcar la estructura del sistema complejo de un proceso de entrenamiento, se deben conocer los componentes esenciales. Sin embargo, por el camino reduccionista no se puede conseguir una aclaración que englobe todos los fenómenos reales existentes en el entrenamiento deportivo (Nitsch y Munzert, 1997a).

3.1.5 EL CONCEPTO DE CARGA-EXIGENCIA EN EL ENTRENAMIENTO

Bajo la referencia del paradigma de la carga-exigencia de la ciencia del trabajo (Rohmert y Rütenfranz, 1975; Schönplflug, 1987) se desarrollaron una serie de presentaciones científicas de modelos para la realización del entrenamiento (Letzelter, 1981; Schlicht, 1992). Un esbozo recopilatorio fue realizado por Schnabel, Harre y Borde (1994) (véase Figura 3.8).

El modelo muestra dos ventajas decisivas. Por medio del recurso del concepto carga-exigencia crea, primero, una conexión conceptual entre las condiciones de las capacidades en el deporte que representan el punto central de la capacidad deportiva y las exigencias de carga que influyen desde el exterior. Además, el modelo determina el comportamiento de carga y exigencia como un proceso dinámico complejo, incluyendo la variabilidad de las

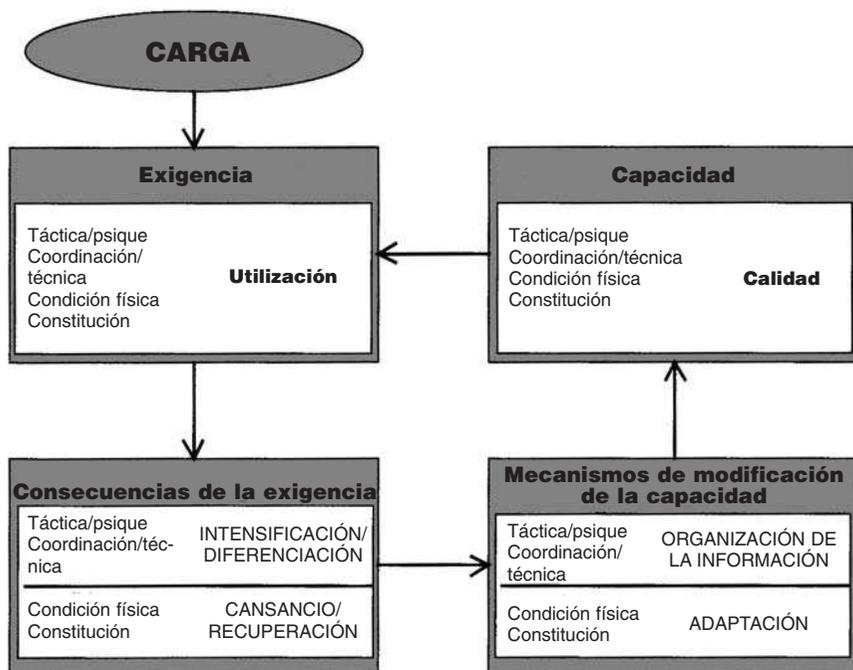


Figura 3.8 Estructura general de la resistencia deportiva como proceso (modelo según Schnabel, Harre y Borde, 1994).

capacidades mediante el ajuste de los dos principios de función centrales (supercompensación) y el aprendizaje (organización de información) en el caso de empleo de las capacidades.

El punto de partida de la modificación de las capacidades crea la carga global (de entrenamiento o de competición), cuyo carácter de exigencia depende del tipo y la dificultad de las tareas y de las condiciones de ejecución existentes. La realización del esfuerzo se produce en la ejecución de

la acción por medio del empleo de las condiciones previas de rendimiento (táctica/psique, coordinación/técnica, condición física y constitución). A partir de la condición física que se ha empleado y de la capacidad de que actualmente dispone el deportista, se llega a la carga distinta e individual. Las consecuencias de la exigencia de realizar un esfuerzo consisten, primero, en una disminución de unas condiciones de rendimiento energéticas determinadas (cansancio) y una reor-

ganización para el caso de condiciones de rendimiento determinadas por la información. Ambos procesos parciales representan un estadio de transición dentro de los correspondientes mecanismos de modificación de la capacidad. Son necesarios para activar las consecuencias secundarias de los esfuerzos a los que se aspira por medio de la supercompensación energética y para alcanzar una alta organización informativa y una elevada capacidad de carga.

3.1.6 LA CONSIDERACIÓN SINÉRGICA DEL ENTRENAMIENTO

La sinergia, «enseñanza de la colaboración» (Haken, 1990), es una disciplina de la ciencia de la estructura. Se refiere al tema de la organización en los sistemas complejos y a la forma de mantener íntegra tal organización u ordenación. Se trata de una teoría de la autoorganización que se ha desarrollado en la física (láser) y, desde ahí, se ha empleado en muchos campos, como por ejemplo la química, la biología, economía, psicología y sociología. También en la ciencia deportiva se discutieron intensamente, a principios de la década de 1990, los conceptos sinérgicos (Blaser, Witte y Stucke, 1994; Janssen *et al.*, 1996), aunque, sin embargo, como base de proyectos concretos de investigación, sólo se utilizaron en pocos grupos de trabajo (Lames, 1992a; Schöllhorn, 1997;

Edelmann-Nusser, Hohmann y Henberg, 2001; Witte, antes comentado). En este apartado se va a reflexionar sobre si la sinergia puede representar una teoría central de fondo para el entrenamiento deportivo. Lo atractivo de esta teoría reside en el hecho de que se desarrolla especialmente para juzgar los diferentes aspectos de complejidad y dinámica, que son las características propias de un proceso de entrenamiento.

La implantación de un principio sinérgico se basa en la observación de que, a menudo, en muchos subsistemas de un sistema creado el orden se puede definir por medio de parámetros, los denominados parámetros de orden. La transición entre los estados del sistema, la dinámica de estado, se produce por medio de parámetros de control que, asimismo, son de baja complejidad y, sobre todo, no específicos, es decir, no determinan de ninguna manera la creación de dicho orden.

La autoorganización es el mecanismo central que hace responsable a la sinergia de la adopción de un estado de orden dentro de un sistema complejo en el caso de una determinada constelación de parámetros de control. Bajo el concepto de autoorganización en sistemas complejos se entiende la adopción de estados de orden macroscópicos por causa de las características y, en especial, de los efectos de cambio entre las estructu-

ras microscópicas⁴. Por lo tanto, este principio se diferencia notablemente de los modelos de sistema regulador y no precisa de órganos de vigilancia de su control.

El proceso de entrenamiento como sistema dinámico complejo

El control del entrenamiento se basa, por regla general, en que los ajustes deseados en el entrenamiento están orientados por su contenido al campo de la constitución, condición física, coordinación/técnica y táctica a través del empleo de estímulos específicos del entrenamiento y, además, se elaboran en unos términos de tiempo precisos. Con ello se supone que existe una dependencia funcional entre la influencia del entrenamiento y el efecto del mismo (Letzelter, 1983):

Exigencia = f (capacidad de carga, frecuencia de estímulo, intensidad de estímulo, magnitud de estímulo, consistencia de estímulo)

Frente a esta idea se tiene que objetar que los datos reales del entrenamiento no se pueden juzgar de forma óptima. Aquí no se van a tener en cuenta los múltiples efectos de un estímulo de movimiento sobre los diversos sistemas funcionales y, en especial, la implantación simultánea de varios estímulos que se refieren a los ajustes en varios sistemas funcionales (energéticos e informativos). En consecuencia, tampoco ten-

drá relevancia el aspecto dinámico del entrenamiento, es decir, los ajustes implantados temporalmente y la información-reorganización y la estructuración del tiempo en la aplicación de estímulos. Tampoco tendrá importancia alguna en este modelo el hecho de que, en caso de repetición de idénticos estímulos, no se produzcan, al tratarse de distintos atletas, respuestas idénticas.

En la terminología de von Foerster (1988), este modo de análisis trata el sistema del deportista como una «máquina trivial» (véase Figura 3.9). Sin embargo, en un pasado reciente se ha demostrado que el modelo lineal es insuficiente para el entendimiento y la justificación de mecanismos biológicos sencillos y de formas de comportamiento humano. El modo de análisis resultante, en muchas ciencias sociales y de la naturaleza, de los fenómenos investigados como sistemas dinámicos complejos y los cambios de paradigma de modelos lineales a no lineales ligados a ellos no han encontrado, hasta ahora, ninguna resonancia en la ciencia del entrenamiento.

Aun cuando el modelo no trivial para el entendimiento y la aclaración de los efectos del entrenamiento sea adecuado, incluso hoy en día existe una interminable serie de evidencias pendientes de discusión:

1. Ya en el plano de consideración microscópica de los procesos de regulación bioquímicos celulares

⁴ Como ejemplo práctico en el deporte para los parámetros de orden, Lames (1992a) describe las técnicas de golf del *drive*, *pitch* y *chip*. Un parámetro de control no específico, el alejamiento con respecto a la bandera, motiva un modelo de coordinación para el jugador. La dinámica de sistema sugiere entonces la dependencia dinámica de las técnicas de la amplitud del tiro.

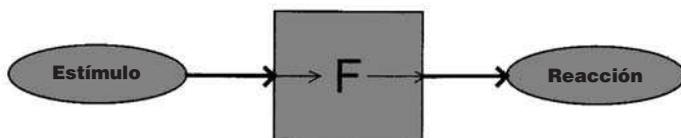
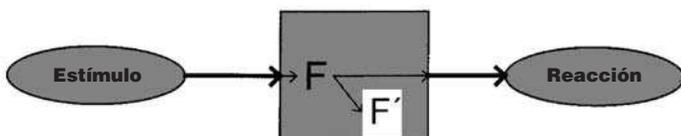
a) Máquina trivial**b) Máquina no trivial**

Figura 3.9 Ajustes de entrenamiento en el sentido de una máquina «trivial» y una «no trivial» en la que el estímulo no sólo tiene como efecto una reacción, sino también, simultáneamente, una automodificación de la «máquina» (según von Foerster, 1988).

no se puede deducir que determinadas causas sin efecto e inmutables produzcan determinados efectos. Así, las células corporales representan un sistema dinámico elevadamente complejo en el que actúan unas con otras y a las que, por su diversidad, apenas se las puede abarcar en una ojeada. Esto, por ejemplo, lo ha demostrado Gerok (1990) desde la perspectiva de la sistemática teórica para la reacción metabólica en el caso de la glucólisis aeróbica y anaeróbica en la que, por medio de un efecto dinámico de diversos procesos (productos intermedios, enzimas, mecanismos de transporte, etc.), se llega a un comportamiento metabólico que se puede describir dentro de la teoría del caos.

2. Desde un plano de consideración macroscópica es conocido, en los procesos de adaptación corporal, que la evolución individual de la adaptación del entrenamiento biológico no sólo depende del ritmo de carga y recuperación, sino que también se ve influida por parámetros de situación (*setting*, estado físico actual, etc.). Esto determina, en el resultado, que incluso en casos de estados de entrenamiento comparables, las mismas configuraciones de estímulo conduzcan, en unos casos a la supercompensación y, sin embargo, en otros casos, a un sobreentrenamiento (véase Figura 3.3, y Lehmann, Foster y Keul, 1993).

Si se analiza el control del entrenamiento desde un **punto de vista sinérgico**, entonces se conciben las cargas como **parámetros de control** no específicos que, por sus consecuencias de esfuerzo, llevan a **procesos de autoorganización** que, de nuevo, crean el estado de rendimiento deseado (**estado de organización**).

Una opinión así no sólo es compatible con las características de complejidad y dinámica del entrenamiento, sino también con las experiencias prácticas de entrenamiento que:

- ▶ Permitan alcanzar una misma forma deportiva de alta categoría desde cualquier estado inicial.
- ▶ Completen en sí una forma deportiva de alta categoría también en casos de una dinámica incompleta o ligeramente cambiante de estímulos.
- ▶ Creen un ámbito de tolerancia en la organización del esfuerzo, dentro del cual se puedan conseguir unas adaptaciones equivalentes.

Los esfuerzos en el entrenamiento no se deben dosificar de forma exacta por medio de una determinada medida, sino que deben ser los apropiados para conseguir los correspondientes procesos de autoorganización. Para ello se

producen, de forma interpersonal tanto en los atletas como también en los entrenadores, unos procesos de valoración retroacoplados de las reacciones de carga individual, cuya valoración se ocupa de que el parámetro de control responsable de ello modifique la carga del entrenamiento, aunque sin permitirle sobrepasar el nivel óptimo. Así, en gran medida, se pueden excluir las sobreexigencias y las subexigencias.

De este modo, en el transcurso de un proceso de entrenamiento, y en dependencia con el parámetro de control del *input* de entrenamiento, en el caso de capacidad deportiva de rendimiento se desarrolla, de forma autoorganizada, un *output* de estructuras ordenadas que ofrecen cierta estabilidad temporal. Estas estructuras estables temporales se conciben, dentro de la dinámica de la capacidad de rendimiento deportivo, como polos de atracción o atractores (véase Figura 3.10). En el caso menos favorable hace su aparición, a corto plazo, una bajada de forma, a raíz de un síndrome de sobreentrenamiento estable.

Las fases de la forma deportiva estable surten efecto a largo plazo en el transcurso del proceso de entrenamiento como estados de organización temporales. El correspondiente estado de ordenación alcanzado (la forma deportiva) depende de lo pronunciado que sea el parámetro de control de la carga de entrenamiento. Tras cierto tiempo de oscilaciones, el sistema adopta el estado de rendimiento que corresponde al grado del esfuerzo.

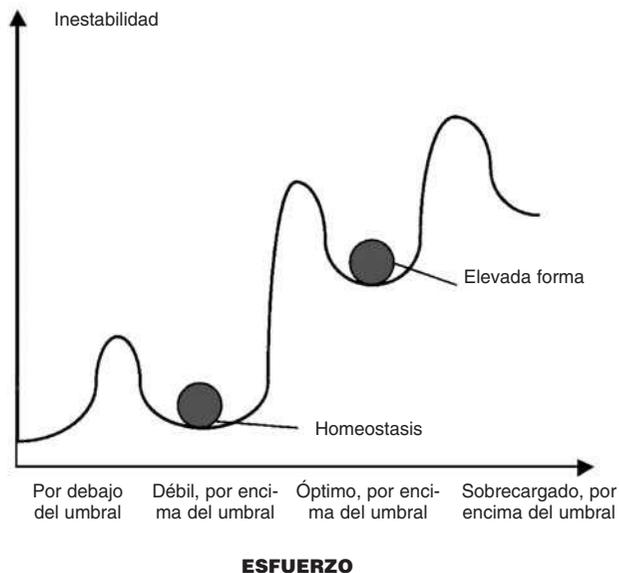


Figura 3.10 La carga de entrenamiento (parámetro de control) como provocación y disolución de la «elevada forma biopsicosocial» como atractor (parámetro de orden) estable y temporal.

Esta presentación del modelo es compatible con el fenómeno que hace que persista la forma deportiva todavía durante cierto espacio de tiempo cuando la intensidad del parámetro de control ya ha vuelto a disminuir, es decir, cuando se ha reducido el entrenamiento (fenómeno de «histéresis»). Sin embargo, a partir de una determinada modificación de la configuración del estímulo, el atractor no puede mantenerse íntegro. Es entonces cuando se produce un paso de fase que primero

desemboca en una forma deportiva débil y más tarde, de nuevo, en una forma estable.

Cuando se quiere realizar el análisis sinérgico de observación del control del entrenamiento por medio del estado que, hasta ahora, se ha señalado como metafórico, primero hay que trabajar con cuatro preguntas cruciales en la investigación:

1. ¿Se pueden mostrar como atractores las fases del proceso de entre-

Un modo de análisis sinérgico del entrenamiento ofrece, en comparación con uno cibernético, una elevada competencia para justificar muchos de los fenómenos de la práctica del entrenamiento. Sin embargo, el modelo está, todavía, pendiente de su validación.

namiento para obtener una elevada forma relativa en el sistema complejo dinámico?

2. ¿Qué parámetros del estado de rendimiento forman parte de la forma elevada y crean el atractor, es decir, actúan como mecanismo *trigger* (disparador o gatillo) a la hora de crear parámetros de organización?
3. ¿Qué condición y qué expresión debe adoptar la carga de entrenamiento como parámetro de control para producir un paso de fase y, más tarde, una buena forma estable?
4. En el caso de una continua modificación de la intensidad del parámetro de control «carga de entrenamiento», ¿cuánto tiempo permanece estable el atractor de la forma elevada en el sentido de histéresis?

El planteamiento sinérgico del control del entrenamiento se crea a tiempo en el estadio de la construcción teórica. Existen, de hecho, argumentos plausibles para su adecuación, y por ahora quedan pendientes los análisis empíricos y las aplicaciones prácticas.

3.2 PLANIFICACIÓN DEL ENTRENAMIENTO

Debido a que los conceptos para la planificación y el control/valoración del entrenamiento deben derivarse de un modelo general de conducción del entrenamiento, en los siguientes apartados se va a proceder a la presentación de los tres puntos de trabajo del (todavía) modelo tradicional y cibernético. Sin embargo, debe añadirse que en especial el aspecto del trabajo de la planificación, control y valoración del entrenamiento apenas dispone de bases científicas, sino que, más bien, se basa en convenciones tradicionales.

Planificación de entrenamiento significa anticiparnos en nuestro fuero interno por medio de un modelo abstracto a un proceso de entrenamiento. Como componente básico de la dirección del entrenamiento se encuentran, en esta instancia, todas las decisiones previas para el **objetivo del entrenamiento, la estructura del entrenamiento y el transcurso del entrenamiento** (incluida la ejecución, el control y la valoración del entrenamiento) (véase Figura 3.11).

La planificación del entrenamiento desemboca en la fijación de un plan de entrenamiento concreto sobre el que se va a basar una acción concreta. Den-

tro del control del entrenamiento, la planificación del mismo sirve como *feed forward* para la ejecución práctica del entrenamiento.⁵ Por medio de la implantación práctica en el entrenamiento de las tareas de planificación, los consiguientes controles de efectividad y el correspondiente *feed back*, extraídos todos ellos del sistema regulador del control del entrenamiento, se llega de nuevo, debido a la comparación entre «lo que hay/lo que debe haber» (véase Apartado 3.3), a un *input* en los conocimientos relevantes de la planificación. Ahora, los tres pasos de la planificación se deben llevar a cabo de nuevo bajo las condiciones actuales modificadas de entrada. Para que el plan pueda cumplir su función central en el control del entrenamiento, se deben expresar de forma obligatoria unas exigencias de planificación que sean controlables, es decir, índices característicos metodológicos de entrenamiento y de rendimiento, de modo que se creen condiciones previas para la utilización de métodos de valoración matemático-estadísticos a la hora de la elaboración de los planes de entrenamiento.

3.2.1 PLANIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS DEL ENTRENAMIENTO

En la planificación de objetivos se derivan los objetivos parciales y con-

ductores (Martin, Carl y Lehnertz, 1991) del «análisis del deporte», es decir, de la estructura de la capacidad de rendimiento específica del tipo de deporte, el perfil de esfuerzo específico de la competición, así como el perfil de exigencia específico del sexo, la edad o el nivel del atleta. Las pretensiones del objetivo existen en forma de catálogo de prioridades de diagnóstico del rendimiento, y en el caso más favorable incluso como normas (véase Apartado 2.3). A continuación, sobre la base de un análisis de la condición física en el que se comprueba la situación de las posibilidades de realización, se formularán unos valores teóricos concretos (Brack y Hohmann, 1986).

Del perfil de esfuerzo para cada tipo de deporte se pueden deducir tanto las pretensiones del objetivo como también las indicaciones metodológicas para la organización del entrenamiento. Sin embargo, es determinante averiguar la estructura del rendimiento de competición, ya que, por el momento, esto se incluye en pocas ocasiones dentro de una competición oficial (véase Apartado 4.3). A causa de que un detallado diagnóstico médico del rendimiento, biomecánico, y psicológico y neurofisiológico del deporte no se puede implantar directamente durante una competición, los índices para una exigencia individual de competi-

⁵ El aspecto de la forma metodológica de actuar a lo largo de la ejecución del entrenamiento se ha tratado en el Capítulo 2, donde se lo ha relacionado con las capacidades allí descritas.

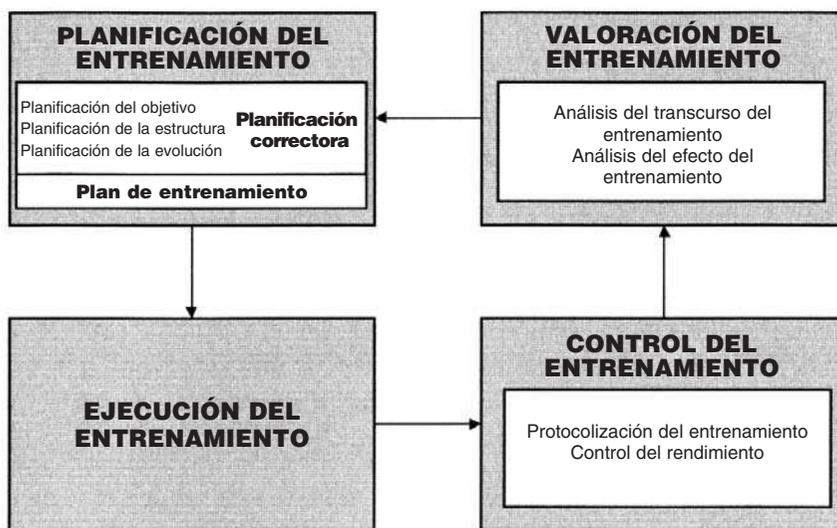


Figura 3.11 La implantación de la planificación del entrenamiento en el control del mismo (según Hohmann, 1994).

ción sólo se descubren indirectamente por el comportamiento de movimiento visto desde el exterior (tiempos parciales, rendimiento al conseguir tantos, y otros). Los rendimientos de movimiento exteriores representan, por ello, importantes, aunque sólo temporales, fundamentos de conocimientos y orientación para el entrenamiento deportivo.

3.2.2 PLANIFICACIÓN DE LA ESTRUCTURA DEL ENTRENAMIENTO

La planificación de la estructura determina ciclos independientes de la

estructura de rendimiento. Los ciclos de entrenamiento crean los fundamentos para el desarrollo óptimo del rendimiento en determinados intervalos temporales. Por ello, la planificación de la estructura comienza con la limitación de la dimensión temporal de un proceso de entrenamiento. Análogamente a los efectos retardados de entrenamiento (ERE) a largo, medio y corto plazo, también se diferencian los procesos de entrenamiento a largo, medio y corto plazo.

La planificación de la estructura aparece con el objetivo de desarrollar el rendimiento deportivo referido a un plazo preciso y máximo. El punto más

elevado del desarrollo de rendimiento (*topform*) se consigue cuando los distintos efectos del entrenamiento retardados en el tiempo aparecen de forma simultánea en la fase de las competiciones principales. Un efecto de entrenamiento acumulativo se basa en dos factores: por un lado, el grado alcanzado de agotamiento de determinadas reservas funcionales y, por lo tanto, de los efectos de adaptación conseguidos y, por otro lado, la óptima determinación temporal del ciclo individual de entrenamiento. Lo deseable es que el efecto retardado en el tiempo del ciclo de entrenamiento se complete y que gane intensidad, con una persistencia en su avance hasta llegar a un óptimo efecto general. La dinámica del proceso de entrenamiento (dinámica de entrenamiento) se convierte con ello en un componente de desarrollo del rendimiento.

El verdadero **problema técnico de planificación** (y a la vez **metodológico de investigación**) en la estructuración del proceso de entrenamiento plantea lo siguiente: ¿qué componentes del entrenamiento hay que implantar, en qué secuencia y con qué esfuerzos a fin de conseguir un adecuado desarrollo del rendimiento?

I. Estructura del entrenamiento a largo plazo

La planificación del entrenamiento a largo plazo, es decir, la sistematización a lo largo de varios años del proceso de entrenamiento, se refiere, en el sentido de un «entrenamiento de condición previa» (Martin *et al.*, 1999, 21), a crear aquellas condiciones previas de rendimiento que son necesarias para una elevación estable y continuada de la capacidad especial de rendimiento. Las condiciones previas generales de rendimiento se transforman en el sentido de efectos de entrenamiento retardados a largo plazo (ERL) en el transcurso de los siguientes escalones de entrenamiento en condiciones especiales de rendimiento. Tal desarrollo de rendimiento «enlazado funcionalmente» se basa, según Werchoshanskij (1988, 122), en adaptaciones a largo plazo. Éstas dependen menos, en edades tempranas, de la intensidad del entrenamiento y más de factores como la edad de entrenamiento, la sistemática y el alcance del mismo y, sobre todo, de la capacidad del entrenador.

Los modelos de sistematización propuestos por Pechtl, Ostrowski y Klose (1993) (véase Figura 3.12) unen la edad del entrenamiento y las etapas de formación metodológicas del entrenamiento (formación básica, entrenamiento de base, de profundización, de enlace y de alto rendimiento) con los aspectos organizativos en el caso de promoción de jóvenes (categorías de equipo e instancias de promoción). Este esquema de sistematización for-

ma, en la mayoría de las asociaciones de deportes, el fundamento de la estructura de los cuadros para la promoción de jóvenes. El modelo se basa sobre el hecho de la estructura de la edad de las clases de categorías, sobre todo sobre los valores generales de experiencia y la reflexión de plausibilidad.

Desde un punto de vista de la ciencia del entrenamiento es inquietante observar cómo se deja de lado un con-

trol básico de la procedencia y la efectividad de los criterios didáctico-metodológicos (volumen e intensidad del entrenamiento, puntos clave del mismo) para la limitación de las etapas independientes de formación, como son los estudios empíricos para la habilitación y enseñanza de las normas para el comienzo del entrenamiento, la edad del mismo y los volúmenes de entrenamiento específicos de cada etapa⁶.

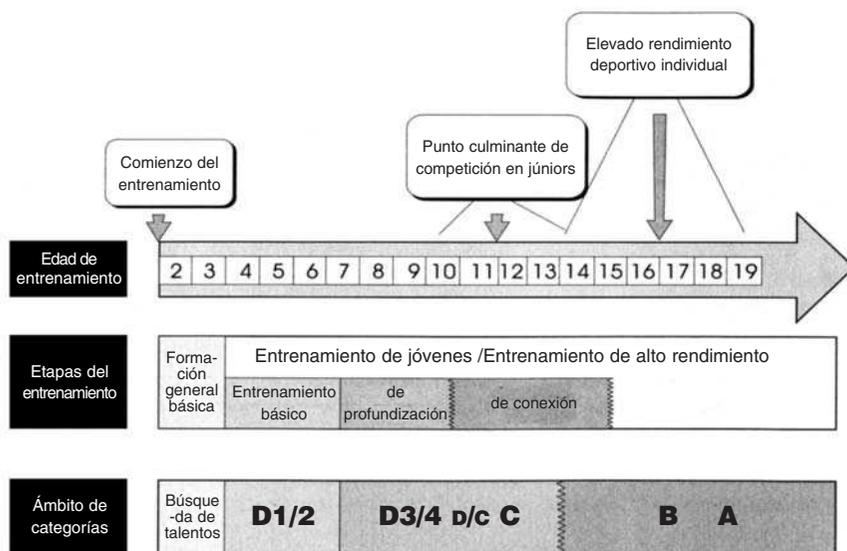


Figura 3.12 Estructura de la configuración de rendimiento a largo plazo en el sistema nacional de entrenamiento de Alemania (según Pechtl, Ostrowski y Klose, 1993).

⁶ Los análisis realizados en deportistas de elite del sexo femenino por parte de Güllich *et al.*, (2001) para adultos y los resultados de entrenamiento semanales en jóvenes ponen en controversia, por ejemplo, las normas correspondientes de los planes de entrenamiento marco (PEM) de las asociaciones independientes de deporte.

Con respecto a la elaboración del rendimiento a largo plazo se plantean tres problemas:

1. Un defecto cardinal en el caso de la elaboración del rendimiento a largo plazo lo constituye, en una especialización prematura, evitar el rendimiento cumbre a una edad de rendimiento elevado y que puede llevar a un *drop out* (retirada) prematuro del deportista. El problema se produce por incluir ya en el entrenamiento básico una participación elevada de las formas de entrenamiento especiales y, posteriormente, por un contenido de entrenamiento general de bajo contenido.⁷ La magnitud del contenido general de entrenamiento debe, a largo plazo, irse aumentando de forma constante. Ya que las tareas generales del entrenamiento se elevan fuertemente, sólo disminuye la correspondiente parte relativa.
2. Una segunda dificultad reside en el hecho de que la estructura de entrenamiento a largo plazo se ajusta a las particularidades del desarrollo motor del deporte de los deportistas jóvenes en sus correspondientes escalones de desarrollo. El problema se agudiza con ello, pues los primeros años del comienzo del entrenamiento, en la mayoría de los deportistas, siempre se anticipa

a la edad escolar más temprana. En este contexto se deben tener especialmente en cuenta las fases sensibles. Son las etapas de la vida en

Las opiniones sobre **las fases sensibles** son contradictorias. Van desde su datación precisa en la ontogénesis (Winter, 1975) hasta el rechazo de su existencia (Joch y Hasenberg, 1991; Willimczik *et al.*, 1999). Esto proviene del distinto entendimiento de los términos. Mientras que por un lado se aspira a una recomendación del momento adecuado para orientar el rumbo de determinados objetivos de entrenamiento, en otros casos se trata de una comprobación de la mejor edad para el aprendizaje motor.

Queda por aclarar si la diversidad de fases empíricas demostrables de crecimiento acelerado de la capacidad deben interpretarse al mismo tiempo que la elevada sensibilidad frente a los estímulos específicos de entrenamiento. Como aclaración alternativa para las progresiones fuera de lo normal no se citan ni los «tirones de desarrollo» referidos a la maduración ni las progresiones inconstantes en el caso de esfuerzos de entrenamiento.

⁷ Por entrenamiento general hay que entender, en este contexto, contenidos de entrenamiento variados orientados a cada tipo de deporte. Con ello se quiere decir que, por ejemplo, el balón para los jugadores de balonmano se toma en cuenta como formando parte del contenido de entrenamiento general dirigido a un objetivo, pero, sin embargo, no es tal el caso de los nadadores, ya que allí falta la referencia al tipo de deporte.

las que los deportistas jóvenes son capaces de aprender y ajustarse ante los estímulos de entrenamiento, y que en otras etapas reaccionan de un modo más intenso.

3. Un tercer problema lo plantea, según Rost y Martin (1997), la insuficiente progresión de carga en el entrenamiento de conexión en la edad júnior. A esta edad no sólo se debe elevar la carga de entrenamiento a sus valores máximos, sino que también se debe elevar claramente el número y la dificultad de las competiciones. Sin embargo, a esto se oponen las elevadas exigencias escolares y laborales. Además, en muchos tipos de deporte se añade la incorporación al sistema nacional de rendimiento de deportistas internacionales de elite, así como el tiempo de permanencia de los atletas adultos en los deportes de elite, donde se reducen las oportunidades de entrada de elementos y disminuyen las ambiciones deportivas de rendimiento.

II. Planificación del entrenamiento a medio plazo

Característica del efecto de entrenamiento retardado a medio plazo (ERM) es la evolución en forma de onda del desarrollo del rendimiento. En determinadas fases temporales, por ejemplo durante períodos anuales, aparecen, una o varias veces, efectos de transición con desarrollos regresivos. El ERM se determina, sobre todo, por

la magnitud de la intensidad del entrenamiento.

En la «estructura de bloque» del entrenamiento según Werchoshanskij (1984; 1988; 1995), dentro de períodos de preparación relativamente largos, de 15 a 27 semanas, se implantaron bloques de carga con distintos contenidos acentuados siguiendo el principio de orden enlazado. Los bloques se componen de macrociclos de 4 a 6 semanas de entrenamiento especial «concentrado», como, por ejemplo, el entrenamiento de técnica, el entrenamiento de fuerza, el de resistencia y otros. Neumann (1993) justificó el entrenamiento de bloques como ejemplo del entrenamiento de resistencia. Según el modelo del ajuste de la resistencia, (véase Figura 3.13) de él se deduce que una influencia de carga de 6 a 7 semanas (ajustada individualmente) supone una ganancia estable del entrenamiento que se mantiene durante mucho tiempo.

Para agotar de un modo óptimo las reservas de adaptación, un mesociclo con carga concentrada debe durar de 3 a 4 semanas, con una carga más moderada de 5 a 6 semanas. Ya que, según la experiencia práctica, en el transcurso de un entrenamiento de bloque, sólo se pueden yuxtaponer hasta un máximo de cuatro de estos bloques, y entre cada uno de estos bloques se debe realizar un intervalo profiláctico de 7 a 10 días para la regeneración y la adaptación acumulativa, por lo que se necesita un intervalo de tiempo de preparación de al menos 15-27 semanas en total.

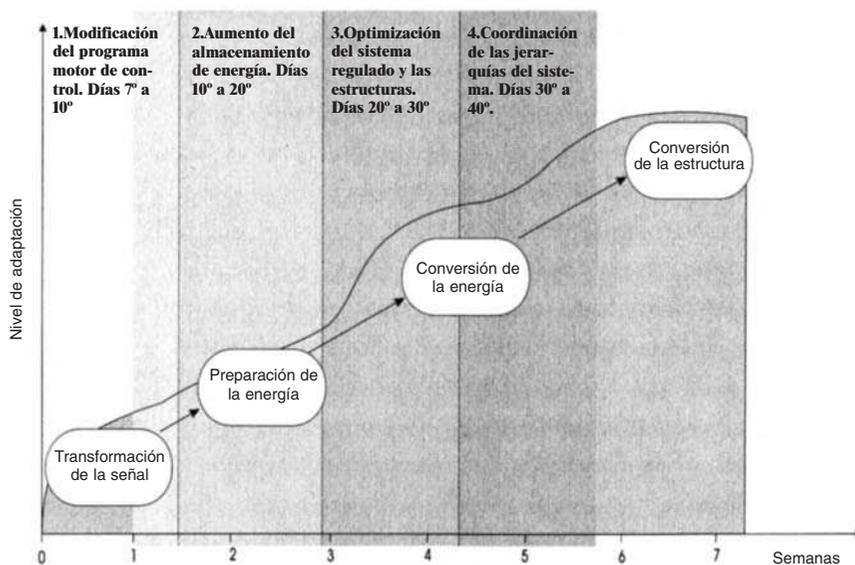


Figura 3.13 Evolución temporal de los diversos mecanismos de ajuste en el entrenamiento de resistencia (según Neumann, 1993).

Para constituir la macroestructura de un proceso de entrenamiento, se pueden utilizar los tipos de mesociclos que se presentan en la Tabla 3.1. Para la estructuración de un mesociclo de 3 a 6 semanas es característica una estructura de carga progresiva-regresiva. Esto significa que primero se debe planificar una elevación de carga de 2 a 4 semanas con el consiguiente mesociclo de carga elevada de choque y, a continuación, una fase de descarga de 1 a 2 semanas.

En el caso de una preparación para una competición importante hay que crear un ritmo de esfuerzo y recuperación, lo que provoca la forma más elevada en el deportista. Para ello se obtienen buenos resultados en la práctica del entrenamiento con un mesociclo estándar, la denominada «preparación previa a la competición» (PPC). Si la PPC contiene un «entrenamiento en altura»⁸ (véase Figura 3.14), entonces sigue aproximadamente un campus de entrenamiento elevado de unas 3 sema-

⁸ En el original alemán: *Unmittelbare Wettkampfvorbereitung* (UWV) (N. de la T.).

Durante la práctica del entrenamiento, la efectividad del entrenamiento en altura debe considerarse como demostrada, en especial en los tipos de deporte de resistencia y a causa de la diversidad de resultados deportivos asociados al entrenamiento en altura en relación con el rendimiento complejo de competición, cuando, por ejemplo, en relación con los parámetros de rendimiento fisiológico elegidos, no se puede comprobar una relación independiente en los distintos análisis médico-deportivos (resumen de Friedmann, 2000).

nas de una preparación de resistencia básica bajo condiciones normales de altura. Al final aparece la denominada fase *taper*, con aproximadamente un entrenamiento reducido de 10 a 14 días para la elevación de la forma que se produce en la preparación de las competiciones de llanura bajo las condiciones.

En contraposición a la efectividad, todavía sometida a dudas, de la fase de

preparación en condiciones de altura, la efectividad de la fase *taper* de, por regla general, 10 a 20 días de duración, se demuestra en una serie de estudios científicos del grupo de trabajo reunido en torno al fisiólogo Banister. Banister (1982) parte de que, en su antagonista modelo condición física-fatiga⁹, unos 15 días después del final del esfuerzo de entrenamiento intensivo, los componentes reversibles

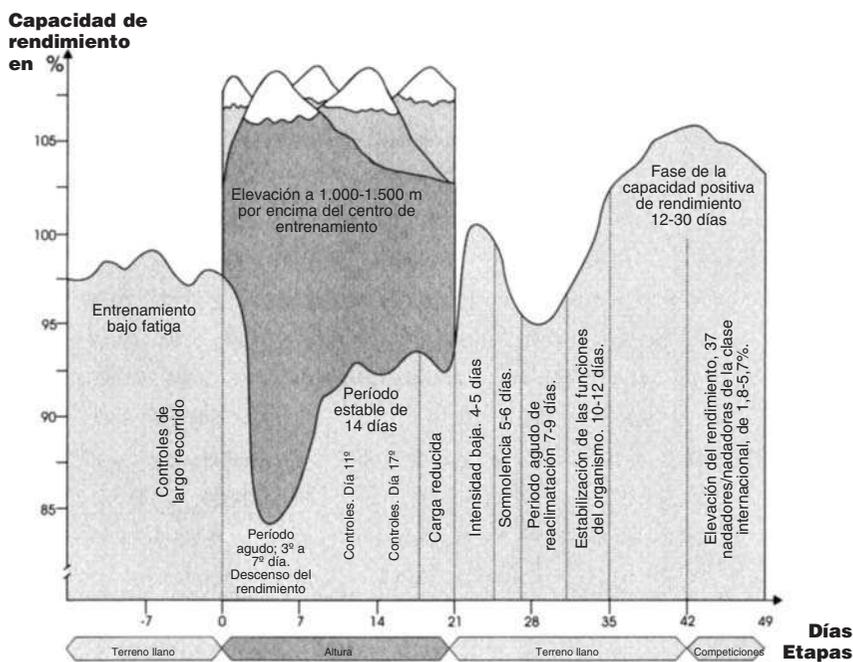


Figura 3.14 Modelo de ciclo de la preparación previa a la competición (de Tschien, 1999).

⁹ Un «mecanismo potencial de esfuerzo-potencial de rendimiento» comparable se basa también en el modelo de adaptación presentado por Mesare y Per (2000).

Tabla 3.1 Características de los macrociclos para crear el ciclo del proceso de entrenamiento (Harre, 1979; Matwejew, 1981; Berger, 1982; Berger y Minow, 1985; Starischka, 1988).

Tipo	Tareas	Esfuerzo/contenido
Mesociclo introductorio (MEI_{introducción})	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Elevación sistemática de la tolerancia de carga ▶ Preparación general ▶ Restablecimiento 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Intensidad media y volumen de carga bajo ▶ Sobre todo ejercicios de preparación general
Mesociclo de base (MEI_{base})	<p>a) Intensificador del rendimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Elevación sistemática del nivel de rendimiento en factores independientes de la determinación de rendimiento y estabilización temporal del rendimiento de competición <p>b) Estabilizador del rendimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Estabilización del nivel de rendimiento en factores que son independientes de la determinación de rendimiento y estabilización temporal del rendimiento de competición 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Elevación de la intensidad de la carga y del volumen de la misma ▶ Elevación de la preparación especial y el mantenimiento de constantes de participación de los ejercicios generales de entrenamiento ▶ Elevación de la intensidad de la carga y específica del tipo de deporte con mayor o menor reducción de volumen ▶ Elevación de la preparación especial y específica del deporte
Mesociclo de control (MEC_{control})	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Verificación de la mejora del rendimiento en la competición y estabilización temporal de los factores específicos del rendimiento en competición 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Elevación adicional de la intensidad de carga ▶ Mantenimiento de la preparación general y elevación de los ejercicios de preparación específica Competiciones secundarias y tests de control
Mesociclo precompetitivo (MEC_{precompetición})	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Mejor preparación posible para una competición decisiva ▶ Eliminación de fallos técnicos y tácticos ▶ Perfeccionamiento de los factores individuales de rendimiento en caso de necesidad 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Predominio de una carga específica e intensa ▶ Disminución de la preparación general y mantenimiento de la preparación especial de ejercicios de entrenamiento
Mesociclo de competición (MEC_{competición})	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Alcanzar el mejor rendimiento posible ▶ Perfeccionamiento de los factores que forman el rendimiento en la competición 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Elevación adicional de la intensidad de carga y mantenimiento del volumen del mismo ▶ Mantenimiento de las constantes de la preparación general y ejercicios especiales, así como elevación de la participación en los ejercicios de competición, es decir, en las competiciones
Mesociclo de restablecimiento (MET_{rest})	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Restablecimiento y estabilización de los fundamentos de rendimiento psicofísicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Descenso de la intensidad de la carga y elevación de los medios de recuperación
Mesociclo de transición (MET_{entre})	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Recuperación psicofísica para otro ciclo competitivo 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Elevación de la preparación general de los ejercicios de entrenamiento

de cansancio (fatiga) desarrollados compensan tanto el efecto negativo de los componentes de condición física disminuidos paulatinamente que, a partir de ese momento, se consigue una capacidad de rendimiento mejorada (véase figura 3.15). El efecto favorecedor de la capacidad de

rendimiento en la fase *taper* ha sido valorado, por ejemplo, por Hooper y Mackinnon (1999) en, aproximadamente, un 3% para el deporte de la natación, independientemente de las insignificantes variaciones en cuanto al contenido de la organización.

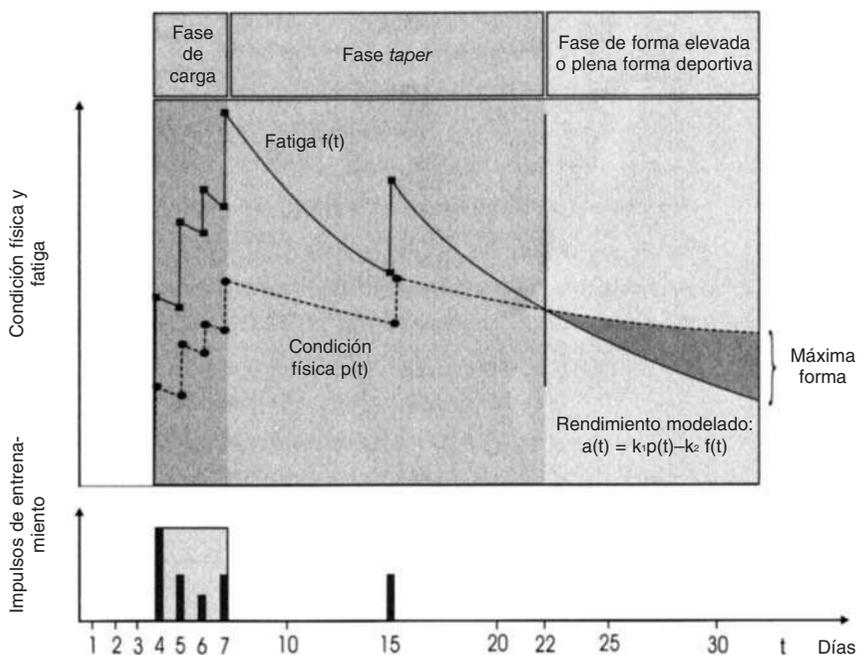


Figura 3.15 Modelo antagonista de la condición física-fatiga, según Banister (1982).

III. Planificación del entrenamiento a corto plazo

La dinámica del efecto del entrenamiento retardado a corto plazo (ERC) ofrece en poco tiempo, es decir, después del transcurso de varios días de tendencias alternantes hacia arriba y hacia abajo, un rendimiento complejo. En el entrenamiento de la mayoría de tipos de deporte se dan microciclos que coinciden con la semana de calendario del entrenamiento. En estos ciclos semanales se implantan la mayoría de las veces dos fases de entrenamiento para la estimulación del rendimiento. Con ello, una competición se puede utilizar como fase independiente de estimulación.

En los deportes de alto rendimiento es suficiente con una sesión de entrenamiento independiente para implantar un estímulo de entrenamiento suficientemente eficaz. Por lo tanto, todo el **microciclo** debe aparecer como una forma de organización típica ideal de conexión de estructura de varias sesiones de entrenamiento en el punto álgido de la planificación del esfuerzo.

Ya que en el deporte de rendimiento permanece relativamente constante el número de sesiones de entrenamiento planificadas dentro de un microciclo, es determinante la organización, de un modo óptimo, de las sesiones de

entrenamiento con la creación de tareas específicas (Berger y Minow, 1984). En primer lugar, el efecto de cambio de las sesiones de entrenamiento independientes garantiza la necesaria concentración de carga apropiada para ocasionar un efecto de entrenamiento retardado a corto plazo (ERC).

En todos los tipos de microciclos es común que las tareas principales se realicen en las fases de estimulación intensivas de carga. La fase de restablecimiento que desemboca en el proceso funcional de adaptación puede durar, según la estructura de la carga, hasta 4 días o más. En este tiempo, se producen las sesiones complementarias de entrenamiento con las siguientes tareas:

1. Fortalecimiento del efecto acumulativo del entrenamiento por medio del entrenamiento intensivo de los objetivos perseguidos en la fase de estimulación bajo condiciones de descarga.
2. Promoción del restablecimiento psicofísico por medio de contenidos generales de entrenamiento, en especial con cargas de resistencia aeróbica regenerativa y formas de juego y de ejercicio generales tecnotácticos.
3. Adopción de objetivos paralelos del proceso de entrenamiento, así como de las etapas de entrenamiento correspondientes que sean de menor importancia.

Los efectos acumulativos de entrenamiento se consiguen en el transcurso de ciclos semanales típicos con dos fases de incremento de esfuerzo estimulado de 1 a 2 días o una fase de 3 a 4 días y que llevan a una elevación de la forma física en 2 a 3 días. Una fase de estimulación y de recuperación corresponde a un espacio temporal de 3 a 5 días. Por ello, en la planificación de entrenamiento a corto plazo, se corresponde en primer lugar con el modelo de supercompensación «clásico» Jakowlews (1997, véase figura 3.1), con sus típicos ritmos de recuperación de, aproximadamente, unas 12 a 96 horas de duración (Martin, 1980).

IV. Planificación de la sesión de entrenamiento

La planificación de la estructura de entrenamiento dentro de una sesión de entrenamiento independiente apunta a la organización óptima de sus distintos contenidos. El entrenamiento de técnica o el de táctica bajo la implantación objetivo de los principiantes no permite un cansancio prematuro y debe situarse en el tiempo antes del entrenamiento de la condición física. Sólo en un nivel óptimo de motivación es posible la creación de un funcionamiento combinado sensomotor de alto valor para los grupos musculares y una elaboración y toma de información en el transcurso de la acción tecnicotáctica.

Otra cosa sucede en el caso del entrenamiento para la estabilización de las habilidades ya automatizadas, o en

los modelos de acción tecnicotáticos frente a perturbaciones exteriores e interiores. Estos objetivos de entrenamiento pueden desarrollarse con resistencia especial. En este caso se entrena en combinación con, o después de, el entrenamiento de la condición física bajo las correspondientes condiciones de fatiga (Olivier, 1996).

En el entrenamiento de condición física hay que determinar el orden de sucesión de las capacidades de entrenamiento adecuadas para las distintas capacidades condicionales independientes. Por regla general, el entrenamiento de fuerza y de velocidad se coloca antes que el de resistencia. En las capacidades independientes de fuerza explosiva, Werchoshanskij (1988) defiende una destacada manera de pensar: «El orden de los medios que son apropiados para un sistema complejo no tiene, en principio, ninguna significación, ya que la duración para la obtención en el organismo de los efectos del entrenamiento sobrepasa, en caso de que exista ese efecto, la duración de la sesión de entrenamiento. En los límites de tiempo marcados por esa sesión de entrenamiento y en los siguientes períodos de recuperación se llega, con diversos matices, a una elaboración del complejo total de los efectos del entrenamiento. Esto lleva al mismo efecto acumulativo, independientemente del orden en que se sucedan los efectos independientes». (Obra antes citada, 104–105.)

De acuerdo con el estado actual de los estudios e investigaciones, la orga-

nización de las formas de entrenamiento para el desarrollo de las capacidades de resistencia debe ocurrir de un modo diferenciado. Se rige, del modo más consecuente, por la ya acreditada sucesión: el entrenamiento aeróbico de resistencia va tras el anaeróbico, el entrenamiento de resistencia especial anaeróbico láctico; y el entrenamiento de resistencia anaeróbico láctico va tras el entrenamiento de resistencia anaeróbico láctico (Werchoshanskij, 1988). Por otro lado hay que esperar efectos negativos del esfuerzo (interferencias) cuando las formas de entrenamiento guiadas de efecto anaeróbico -aláctico se emplean tras un extenso entrenamiento de resistencia anaeróbico-láctico y cuando las formas de entrenamiento anaeróbico-láctico se emplean tras un extenso entrenamiento aeróbico de resistencia. También interfieren entre sí de forma negativa el entrenamiento aeróbico de resistencia con el entrenamiento de fuerza máxima.

3.3 CONTROL Y VALORACIÓN DEL ENTRENAMIENTO

En la dirección del entrenamiento (véase Figura 3.11) se aspira a transformar los valores teóricos planificados en los valores efectivos prácticos del entrenamiento que se formulan en el diagnóstico de entrenamiento. Con ello se persigue el objetivo de respaldar la acción subjetiva del entrenador por medio de datos objetivos y procedimentales. El diagnóstico de entrenamiento engloba en una primera instancia el control, y, en una segunda, la valoración del entrenamiento (véase Figura 3.16).

En el **control del entrenamiento** se implantan dos tipos de procedimientos de control, la **protocolización del entrenamiento**, en la que el entrenamiento realizado se archiva en las categorías adecuadas, y el **control del rendimiento**, en el que se hace el diagnóstico del estado actual del rendimiento del atleta. Las dos formas de datos reales se analizan en un primer paso del análisis de la evolución del entrenamiento en relación con su estructura, y se comparan con los valores teóricos que se plantearon en un principio. En el siguiente paso del análisis de efectividad del entrenamiento se analizan los datos reales de entrenamiento y de rendimiento en su interdependencia.

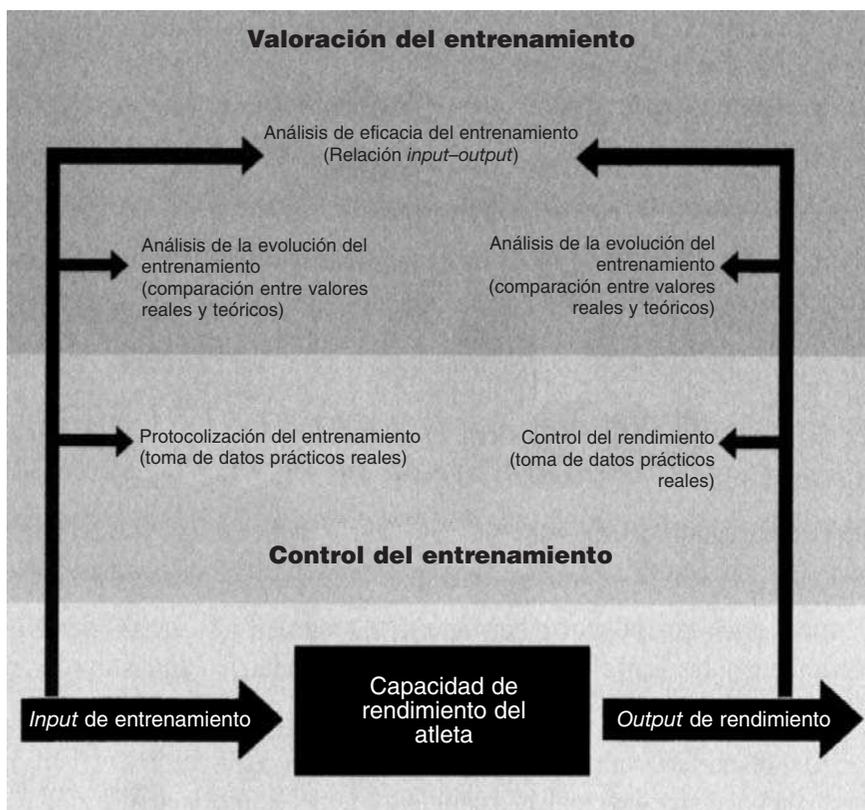


Figura 3.16 El diagnóstico de rendimiento con los pasos de trabajo del control del entrenamiento y la valoración del mismo (según Hohmann, 1994a).

En el diagnóstico de entrenamiento, el moderno deporte de rendimiento presenta elevadas exigencias en su diversidad y en los detalles de las informaciones concomitantes de la ciencia del entrenamiento, así como en la libertad del efecto retroactivo de los procedimientos de control. Además, el *feedback* debe ser convertible directamente, desde los análisis de diagnósti-

co de entrenamiento, en acciones prácticas de entrenamiento. Bajo estas premisas, el concepto de la «práctica de entrenamiento controlada» (véase Hohmann, 1994b) es especialmente adecuada, sobre todo en la investigación de evaluación científica del entrenamiento y la deliberación sobre el mismo.

Para ello:

1. Se documenta el proceso de entrenamiento por un análisis longitudinal referido a un caso.
2. Se valoran los datos de entrenamiento y rendimiento con métodos de análisis empíricoestadístico de casos independientes.
3. La posibilidad de generalización de los análisis aspira a que los resultados de los análisis de la evolución y del efecto del entrenamiento se comparen con los que han sido obtenidos por otros atletas, otros equipos o en otros procesos de entrenamiento.

3.3.1 *PROTOCOLIZACIÓN DEL ENTRENAMIENTO*

Definición. La **protocolización del entrenamiento** es una variante científica del entrenamiento para la observación de los comportamientos. Primero se determinan categorías (cargas de entrenamiento, así como exigencias del mismo, medios de entrenamiento contenidos y métodos) en los que son efectivas las intervenciones del entrenamiento. En el protocolo de entrenamiento se incluyen todas las expresiones cuantitativas de las categorías.

La protocolización del volumen del entrenamiento se efectúa, por regla general, numéricamente por medio de los parámetros dominantes específicos de cada deporte del sistema metro – kilogramo – segundo. Esto se verifica, por ejemplo, de la siguiente forma:

- ▶ En los tipos de deporte de fuerza, por ejemplo en el levantamiento de pesas o en culturismo, junto al número de repeticiones de ejercicios, se anotan también los pesos del ejercicio (tonelaje).
- ▶ En las disciplinas de movimiento como, por ejemplo, atletismo, natación o ciclismo, junto a los metros recorridos se anota el número de series.
- ▶ En los tipos de deporte de composición técnica se registran el número de repeticiones de ejercicio en los elementos independientes, las conexiones entre los ejercicios y los programas de figuras libres.
- ▶ En los tipos de deporte de lucha y en los juegos deportivos se anota la duración en tiempo de cada ejercicio y, si se diera el caso, el número de repeticiones en los complejos de contenidos definidos (como, por ejemplo, el entrenamiento de lucha o de juego, el entrenamiento en circuito y otros) (Hohmann, 1994a).

Entre los problemas que todavía no se han solucionado en cuanto a la pro-

tolización, es decir, la documentación del entrenamiento, se encuentra la determinación de la intensidad del esfuerzo en los tipos (grupos) de deportes por separado. Mientras que en los tipos de deporte de fuerza y de resistencia es relativamente fácil determinar la intensidad absoluta del esfuerzo sobre la carga, como puede ser la velocidad de repetición del ejercicio, en la cualificación de la intensidad relativa existen considerables dificultades. En el deporte de fuerza se recurre a cargas relativas (comparándolas con el rendimiento máximo) (Zatsiorsky, 1996), y en los tipos de deporte de movimiento, a la resistencia energética individual del deportista (Mader *et al.*, 1976).

Este último procedimiento ha llevado, por ejemplo en la natación, a las siguientes categorías (Rudolph, 1995; Mujika *et al.*, 1996):

- ▶ Entrenamiento de compensación/regeneración en valores de lactato en un ámbito inferior a 2 mmol/l de sangre (COMP así como REG).
- ▶ Resistencia básica I en valores de lactato en el ámbito del umbral aeróbico, aproximadamente 2–3 mmol/l (RB I).
- ▶ Resistencia básica II en valores de lactato en un ámbito ligeramente superior al umbral anaeróbico, aproximadamente de 3 a 6 mmol/l (RB II).

- ▶ Entrenamiento de resistencia de velocidad, así como entrenamiento de resistencia específico de la competición, en el campo submáximo a máximo de valores de lactato de 8 a 12 mmol/l, o superior (RV/REC).

- ▶ Entrenamiento de esprint.

En los tipos de deporte de lucha y en los juegos deportivos hay que basarse en que la resistencia no sólo resulta de las exigencias energéticas, sino también de las informativas. La intensidad de carga se eleva con el incremento de la complejidad informativa del contenido del entrenamiento, de igual modo que ocurre con las exigencias motrices en la explosividad y precisión de las acciones relativas al movimiento. La intensidad de carga se puede determinar, de una forma correspondiente, por la duración medida de los ejercicios de entrenamiento independientes según las exigencias informativas, metodológicas o energéticas (véase Hohmann, 1994a).

3.3.2 CONTROL DE RENDIMIENTO

Los **procedimientos de control** diagnósticos de rendimiento tienen la tarea, en la planificación de objetivos al comienzo de un proceso de entrenamiento, de determinar las fortalezas y debilidades en el sentido de una comparación de valores reales y teóricos (diag-

nosis de entrada diferencial y orientada a la norma). Por el contrario, en el control de entrenamiento continuado sirven para obtener **informaciones de evolución y referidas a la intervención** sobre el desarrollo actual de la capacidad de rendimiento.

La exigencia y la capacidad de rendimiento se pueden controlar tanto en el entrenamiento como en la competición. En la competición domina, por naturaleza, la observación estandarizada de la competición; en el entrenamiento se pueden implantar, adicionalmente, tests de psicología del deporte, biomecánica, medicina deportiva o metodología del deporte.

Para un control óptimo del entrenamiento, los procesos de observación y de test deben ser auténticos. Esto hace que sea necesario determinar los criterios de calidad, objetividad, fiabilidad y validez (de contenido) de los procesos de control (véase Apartado 2.3.2).

Entre ellos y dentro del marco del diagnóstico de rendimiento práctico del entrenamiento, la fiabilidad de los procesos de control es el más importante.

Si se implanta una vez la objetividad y la consistencia instrumental, es decir, la precisión de medición del test así como la fiabilidad inter-rater de la observación, entonces en el diagnóstico de la evolución hay que tener especialmente en cuenta la constancia de requisitos para la obtención de datos.

Si se puede mantener constante la puesta en práctica de la medición (en la mayor medida posible), esto minimiza las influencias de las condiciones exteriores de medida, así como también de las interiores que puedan variar.

En contraposición a la medición de diagnóstico de estado, al efectuar la comparación de distintas personas con respecto a una característica, en el caso de controles de rendimiento de diagnóstico de proceso referidos a un caso, hay que tener en cuenta las influencias de la memoria, la repetición y el ejercicio. Su influencia en la medición disminuye cada vez más cuanto más a menudo y con más fuerza se hace el diagnóstico del deportista y cuanto más dignos de confianza y menos retroactivos son los procesos de medición.

La parte restante de la fluctuación de las características en el resultado de la medición se atribuye al efecto del entrenamiento, sobre el que realmente trata el análisis de la evolución y del efecto del entrenamiento. Otras estrategias para obtener una imagen más precisa de la capacidad real de rendimiento de atleta son las repeticiones de la medición y las ampliaciones del test.

En el marco del diagnóstico de rendimiento de la práctica del entrenamiento referido a la evolución, la tendencia es observar que a la validez referida al criterio de los procesos de control, es decir, a su conexión con el rendimiento deportivo, se le atribuye un mayor significado que a la validez

de contenido, que focaliza la evidencia de la comprensión de las características.

Para determinar los avances de rendimiento con un criterio (difícil de formular), en caso de duda es mejor disponer de un predictor complejo altamente correlacionado que partir de un parámetro débil orientado al criterio, aun cuando éste representa mejor en cuanto al contenido la característica específica sometida al test. Esto ha llevado a que se adapten una serie de tests previamente llevados a cabo en los laboratorios en relación con la situación de campo de la competición, como, por ejemplo, los procesos de (espiro) ergometría y electromiográficos. En el mejor de los casos, se dispone de procedimientos de test que reúnen parcialmente en sí de un modo muy aceptable exigencias ambivalentes de la especificación de la situación y de la autenticidad de la medición.

3.3.3 ANÁLISIS DE LA EVOLUCIÓN DEL ENTRENAMIENTO

El tema del **análisis de la evolución del entrenamiento** se refiere tanto a la evolución del entrenamiento como también al desarrollo del rendimiento. Con procesos

adecuados (véase Figura 3.17) se controla si la organización del entrenamiento planteada o el desarrollo del rendimiento se pueden completar adecuadamente. Para ello, se describen por secciones los valores alcanzados y/o se comparan con los valores teóricos planteados en las características de la estructura del proceso de entrenamiento, así como en las características del rendimiento.

Por regla general, en el análisis de la evolución del entrenamiento para la descripción de esta serie de datos, se plantean exactamente y se organizan sistemáticamente por personas especializadas, de modo que su estructura es ya, en gran medida, conocida. La utilidad científica del análisis de la evolución del entrenamiento es, por lo tanto, más bajo en comparación con el análisis de la eficacia del entrenamiento, ya que este procedimiento está implantado en principio como control de la ejecución del proceso de entrenamiento.

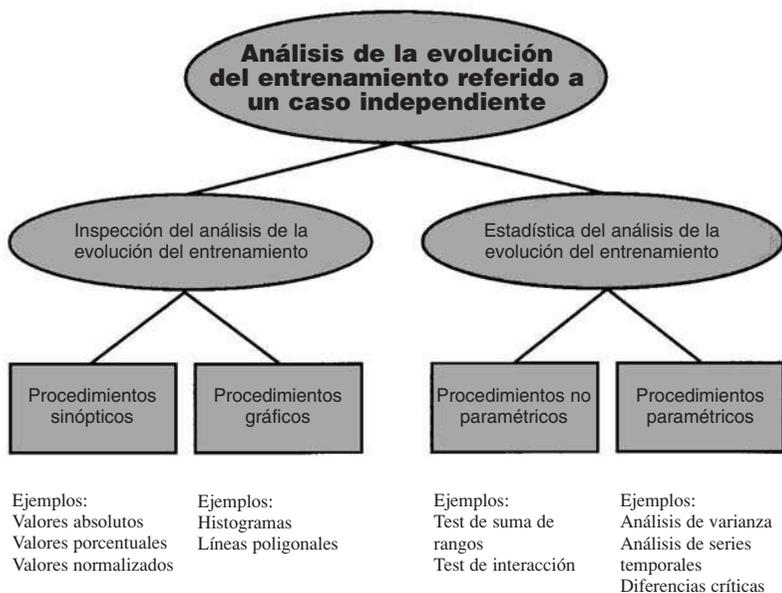


Figura 3.17 Procedimientos y métodos de ejemplo para la descripción referida a un caso independiente de la estructura de evolución en los procesos de entrenamiento¹⁰.

3.3.4 ANÁLISIS DE LA EFICACIA DEL ENTRENAMIENTO

Por lo tanto, el control de un proceso de entrenamiento es óptimo cuando no sólo se describen por separado la evolución del desarrollo de los datos de entrenamiento y rendimiento, sino que también se muestran conexiones entre el *input* de entrenamiento y el *output* de rendimiento. Por ello, la ciencia del entrenamiento puede inter-

pretar de modo causal (estadístico), en la situación adecuada, las conexiones entre características de entrenamiento y rendimiento. El motivo de ello es que el efecto de entrenamiento se basa, en una parte esencial, en adaptaciones estables. Éstas sólo pueden ser ocasionadas, en contraposición a los efectos de aprendizaje u otros comportamientos que pueden ser provocados de cualquier modo, por medios de entre-

¹⁰Para métodos estadísticos independientes véase: Petermann, 1978; Letzelter y Letzelter, 1984; Hohmann, 1986; Lames y Tattermusch, 1991; Lames 1992b, 1994a; Wilhelm, 1999.

namiento avanzados y «no banales» (Frey y Frena, 1982, 253). Por tanto, en procesos de entrenamiento planificados y controlados cuidadosamente y, sobre todo, en los experimentos de entrenamiento, los avances experimentados por el entrenamiento difícilmente se pueden deber a otras causas (Hohmann, 1999b).

El análisis de la eficacia del entrenamiento se produce, en el ámbito de la valoración del entrenamiento por medio del ordenador, por ejemplo con los procedimientos de **medición de la alteración analítica en cada caso particular** reflejados en la Figura 3.18. En relación con el diseño del análisis de entrenamiento, así como el nivel de escalas y la densidad de presentación de los datos, se pueden diferenciar dos planteamientos: los análisis de diferencias y las dependencias entre valores teorico-prácticos.¹¹

Debido al carácter singular y no repetitivo de la mayoría de los procesos de entrenamiento (en especial los de deportes de rendimiento), el diseño de encuesta en los dos procesos de

análisis se limita a controlar el comportamiento del tratamiento (T) y la consiguiente modificación de estado (M) sólo dentro de los grupos de análisis que entrenan. Frente a las «verdaderas» órdenes de intento experimental, faltan grupos de control adecuados. Para el análisis diferencial de valores reales-reales son sólo necesarias ordenes de medición de la forma M M M M M... Son muy exigentes los planes de experimento, como por ejemplo M M M T M M M o (M) T₁ M T₂, o también los más costosos, como, por ejemplo, M M M M M... T T T T T... (Barlow y Hersen 1984). En el análisis de contexto valor práctico-práctico se analiza la dependencia en serie de un (rendimiento) de criterio de una variable de predicción tomada paralelamente.

Desde un punto de vista metodológico de investigación, parece ser aconsejable, para el análisis de eficacia del entrenamiento, llevar a cabo una recopilación diagnóstica de datos del entrenamiento en una serie lo más densa posible y sobre la base de parámetros de medición a escala de intervalos. Las mejores circunstancias concurren cuando las características interesantes del entrenamiento y del rendimiento se recogen al día o durante una semana (o media semana), en el caso de elabora-

¹¹ En el análisis de experimentos de entrenamiento referidos a casos independientes, la mayoría de las veces existe el problema de que, para los exigentes procedimientos matemático-estadísticos no existen las condiciones previas de utilización necesarias en el caso de práctica habitual de entrenamiento ocasionadas por los datos de entrenamiento, rendimiento y competición. Básicamente esto concierne a la elevada fiabilidad de las mediciones independientes. Para el empleo de procedimientos de análisis de la varianza y de series temporales es necesario conseguir unos niveles de escala de intervalo, así como un elevado número de análisis de entrenamiento de, al menos, aproximadamente 30 puntos de medidas de series temporales.

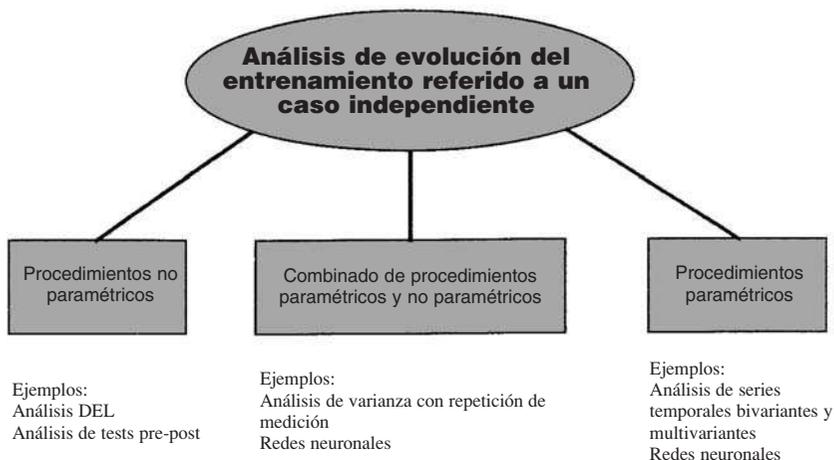


Figura 3.18 La curva de incremento de la fuerza para la determinación de la fuerza máxima, así como la fuerza rápida con sus componentes, la fuerza inicial y la explosiva (según Bührle y Schmidtbleicher, 1981).¹²

ción de datos tomados como series estadísticas temporales y que, en la elaboración de datos se pueden referir unas a otras de un modo bivalente o multivalente. En vista de la optimización del entrenamiento obtenida, una forma procedimental de obtener datos es mucho más adecuada que la mera medición pre-post, ya que con ello se puede comprender mejor la cronología de la adaptación individual del deportista.

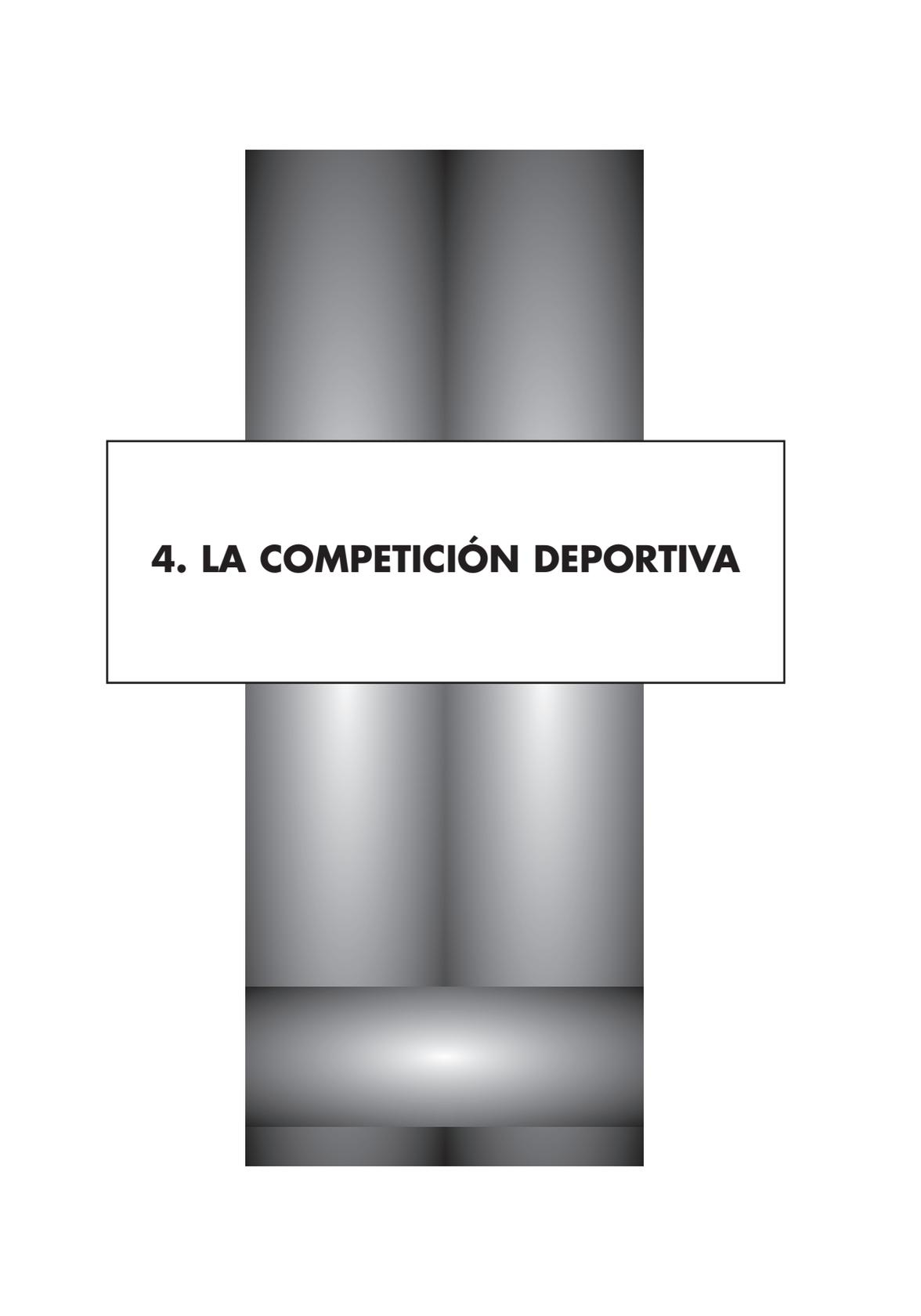
3.4 CUESTIONES PROPUESTAS PARA EL CONTROL DEL APRENDIZAJE

1. ¿Qué dos principios determinan la mejora de las condiciones previas de rendimiento y, con ello, el desarrollo de la capacidad de rendimiento deportiva?

¹²Para métodos estadísticos independientes véase: Hohmann, 1986; Lander, Huth y Schack, 1996; Hohmann y Wichmann, I. D.; Edelmann-Nusser, Hohmann y Henneberg, 2001.

2. ¿Qué variantes de esfuerzos se pueden diferenciar tanto para el entrenamiento deportivo de rendimiento como para el deportivo de *fitness* y terapéutico?
3. ¿En qué se diferencian los estados de entrenamiento de *overreaching* y *overtraining*?
4. ¿Qué medidas y características centrales marcan el empleo cibernético del control del entrenamiento?
5. ¿Qué medidas y características centrales marcan el empleo sinérgico del control del entrenamiento?
6. ¿Qué pasos de trabajo hay que llevar a cabo a la hora de realizar una planificación de objetivos?
7. ¿Qué pasos de trabajo hay que llevar a cabo a la hora de realizar una planificación de estructura?

8. ¿En qué principios de entrenamiento se debe basar la configuración de un proceso de entrenamiento básico a medio y largo plazo?
9. ¿Qué funciones y características de organización hay que tener en cuenta a la hora de planificar un microciclo?
10. ¿Qué dos pasos de trabajo centrales caracterizan el control de entrenamiento?
11. ¿Qué criterios de calidad hay que tener especialmente en cuenta a la hora de realizar un test motor del deporte y para su observación estandarizada?
12. ¿Qué dos pasos de trabajo centrales caracterizan la valoración del entrenamiento?
13. ¿Qué métodos de valoración de datos son especialmente apropiados para la valoración del entrenamiento?



4. LA COMPETICIÓN DEPORTIVA

4.1 SUGERENCIAS DE MODELOS PARA LA COMPETICIÓN

«¡Necesitamos una enseñanza de la competición!», así comenzó Thiess en 1994, en la revista de la DSB, una campaña del deporte de rendimiento que tenía como objetivo dar a la competición un contenido de consideraciones sistemáticas. Esta demanda es también un reto científico (incluso cuando se distingue la diferencia entre una enseñanza de la competición y una adaptación científica del entrenamiento) para la ciencia del entrenamiento, la cual no se entiende más que como una «teoría y metodología del entrenamiento» (en la misma publicación, 6).

Esto es menos válido para los componentes, propuestos por Thiess (1994), sobre una enseñanza de la competición. Los fundamentos humanísticos (sobre todo en la historia y la pedagogía) no son un tema que atañe directamente a la ciencia del entrenamiento, la documentación del sistema de competición no es un problema de tipo científico y, finalmente, la preparación previa a la competición (PPC) y los métodos de competición, como

metodología del entrenamiento, son parte del entrenamiento y no de la enseñanza de la competición.

La **competición** como tema integrante de la ciencia del entrenamiento abarca los ámbitos de la creación del modelo de competición, del control de la misma y del diagnóstico de la competición.

¿Pero por qué la ciencia del entrenamiento no ha tratado de forma sistemática e independiente el tema de la competición? De un modo semejante a lo ya comentado en el Capítulo 1 relativo a las preferencias de la investigación en los temas de las condiciones de rendimiento frente a la realidad de la influencia de un entrenamiento que, en ocasiones, no está controlado, se puede asegurar que también los motivos de la sociología científica desempeñan un papel importante. El objetivo más elevado de la ciencia clásica consiste en la exposición de las circunstancias del comportamiento, es decir, el regreso a la regularidad y a las condiciones de margen (Hempel y

Oppenheim, 1948). Cuando se ha alcanzado este escalón se está en condiciones de hacer un pronóstico sobre los diversos fenómenos y, a partir de esto, controlarlos o guiarlos. Sin embargo, esta exigencia se encuentra en manifiesta contradicción con las características de la competición deportiva: su general y manifiesta incapacidad de ser objeto de pronóstico, su sinceridad y los reiterados y espontáneos cambios que aparecen de un modo específico en casi todos los tipos de deporte.¹ Por el momento la ciencia del deporte se ha atrevido a hacer pocas incursiones en este terreno movedizo y poco seguro.

En el momento actual parece estar claro que los métodos convencionales de la ciencia del entrenamiento son esencialmente apropiados para proponer diagnósticos de estado agrupados estadísticamente, pero esto no es suficiente para su objetivo. Hay que pasar revista a otros métodos que sean más adecuados, para describir la fortuna y la mala suerte, circunstancias de situación y cambios espontáneos.

La pretensión de, algún día, alcanzar un control científico de la competición deportiva es incompatible con la «esencia» de la competición deportiva. Los mejores modelos de la competición sólo amplían un segundo plano del conocimiento y permiten con ello una fundada inclusión de las medidas de entrenamiento. Sin embargo, estas limitaciones a su alcance no deben ser

motivo de pretexto, ya que, por el momento, no se está muy lejos de los modelos adecuados y, sobre todo, un control perfecto y científico del deporte de competición significaría el final de la atención que la sociedad presta a los deportes de competición, lo que resultaría notablemente contraproducente para el «gremio».

Una **competición deportiva** es una comparación de rendimiento en un determinado tipo de deporte, siguiendo unas reglas prefijadas y que tiene lugar entre deportistas independientes o equipos con el objetivo de conseguir una victoria (una jerarquía).

4.1.1 FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

Con esta definición conceptual (Lühnenschloss, 1995) sólo se pretende un marco organizativo. Sería muy interesante llevar a cabo una discusión pedagógica de la competición que reconozca tanto los pros como los contras de la competición en el deporte escolar (Hagedorn, 1992). La «competitividad» no sólo se puede considerar como una expresión de egoísmo, sino también como un motor de la vida. Puede considerarse bajo el aspecto de la rivalidad y la competencia, pero también bajo el concepto de la eleva-

¹ Estas características de la competición deportiva producen la tensión que es base fundamental de la destacada posición que actualmente ocupa el deporte en la moderna sociedad de ocio.

ción de la autoestima y la cooperación encaminada hacia un fin.

Un acercamiento mayor a una consideración científica del entrenamiento ofrece un análisis sociológico de la estructura normativa de la competición (Heinemann, 1980). Las normas regulan, entre otras cosas, la igualdad de posibilidades entre los competidores por medio de, por ejemplo, la introducción de obstáculos. Con ello se aseguran que el resultado de una competición no sea seguro, lo que produce una tensión no sólo entre los espectadores y los medios de comunicación, sino que, en sí, también supone un atractivo para el deportista que practica la competición. Entonces interesan la consistencia y la exactitud de las reglas que deben permitir al deportista un margen de maniobra en el campo de juego y así escapar del peligro de la previsibilidad. Según Elias y Dunning (1970) las reglas del juego deben controlar y dirigir el juego «entre la Escila de la confusión y la Caribdis del aburrimiento». Por lo tanto, las reglas (y sus modificaciones, véase, por ejemplo, la historia de las reglas del fuera de juego o la de tres puntos en el fútbol) aseguran, en general, el atractivo de un tipo de deporte.

Cuando se debe proponer una determinación de la competición desde el punto de vista científico del entrenamiento, es cuando hay que tener en cuenta las distintas estructuras de los grupos de los diversos tipos de deporte. Así, en los tipos de depor-

te de fuerza y resistencia se trata, con el empleo táctico y hábil de las condiciones de rendimiento, de organizar de un modo óptimo la competición. En los tipos de deporte de composición técnica se trata de presentar, bajo las condiciones de la competición, la destreza en su más elevada calidad. En los juegos deportivos y los tipos de deporte de lucha, el conflicto con el adversario es el elemento constitutivo de la competición. Esto se expresa, por ejemplo, en la siguiente determinación de los juegos deportivos:

Los juegos deportivos constituyen un tipo de deportes

- ▶ sujetos a reglas internacionalmente codificadas,
- ▶ en las que dos partes (individual, dobles o por equipos)
- ▶ intervienen en un proceso interactivo que hace que ambos contendientes, simultáneamente, aspiren a su propio objetivo en el juego y que quieran evitar que el equipo contrario alcance el suyo propio;
- ▶ el objetivo en los juegos deportivos es un acción simbólica determinada de acuerdo con ciertas reglas (Lames, 1991).

Para el grupo de tipos de deporte de lucha se puede formular una definición análoga, ya que aquí también se da la particularidad de la forma especí-

fica de interacción entre los adversarios. Estos «fenómenos de interacción» se ocupan, además, de las condiciones previas de rendimiento de los grupos de tipos de deporte determinados y, en ocasiones, de las decisiones en una competición: procesos de adelantamiento, esfuerzos finales masivos, la «réplica» a una ventaja del adversario, la organización de la velocidad en la carrera, etc.

Junto a estos fenómenos de interacción, una modelización medida de la competición también debe ser capaz de crear más fenómenos. La relación de las condiciones previas de rendimiento para el resultado de la competición da como resultado, a menudo, que la variabilidad del conjunto sea menor que la de cada una de sus partes integrantes. Esto se puede observar, por ejemplo, en los tiempos parciales del eslalon de esquí, en los parámetros de espacio-tiempo de la carrera de 100 m o en los tiempos parciales de los lanzamientos de golf. En el centro de esta observación se esconde que hay un acoplamiento funcional entre los componentes de un rendimiento de competición (véase Müller y Loosch, 1999). Si, por el contrario, se observa cómo se modela actualmente el rendimiento de competición, que es una combinación lineal de componentes independientes, aparece de forma especial la necesidad de un repaso de la configuración de los modelos.

Ambos fenómenos, el carácter interactivo de la competición y la relación entre los rendimientos comple-

jos de competición y los componentes parciales, llevan a la formulación de una «no linealidad del éxito del deporte» (véase la Figura 4.1).

No linealidad del éxito deportivo. Entre la capacidad de rendimiento, el rendimiento en la competición y el éxito deportivo no existe una relación que sea sencilla y lineal, sino que es compleja, determinista, dependiente de la situación y «caótica», y, por tanto, una relación que no es fácil de pronosticar.

En esta formulación se ha expresado que hay que conseguir un doble proceso cuando se trata del tema de la relación entre la capacidad de rendimiento y el éxito deportivo. La primera no linealidad se ocupa de la transformación de la capacidad de rendimiento en rendimiento de competición, lo que, a la larga, no es determinista, sino que está «perturbado» por condiciones de situación o coyunturales (variabilidad del rendimiento parcial, procesos de motivación, condiciones del campo de juego, así como comportamiento del viento e interacciones con el adversario).

La segunda no linealidad se basa en la estructura de la competición deportiva en la que, por regla general, se consigue la decisión de la victoria o la derrota por medio de imponderables del juego, que no siempre son

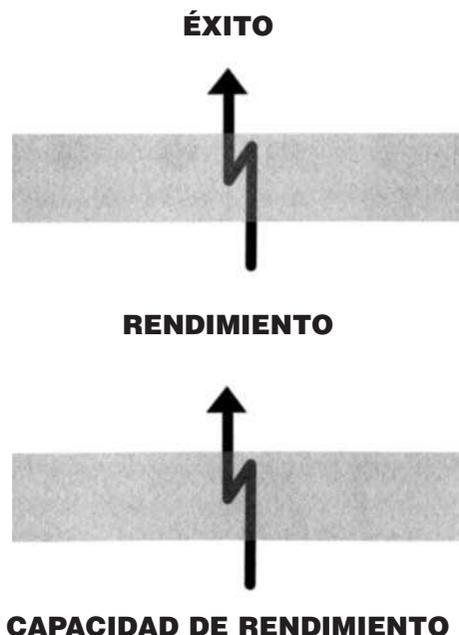


Figura 4.1 No linealidad del éxito deportivo.

controlables como función de la calidad del rendimiento mostrado. Cuando en un eslalon es decisiva una ventaja de una centésima de segundo, cuando cinco corredores en la carrera de 800 m llegan a la vez a la recta final, cuando el éxito de un partido de balonmano depende de un tiro de 7 m en el último minuto, ...todo esto son imponderables que no permiten predecir, a partir del rendimiento de la competición, de quién será el éxito deportivo.

4.1.2 CAOS: ¿EL ESPÍRITU DE LA COMPETICIÓN?

El desafío científico actual ocasionado por esta no linealidad del éxito deportivo es la pregunta que surge tras la configuración adecuada de un modelo. ¿Por qué no es predecible una competición deportiva? Por un lado, la complejidad del sistema hace imposible que se recojan todas las circunstancias relevantes. Además, existe también el fenómeno que decide, a menudo, las más pequeñas diferencias

entre la victoria y la derrota, y la espontaneidad del resultado se decide a causa de la imposibilidad de controlar estas más pequeñas diferencias.

Una competición de salto de altura en muchas ocasiones se decide gracias al resultado de sólo uno de los saltos independientes. Incluso cuando se conocieran todos los componentes de rendimiento, se recogieran de acuerdo con su situación y se pudiera deducir de estos factores el rendimiento actual, sin embargo, nadie estaría capacitado para calcular si un listón que se ha rozado al saltar va o no a caer. De hecho esto es un proceso determinista controlado por leyes físicas, pero las dependencias son tan sensibles que no son accesibles a las mediciones.

La sensibilidad es una característica del **sistema caótico**. Señala el estado de las cosas por el que las más pequeñas variaciones en las condiciones iniciales de un sistema dinámico pueden llevar a distintas evoluciones de los estados finales. En el plano de los fenómenos se encuentra también la sensibilidad en la competición deportiva, donde incluso las más pequeñas diferencias que ya no parecen influyentes deciden sobre la victoria o la derrota.

Nota complementaria: no linealidad en el fútbol

Para informar sobre la existencia de estos fenómenos, se ha concebido una investigación asociada al fútbol (Lames, 1999b). El juego del fútbol es adecuado de una forma especial para la observación sistematico-dinámica, ya que aquí el éxito en el resultado depende de muy pocas situaciones decisivas del juego: goles y oportunidades. Esto también lleva a que de la superioridad de un equipo (en ambos tiempos del juego, balance de los enfrentamientos, etc.) no tiene por qué deducirse el éxito en el resultado. Para el juego del fútbol, se puede suponer una no linealidad en la competición (véase la Figura 4.2), lo que concreta de un modo específico la relación no lineal de la Figura 4.1 entre el rendimiento de competición y el éxito en el deporte.

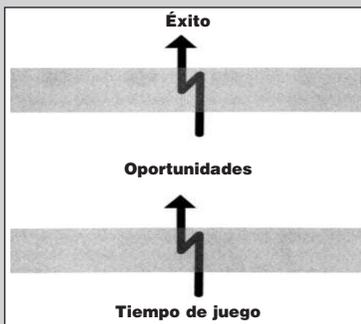


Figura 4.2 No linealidad de la competición en el fútbol.

Gracias al sistema de observación se analiza la participación de las variables «caóticas» en la creación de goles en el fútbol. Las variables «caóticas» son aquellas circunstancias con las que se puede llegar a conseguir los tantos gracias a una realización no planificada, casual o imprevisible. En detalle, estas circunstancias se entiende que se han realizado cuando el disparo que da en el poste o en el larguero acaba en gol, cuando el portero roza el balón, cuando un balón queda indefendible a causa de un rechazo (los llamados balones en falso), cuando un balón rebota en el poste o en el portero es transformado, cuando en una cesión para proteger la portería el balón no es recogido por un compañero sino por un jugador adversario, o cuando un disparo que, lanzado desde una gran distancia, por casualidad, encuentra su objetivo y acaba en gol².

Si se aceptan las definiciones operacionales, el resultado del análisis se puede englobar en una única cifra: en el 47,06% de las 1.445 secuencias de gol observadas en las primeras ligas europeas, al menos ocurrió una de las variantes antes comentadas. En la Figura 4.3 se representan las frecuencias independientes de cada una de ellas.

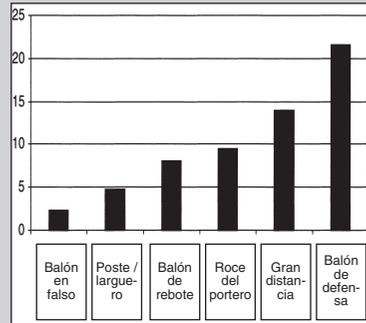


Figura 4.3 Prevalencia de variables sensitivas en la consecución de goles en el fútbol ($n = 1.445$).

El hecho de que, aproximadamente, la mitad de los goles realizados formara parte de esta «variable del caos» tiene consecuencias para la creación de modelos de secuencias de gol en el fútbol. Se debe recurrir a modelos que estén en situación de representar las contingencias descritas. Esto podría permitir, por ejemplo, la modelación de un sistema dinámico (véase Figura 4.4).

En esta metáfora, los estados de juego representan los polos de atracción. Las oportunidades en el campo de juego del fútbol deben ser concebidas como regiones de inestabilidad dentro del espacio de estados, en las que el juego se desplaza fuera de la zona del equilibrio relativo a causa de la intervención de los equipos en liza. En semejantes regiones de inestabili-

²Textualmente, *Sonntagsschuss* («chut de domingo»); en lenguaje coloquial se podría traducir como «gol de chorra» (N. de la T.).

dad no resulta extraordinario que el paso a otro polo de atracción ofrezca características caóticas de la sensibilidad. Ahora persiste el gran reto de encontrar variables apropiadas con las que se pueda describir la dinámica del sistema del fútbol. El futuro mostrará si estas características espaciales o temporales, configuraciones sobre el terreno de juego, etc. llegarán a aparecer.

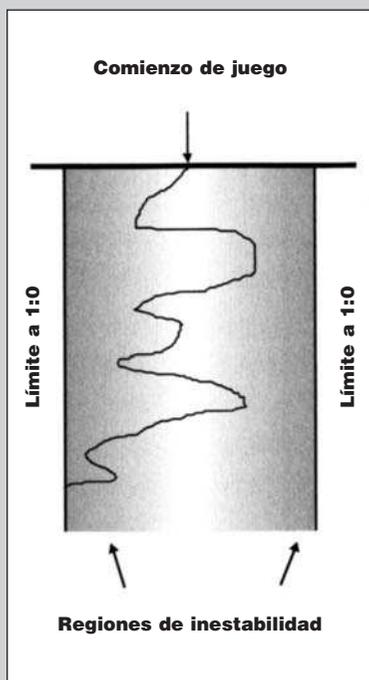


Figura 4.4 Ilustración de la evolución del juego como sistema dinámico en el fútbol.

4.1.3 EL ACOPLAMIENTO ENTRE ENTRENAMIENTO Y COMPETICIÓN

Aunque entrenamiento y competición se conciben como dos ámbitos distintos de la ciencia del entrenamiento, en el Capítulo 1 ya ha quedado claro que muchas de las preguntas «interesantes» de la ciencia del entrenamiento se refieren al análisis de los efectos recíprocos entre los dos temas. De hecho, en muchos campos de aplicación, por ejemplo en los deportes de fitness, donde no hay situaciones de competición, el entrenamiento es un «objetivo propio», pero allí donde los rendimientos deportivos se presentan y se contrastan, la competición se toma como «situación de prueba» del entrenamiento deportivo.

En especial, en el terreno de los deportes orientados al rendimiento es necesario que exista una estrecha relación entre la competición y el entrenamiento, ya que sólo de ese modo se puede alcanzar el objetivo de la optimización del éxito deportivo. Es comprensible que las indicaciones de entrenamiento que se derivan directamente del comportamiento en competición se destaquen por su especial relación con el éxito deportivo y, por ello, que cobren una especial relevancia.

Mientras que el entrenamiento se concibe, de un modo tradicional, como con una positiva influencia en el resultado de la competición, han surgido pocos modelos relacionados con informaciones sobre el comporta-

miento en la competición que puedan ser efectivos para el control del entrenamiento. En relación con el retorno de las informaciones de la observación sistemática de juego en el proceso de entrenamiento, se ha trabajado para conseguir un concepto que sirva de acoplamiento entre el entrenamiento y la competición y que describa el marco del problema, que se debe solucionar de forma detallada para garantizar una comprobación eficaz de las informaciones de la competición en los enunciados de control del entrenamiento (véase la Figura 4.5).

En el ámbito de los problemas de descripción se expresa que, en primer lugar, se debe presentar el comportamiento en competición para que los demás análisis sean comprensibles. Para ello es suficiente con el espectro de descripciones que son asistidas por aparatos de alta operatividad como, por ejemplo, desde los análisis cinemáticos o dinámicos en la competición hasta las observaciones subjetivas y diarias del entrenador. El método con el que se consigue una descripción se puede concebir como una configuración de modelo que se debe

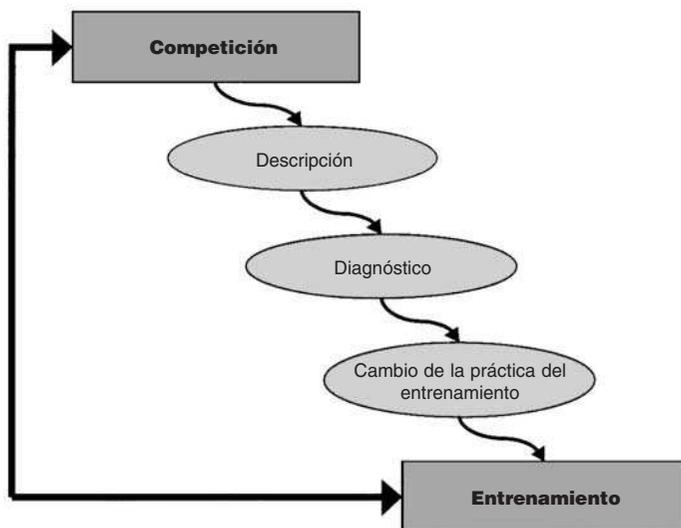


Figura 4.5 Modelo de acoplamiento entre entrenamiento y competición con círculos o ámbitos de problemas (según Lames, 1994b).

validar de un modo concluyente. En comparación con la validación de la cualidad de las mediciones, hasta ahora se ha prestado menos atención a la validación del «objetivo» de la descripción de una competición (Lames, por autorización). ¡Los distintos métodos de descripción son válidos de diferentes formas para los diversos objetivos!

En el círculo de problemas de **descripción** se trata de encontrar presentaciones de comportamientos en competición sobre cuya base se puedan realizar informaciones que guíen el entrenamiento.

El círculo de los problemas de diagnóstico se compone de dos escalones. En primer lugar la descripción del juego se somete a una valoración, la cual contiene la identificación de casos extraordinarios como, por ejemplo, los que se refieren a fortalezas o debilidades. Esto es un elevado escalón interpretativo, ya que aquí no sólo se obra de un modo algorítmico con material numérico (por ejemplo, sobre la investigación de las anomalías de distribución), sino que están incluidas todas las condiciones marginales.

Cuando, por ejemplo, el 90% de los fallos de un partido de tenis tienen lugar en el juego de revés, esto no tiene por qué representar ninguna debilidad técnica del revés cuando, por ejemplo:

- ▶ Se han cometido, en total, pocos fallos.
- ▶ El 90% de los golpes de la línea de fondo fueron golpes de revés.
- ▶ El adversario colocó sus «golpes ganadores» preferentemente en el revés.

También, de un modo recíproco, un resultado numéricamente no llamativo puede significar una debilidad cuando concurren expectativas de otra índole. Éste sería, por ejemplo, el caso en que con un (fuerte) golpe de derecha en tenis no se puedan conseguir más puntos directos que con el revés.

Cuando se identifica un modelo extraordinario de comportamiento, se coloca en un segundo escalón del diagnóstico la tarea de la localización de sus causas en el estado de las condiciones de rendimiento. Aquí, por lo tanto, de los efectos observados se deducen causas hipotéticas que permiten que se den muchas interpretaciones del ámbito del juego. Así, de un especial comportamiento en la observación puede sacarse a colación una gran cantidad de causas. Un bajo índice de éxito en tenis en el juego «*serve-and-volley*» («servicio y volea») puede estar provocado, por poner un ejemplo, por un comportamiento táctico erróneo cuando se resta fuertemente en el resto, cuando las voleas están mal colocadas o cuando se sobrevalora la efectividad del propio golpe. Los errores técnicos en el juego «*serve-and-*

volley» ocurren tanto en la ejecución de los golpes independientes (saque, volea) como también en el transcurso general del movimiento de subir a la red. En el ámbito de la condición física influyen negativamente, por ejemplo, la velocidad defectuosa de reacción, la fuerza de esprint, de salto y de golpeo en el balance del *serve-and-volley* (servicio y volea).

El ámbito de los problemas de **diagnóstico** se caracteriza por su elevado grado de libertad interpretativa, ya que se deben relativizar las circunstancias extraordinarias de las condiciones al margen, y, a menudo, no se definen de un modo claro las causas estructurales de las condiciones de rendimiento.

El producto final de un diagnóstico realizado de un modo eficaz está constituido por las condiciones previas de rendimiento, cuya expresión puede ser responsable para las circunstancias extraordinarias en el comportamiento en competición. Esto representa unas metas potenciales de entrenamiento con las que, en el círculo del problema, se puede elevar el cambio de la práctica de entrenamiento. Cuando se comprueba la posibilidad general de entrenamiento en un complejo de condiciones previas (contraejemplo: pequeño tamaño corporal como causa del problema en el juego de *serve-and*

-volley), entonces se plantea la pregunta de la posibilidad de entrenamiento rentable, es decir, calibrar y contrastar el gasto y el rendimiento. Esta calibración debe suponer un triángulo de tensión entre el nivel del deportista, su potencial y el empleo de tiempo en los entrenamientos. El consiguiente cambio de método del entrenamiento juzga la posibilidad de consideración en el proceso de entrenamiento y los efectos de los cambios comparando con otras metas del entrenamiento.

El modelo aquí presentado para el acoplamiento entre el entrenamiento y la competición se caracteriza por mostrar los distintos ámbitos o círculos de problemas que deben ser resueltos con éxito. Cuando, por ejemplo, la observación subjetiva de la competición que realiza el entrenador está muy marcada por reflexiones diagnósticas, entonces existe el peligro de reproducción de opiniones preconcebidas. Cuando, como *input* para la planificación del entrenamiento, no se dan los actuales diagnósticos extraídos del comportamiento en competición, se puede «introducir» una rutina del entrenamiento sin acoplamiento de retroalimentación (reacción) para llegar al éxito en la competición.

Nota complementaria: observación cualitativa del juego

La transposición, aquí mencionada, del acoplamiento entre entrenamiento y competición fue el

tema central de un proyecto de investigación denominado «Observación cualitativa del juego» (Hansen y Lames, 2001). Basándose en el conocimiento de la naturaleza interpretativa de todos los escalones de diagnóstico y en el cambio práctico del entrenamiento, se recurrió a la metodología cualitativa de la investigación, siguiéndose: (1) El concepto del marco de la intervención social según Guba y Lincoln (1989) para la interacción ciencia-práctica. (2) Se orientó el análisis de las informaciones gráficas en los análisis cualitativos de contenido de Mayring (1993). La preparación eficaz y el seguimiento en competición del equipo nacional alemán de voleibol en los Juegos Olímpicos de Sidney se organizó siguiendo este principio, del que se dedujeron posteriormente unos resultados que fueron calificados como prácticos y aceptables. Desde un punto de vista científico del entrenamiento, parece significativo afirmar que no sólo el diagnóstico en sí necesita una concepción que esté fundada teóricamente, sino también que ocurra la correspondiente implementación del procedimiento en la práctica.

4.2 EL CONTROL DE LA COMPETICIÓN

El control de la competición (véase Figura 4.6) se compone de tres parámetros: preparación de la competición, dirección de la competición y análisis posterior de la competición. Los tres pasos de trabajo se focalizan, en su núcleo, en el comportamiento en la competición principal de entrenador y atleta. Por ello, el entrenamiento de la competición se debe preparar, organizar y valorar en dependencia con el objetivo de la misma.

Para conseguir el objetivo de un comportamiento óptimo en la competición, es decir, orientado a la carga y a la eficacia, son necesarios, en el control del entrenamiento, tanto las acciones de búsqueda de información como las de modificación del estado de la acción. En el transcurso de la preparación, dirección y análisis posterior de una competición, el diagnóstico y la intervención tienen otros objetivos y por lo tanto se diferencian de fase en fase. Mientras que ambos pasos de trabajo en la preparación de la competición sirven para controlar el estado del rendimiento del atleta para la competición principal, en el caso de la dirección de la competición, el entrenador y el atleta deben apoyarse a la hora de estructurar los eventos de la competición. En el análisis posterior de la competición se trata de los objetivos diagnósticos, es decir, de valorar, *a posteriori*, las medidas de preparación y dirección.

De estas distintas posiciones del objetivo se deducen también diferencias en el modo y la organización de las medidas de diagnóstico e intervención. En la fase de la preparación de la competición se producen los controles de rendimiento y las medidas de entrenamiento, pero todavía sin situarse bajo las condiciones de competición. Por lo tanto, en esta fase, en los controles de rendimiento se utilizan procedimientos de test que no son utilizables bajo las condiciones de competición, por ejemplo por métodos invasivos (como concepto de invasión del cuerpo del atleta) o con aparatos,

que de hecho pueden ejercer como procedimientos que obstaculicen el movimiento. Por el contrario, los procesos de observación ya en competición deben establecerse de forma que no creen perturbaciones. Una observación estandarizada de competición, por consiguiente, sólo puede aportar las informaciones necesarias para la dirección de la competición correspondiente cuando está preparada para una valoración que acompañe inmediatamente la competición. Por lo demás, el diagnóstico de la competición debe ser efectuado en el análisis posterior de la competición.

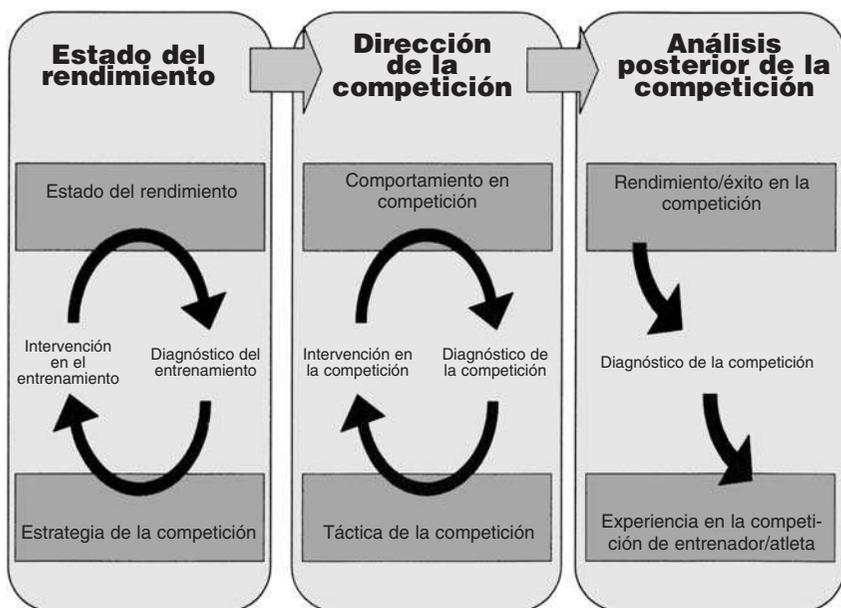


Figura 4.6 Parámetros, objetivos y medidas de la regulación de la competición (según Hohmann, 1997a).

4.2.1 PREPARACIÓN DE LA COMPETICIÓN

La preparación de la competición engloba dos escalones de trabajo: la creación de una estrategia basada en el diagnóstico y su traslación al entrenamiento. El establecimiento y la disposición del éxito de las correspondientes estrategias de competición forman parte, igual que el *coaching* (preparación), con cuya ayuda la estrategia se puede intentar trasladar al desarrollo de la competición, de aquellas tareas en las que se documenta con más fuerza la calidad de un entrenador.

I. Creación de una estrategia basada en el diagnóstico

La preparación de la competición, en función del tipo de deporte de que se trate, hace que el entrenador tenga distintas exigencias. Mientras que en los tipos de deporte de resistencia y de fuerza es decisivo un *timing* (sincronización/ritmo) exacto de la forma física, en los deportes técnicos acrobáticos, y aún más en los tipos de deporte colectivos y de lucha, gana en importancia la preparación cognitivo-mental. Ya que la estrategia de la competición posee también en el entrenamiento un carácter de guía de las acciones, para establecer las medidas del entrenamiento se debe trabajar en el desarrollo temporal.

En los deportes de tipo técnico-acrobático no sólo tiene influencia sobre el éxito deportivo el *output* de

rendimiento motor del deporte, sino, en una medida parecida, también la presentación estética del ejercicio de la competición. Por lo tanto, en la creación de estrategias también hay que considerar los factores externos de éxito, como la elección de temas actuales en caso de un programa con figuras técnicas libres, el acompañamiento musical y la ropa de competición, en las modernas formas de movimiento y expresión, y circunstancias similares.

En los tipos de deporte (mks³) en los que el resultado de la competición se determina en forma de tiempos obtenidos, distancias recorridas, alturas alcanzadas o superación de resistencias, la preparación de la competición se refiere sobre todo a desarrollar un estereotipo dinámico-motor referido a la competición (modelo de movimiento estable a las perturbaciones) para ser desarrollado por encima del espacio temporal de la competición.

En las disciplinas cíclicas (fuerza, resistencia y velocidad) esto hace que, la mayoría de las veces en la etapa UWV (PPC) (*Unmittelbare Wettkampfvorbereitung* [preparación previa a la competición], véase Apartado 3.2) se intente que el comportamiento de competición planificado se cree sobre la base de una «tabla de marcha» con unos tiempos intermedios adaptados al perfil del recorrido o a los procesos óptimos de frecuencia de ciclo, así como los de amplitud de ciclo.

³Metro – kilogramo – segundo (N. de la T.).

En las disciplinas acíclicas de fuerza y velocidad se manifiesta el comportamiento de competición planificado en forma de procesos óptimos de aceleración que, de igual modo, se crea la mayoría de las veces en la etapa UVW (PPC).

En los tipos de deporte de competición y lucha continúa la controversia entre los adversarios a la esencia de «juego de suma cero»: si uno gana, el otro pierde. A pesar de las deliberaciones previas, sólo existen planteamientos concretos aislados, como puede ser la teoría matemática de los juegos (Renick 1975; Perl y Uthmann, 1981; 1987) u otros modelos estocásticos como, por ejemplo, el de las cadenas de Markov (Lames, 1991; Lames y Hohmann, 1997; véase el Apartado 4.3) en los que se pueden utilizar, para la preparación de la competición, un desarrollo de estrategias de victoria.

Para la **creación de estrategias** se necesita, en primer lugar, una serie de informaciones previas sobre los aspectos técnicos, tácticos y físicos de la competición que se va a realizar. Esto se consigue con la ayuda de diagnósticos anteriores o actuales del comportamiento de competición tanto propio como del adversario (véase Apartado 4.3). Sobre la base de este conocimiento se crea la estrategia de competición

correspondientemente adecuada al éxito propio y se aplica a la planificación de la preparación de la competición.

En el siguiente desarrollo de la preparación de la competición se intenta optimizar de un modo sistemático el estado de rendimiento de la forma deportiva, y sobre todo técnico, táctico y físico, del deportista por medio de intervenciones en el entrenamiento que están dirigidos a la adquisición de las estrategias de competición que se hayan elegido. En el desarrollo de la preparación de la competición se consigue un permanente equilibrio entre «lo que hay – lo que debe haber». El diagnóstico del entrenamiento necesario se puede llevar a cabo, en el caso de competiciones de entrenamiento y estructura, en forma de diagnóstico de competición.

II. La intervención de la estrategia elegida

En los tres grupos de tipo de deporte descritos aparece la adopción de la estrategia de competición planificada para los atletas en forma de preparación tanto física como también cognitivo-mental y psíquica.

a) Entrenamiento motor deportivo

Dentro de los deportes de tipo «mks», en las carreras ha obtenido un especial significado el denominado entrenamiento de pronóstico. En esta

forma de entrenamiento se realiza la velocidad de competición máxima, en ocasiones supramáxima, en el sentido de un control de velocidades realizado sobre cortas distancias o espacios de tiempo (Rudolph, 2001). Para ello se pueden utilizar las competiciones oficiales con distancias menores a las previstas o también con simulaciones de «competiciones en el laboratorio» en canales de corriente (nadar, canoas, remos y otros) o bien con ergómetros específicos del deporte (ciclismo, carreras de esquí y otros). En disciplinas monocíclicas (saltos, lanzamientos, levantamientos y otros) se utilizan métodos de contraste, en los que se ajustan las sensaciones para un óptimo comportamiento de aceleración del propio cuerpo o de los aparatos con los que se facilitan u obstaculizan (de modo alternante) las condiciones de movimiento al contrastarlas con las exigencias previstas en la competición (Deiss y Pfeifer, 1991).

En los tipos de deporte técnico-acrobáticos, en las preparaciones previas a la competición, se sitúan en el punto central los ejercicios de figuras libres originales. En los tipos de deporte de fuerza o colectivo, en las preparaciones previas a la competición, las cargas de entrenamiento intensivas se terminan en forma de luchas con *sparring*, así como juegos de preparación en los que se simula tanto el comportamiento esperado del adversario como la estrategia apropiada para la victoria.

b) Entrenamiento con vídeo

El entrenamiento práctico de la táctica se debe apoyar obligatoriamente, en el caso de la preparación previa a la competición, por medio de un entrenamiento de vídeo guiado cognitivamente. Con la ayuda de un material de observación adecuado se puede facilitar de un modo más sencillo la estrategia de competición a la que se aspira. Para ello es necesario que el punto de vista del entrenador, la experiencia del deportista y la información del vídeo estén perfectamente sintonizados unos con otros.

Nota complementaria: entrenamiento con vídeo

El entrenamiento con vídeo fue tratado de forma eficaz por el grupo de investigación de Saarbrück reunido en torno a Daug (Daug *et al.*, 1990; 1991b). Se diferencian tres empleos de objetivo: vídeo-*feedback*, instrucción con vídeo y observación del vídeo.

El vídeo-*feedback* («entrenamiento por retroalimentación con vídeo») se organiza siguiendo el principio de la información rápida y se utiliza para la corrección del estilo propio de juego y lucha. En él hay que repetir varias veces las tres fases de: (1) realización motriz deportiva de las acciones tecnicotácticas, (2) el tranquilo y no perturbado autoenjuiciamiento del deportista y (3) la presenta-

ción en vídeo de las escenas comentadas por el entrenador, intercaladas con pequeñas pausas (< 60 s).

La presentación objetiva de las escenas de vídeo representa un detallado y efectivo valor real del comportamiento. Sirve como base para objetivizar, amoldar y optimizar las acciones tanto de entrenamiento como de competición, para el dictamen subjetivo de acciones por parte del entrenador y también para la regulación objetiva de las acciones que deba llevar a cabo el atleta.

La instrucción con vídeo presenta al deportista secuencias de imágenes con los comportamientos de competición tecnicotáticos a los que se aspira y con su propio comportamiento (el valor que es real y el que se pretende alcanzar). En la instrucción con vídeo se intenta, a través de la visualización didáctica adecuada, alcanzar los valores teóricos previstos por el entrenador en la forma más rápida posible. Para ello es importante preparar la frecuencia y la forma (por ejemplo, mediante el uso de la cámara lenta triple y cuádruple, un esquema del campo de juego con líneas de referencia, movimientos en competición con líneas características biomecánicas) de las escenas.

En el entrenamiento de observación con vídeo se muestra al de-

portista el material de observación (grabaciones de vídeo, videoclips, impresiones de vídeo, etc.) para conseguir unos comportamientos de competición considerados como propios y óptimos (valor efectivo) o para hacer patentes los comportamientos de competición característicos del contrario. Con esta «información previa» se pueden preparar y mejorar las formas de comportamiento tecnicotáticas que se producirán tanto en el entrenamiento posterior como en la competición.

De un modo resumido hay que tener en cuenta los siguientes «principios» en el entrenamiento con vídeo:

- ▶ Los contenidos del entrenamiento con vídeo deben ser determinados desde un principio. En la elección de la información del vídeo deben tenerse en cuenta el estado de las capacidades, conocimientos y experiencias previas de los deportistas.
- ▶ Los modelos de percepción, tanto del entrenador como del atleta, deben ser congruentes. Ambos deben utilizar los mismos símbolos y modelos de valoración para comparar los valores efectivos y los teóricos.
- ▶ La información de vídeo debe distribuirse con tiempo suficien-

te, de tal manera que al principio del proceso de entrenamiento ya se produzca y se lleve a cabo un entrenamiento reforzado con el vídeo. Después seguirán sesiones de entrenamiento «libres de vídeo» para evitar una «sobresaturación».

- ▶ La sesión de entrenamiento con vídeo, habida cuenta de la alta exigencia de atención y concentración a que obliga y que ejerce sobre los deportistas, se debe limitar a un contenido en el tiempo que oscile entre los 20 y los 40 min. Con esto se pretende evitar un «despilfarro mental» de rendimiento.
- ▶ El entrenamiento con vídeo se debe llevar a cabo de un modo continuado. Por ello hay que asegurar un comportamiento medido de la carga general de entrenamiento, de modo que se establezcan cognitivamente los modelos típicos de comportamiento.

En el marco del proyecto «Observación cualitativa del juego» (Hansen y Lames, 2001) se ha conseguido elaborar una moderna solución tecno-

lógica al servicio de la estrategia de competición en el deporte de voleibol. El equipamiento técnico se compone exclusivamente de una cámara digital de vídeo y de un ordenador portátil. Las grabaciones se comprimen *online* (procedimiento MPEG) y se graba en el disco duro.

Tras una estructuración primaria del juego con la que se categorizan los intercambios independientes de balón, se pueden resumir y presentar los cambios de balón de un modo interactivo según sus características propias. En las reuniones tácticas entre jugadores y el entrenador surgen espontáneamente las preguntas al banco de datos y, simultáneamente, en él se pueden buscar respuestas en forma de material gráfico para estrategias alternativas. Esta tecnología permite una validación comunicativa para las estrategias que resulten convincentes, es decir, se puede conseguir la confirmación de su validez mediante la consecución de un compromiso, ya que, en cada momento, se puede apoyar en los hechos presentes. En especial en los tipos de deporte que se orientan en una elevada medida a un comportamiento táctico acorde con las debilidades y las fortalezas del adversario y donde hay que referirse lo máximo posible al comportamiento actual en el juego, el procedimiento representa un apoyo constante para la preparación de la competición.

Nota complementaria: análisis de efectividad del entrenamiento con vídeo

En un estudio sobre las sesiones de entrenamiento con vídeo, Hohmann y Wichmann (2001) analizaron la efectividad de la discusión estrategicotáctica de un equipo de voleibol (masculino, liga regional). Durante la preparación del juego una semana antes del partido se insistió sólo en los conocimientos subjetivos de experiencia y en informaciones previas no sistemáticas sobre los adversarios. En las sesiones celebradas en la semana de la competición, para conseguir el éxito en el partido se dieron recomendaciones de acción asistidas por vídeo. La estrategia propuesta de juego se basó en informaciones de vídeo elegidas sobre la base del comportamiento de juego tanto del propio equipo como del contrario (gracias al material de vídeo acumulado en el

partido de ida), así como informaciones cuantitativas adicionales extraídas de la observación sistemática del juego. Las informaciones adicionales se refieren a la actuación⁴ determinada en el partido de ida de los adversarios por separado y de las acciones de juego elegidas sobre el rendimiento general del equipo de los adversarios.

El proceso de asesoramiento se compone de fases (semana de entrenamiento) con y sin tratamiento (véase Figura 4.7). Por medio del nivel de escala nominal y los datos de rendimiento codificados y binarios, según victoria y derrota, se determinó el efecto de intervención con la ayuda del análisis DEL (Petermann, 1978). En el resultado de la evaluación, el análisis DEL mostró que el «paquete completo» de las medidas de intervención supone una elevación de la efectividad del 9,1% (mejor partido de vuelta).

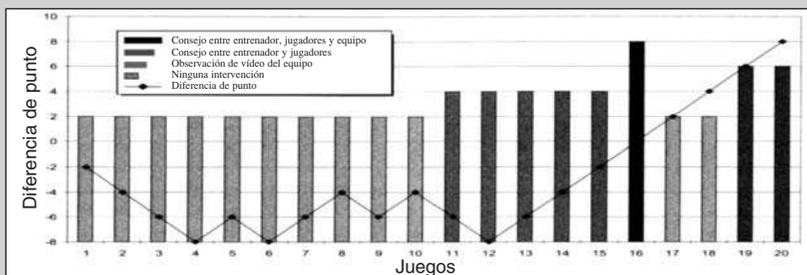


Figura 4.7. Estructura de intervención y desarrollo de rendimiento (proporción de puntos) en la preparación de competición estrategicotáctica de un equipo de voleibol (según Hohmann y Wichmann, 2001).

⁴Las actuaciones de rendimiento de los jugadores y las acciones de juego fueron obtenidas gracias a la ayuda de un índice de efectividad de juego y de la probabilidad de éxito de punto (para el método: Hohmann, Daum y Dierks, 1997; Lames *et al.*, 1997; Lames y Hohmann, 1997).

c) *Entrenamiento mental (EM)*

En la preparación de la competición en muchos tipos de deporte da buen resultado el entrenamiento mental (*mental training* = MT) cuya implantación sirve no sólo para la regulación del estrés, sino sobre todo para dar un sentido más profundo a la estrategia de la competición. En el entrenamiento mental se presenta, de forma consciente y metodológicamente repetida y planificada, cómo se deben resolver eficazmente las acciones deportivas sin tener que ponerlas en práctica. Para ello Eberspracher (1990) propone las tres siguientes variantes:

1. El entrenamiento subvocal, en el que se apunta en un monólogo el desarrollo del movimiento a entrenar.
2. El entrenamiento de percepción encubierta, en el que se presenta, a modo de una película ante los «ojos del espíritu», por la que se observa cómo se llevan a cabo las acciones que sirven.
3. El entrenamiento ideomotor (psicomotor) en el que se intenta poner en situación a los actores del movimiento para que experimenten su desarrollo de un modo tan vívido como si se estuviera produciendo de forma activa.

En el deporte el entrenamiento ideomotor es especialmente valioso.

Como en otras formas de EM, es necesario que se tenga la «cabeza despejada» y que se conozca por propia experiencia la evolución del movimiento que se va a entrenar.

Para el aprendizaje de la forma del objetivo del entrenamiento ideomotor son apropiados los siguientes cuatro niveles o fases: (1) El atleta se imagina del modo más real posible la evolución del movimiento y resume la idea que se ha forjado, en una descripción del movimiento, de la forma más precisa que pueda. Lo más práctico es realizarlo por escrito. (2) El atleta aprende de memoria el texto que relata la correcta evolución del movimiento, de modo que pueda tener presente el movimiento de una forma subvocal, es decir, en un soliloquio. (3) El atleta sistematiza los elementos esenciales del transcurso del movimiento y los concentra en forma de «puntos nodales de reunión» del movimiento. (4) A partir del último escalón se marcan los puntos nodales de un modo simbólico por medio de las convenientes formas abreviadas vocales. Se deben corresponder con el ritmo del movimiento, de modo que se pueda recurrir a ellas rápidamente durante la ejecución del movimiento y que apoyen de modo escalonado el transcurso del movimiento.

Como establecimiento de un objetivo, se debe pretender que la idea de ejecución del movimiento no pueda durar más tiempo que la ejecución práctica del mismo.

Nota complementaria: entrenamiento mental en deportes de buceo

Los ejercicios de inmersión bajo el agua se deben llevar a cabo con éxito ante cualquier tipo de condición que se pudiera pensar. Para que el buceador pueda recurrir con seguridad a la evolución y desarrollo de los movimientos necesarios, aun en condiciones desfavorables (por ejemplo, mala visibilidad o grandes fríos) o incluso en casos de emergencia (por ejemplo, impedimentos de movimiento o falta de respiración), es apropiado llevar a cabo una combinación de entrenamiento motor y mental.

Para el aprendizaje y el entrenamiento de la práctica bajo el agua de, por ejemplo, los nudos Palstek de marinero, Hohmann (1997b) cita los siguientes puntos nodales con sus correspondientes formas de expresión abreviadas (posición inicial: la cuerda se encuentra en la mano derecha, sobresaliendo de ella de 30 a 50 cm):

1. Agarrar el extremo de la cuerda con la mano izquierda (primer punto nodal): «¡Agarrar!».
2. Colocar la primera lazada alrededor de la mano derecha en el sentido opuesto de las agujas del reloj (segundo punto nodal) «¡Lazada de mano!».

3. Colocar la segunda lazada de sujeción alrededor del objeto a amarrar (tercer punto nodal): «¡Lazada de objeto!».
4. Introducir el extremo de la cuerda desde atrás a través de la lazada de mano (cuarto punto nodal): «¡Por detrás y a través!».
5. Llevar el extremo de la cuerda desde abajo alrededor de la cuerda «de la parte del brazo» (quinto punto nodal): «¡Abajo alrededor!».
6. Meter el extremo de la cuerda desde delante a través de la lazada de mano (sexto punto nodal): «¡Delante a través!».
7. Tirar con energía de la lazada de mantenimiento (séptimo punto nodal): «¡Tirón!».

4.2.2 DIRECCIÓN DE LA COMPETICIÓN (COACHING)

En la preparación de la competición que se acaba de comentar, las intervenciones se producen bajo condiciones de entrenamiento. Por lo tanto, deben entenderse básicamente como la adopción de una serie de medidas de entrenamiento encaminadas a la preparación para las posteriores exigencias de competición. Frente a ello se encuentran, en las intervenciones de dirección de la competición, las medidas de *coaching* (preparación), que se

utilizan para regular las exigencias resultantes del transcurso de la competición.

El *coaching*⁵ tiene como objetivo que el atleta muestre fundamentalmente la consecución de un estado de rendimiento (teórico) y, en la estrategia planteada para la competición, un comportamiento óptimo en competición, es decir, debe presentar e imponer las condiciones en su aspecto óptimo posible. En la dirección de la competición el entrenador intenta apoyar al deportista, con mayor o menor intensidad, por medio de decisiones de competición adecuadas a la situación. Para ello interviene el entrenador, en el marco de las reglas específicas del tipo de deporte, apuntando lo que ocurre en el preciso momento actual de la competición. Así puede, por ejemplo, exigir modificaciones en el comportamiento durante la competición (por ejemplo, en la organización del tempo, en la organización de los ejercicios o en la forma de la competición o el partido). En otros tipos de deporte debe interrumpir activamente la competición y modificar funciones o cambiar a jugadores.

Se puede influir de un modo óptimo en el comportamiento de competición cuando el entrenador, por medio de un diagnóstico de entrenamiento concomitante, dispone de informaciones objetivas sin demora o, al menos, informaciones rápidas.⁶

Estas informaciones pueden ayudar a organizar de un modo más efectivo la carrera, el sistema de presentación o las formas de lucha o de juego.

El significado del *coaching* resulta de la naturaleza de la competición deportiva que se ha comentado en el Apartado 4.1. Las dramáticas agravaciones de comportamiento observadas a menudo acarrear que las ventajas decisivas estén menos en el campo de las condiciones previas de rendimiento y que sea más decisivo el comportamiento en unas pocas decisiones. Si se actúa aquí, entonces el *coaching* puede influir de forma inmediata sobre el éxito deportivo.

Mirado en perspectiva, el *coaching* siempre se coloca en un primer plano, ya que en la mayoría de los tipos de deporte el número de competiciones aumenta durante el transcurso de la temporada y las competiciones, en algunos tipos de deporte, llegan a ser el factor principal del desarrollo del rendimiento individual.

4.2.3 ANÁLISIS POSTERIOR DE LA COMPETICIÓN

El análisis posterior de la competición consiste en valorar y analizar el resultado del rendimiento en la competición, así como el éxito conseguido. Lo ideal es que inmediatamente después del final de la competición se puedan consultar los resultados del análisis del diagnóstico de la competi-

⁵Sobre el tema *coaching*, consúltense los minuciosos trabajos de Hahn (1989), Hotz (1997), Frester (2000) y Gabler (1999).

⁶En relación con las informaciones disponibles y las diferentes alternativas, anteriores y actuales, sobre el *coaching*, consultar Czwalina (1994).

ción para poder objetivizar las valoraciones subjetivas de la evolución de la misma, así como la investigación de las causas por las que se ha obtenido el éxito o se ha cosechado una derrota. Cuanto más objetiva y diferenciadamente se valoren y se anoten las competiciones, más efectivamente se mejorarán las experiencias de competición del atleta y los conocimientos del entrenador.

La enseñanza del entrenamiento ha concentrado este estado de las cosas en dos principios (Schnabel, Harre y Borde, 1994):

1. **La continuidad y la regularidad del análisis posterior de la competición** son necesarias para realizar un control fundamental del entrenamiento, además de influir positivamente en las condiciones previas de rendimiento cognitivo y emocional del deportista y, en especial, para ejercitar el dominio de experiencias de éxito y derrota en la competición.
2. La valoración inmediata estandarizada y la **valoración más objetiva posible de la competición**. Poco tiempo después del final de la competición se valoran los resultados de la misma y se asegura la asimilación emocional. Uno o dos días después, se lleva a cabo una valoración

resumida y lo más objetiva posible en la que, sobre todo, se descubra la estructura de las causas para el éxito o la derrota y se muestran las consecuencias para el posterior entrenamiento o para las competiciones.

En el ámbito táctico es especialmente importante analizar el comportamiento en competición y comunicarlo a los atletas para optimizar la regulación compleja de las acciones. Esto logra mejorar la organización de la información cognitiva de los atletas. Pero, sin embargo, desde un punto de vista metodológico, no está definido totalmente si esto debe suceder en primer lugar con una organización externa al atleta o debe ocurrir mediante un proceso de autoorganización (véase Born, 1994). Sin embargo, se acepta que si se cuenta de un modo objetivo con los resultados concretos de las acciones, quedará determinado que, mediante un análisis final sistemático de la competición, se puede mejorar, los de forma lenta, con la maduración táctica de los agentes que las llevan a cabo, sobre todo en relación con la fase de la solución ideada de las tareas tácticas (véase la Figura 2.30). Además, se acelera la valoración táctica de la situación inicial, así como la valoración de la acción cuando se informa a los atletas de un modo objetivo sobre los resultados concretos de las acciones.

Para un análisis final óptimo de la competición, Fröhner (1994) se refiere a los siguientes criterios:

- ▶ La preparación de los resultados debe ir asociada al tiempo a fin de, de esa forma, poder garantizar una rápida vuelta atrás, en caso de considerarlo necesario.
- ▶ El resultado de los análisis debe prepararse de un modo individualizado.
- ▶ Los resultados deben ser directamente desplazables desde la práctica del entrenamiento a la de la competición.
- ▶ Los procesos de enseñanza y aprendizaje tecnicotáticos y conceptuales del juego deben ser eficaces para todo el sistema, es decir, deben influir en el equipo al completo.
- ▶ La configuración vídeo—ordenador debe hacer posible que se modifiquen de modo flexible las formas de plantear los problemas.

4.3 DIAGNÓSTICO DE LA COMPETICIÓN

Si se observa la competición desde un punto de vista práctico del entrenamiento, la comparación del rendimiento a la que se aspira se consigue no sólo de un modo interindividual para

determinar una marca de rendimiento absoluta o un orden jerárquico relativo. La forma en la que se modifica y se desarrolla el rendimiento personal interesa mucho más en el deporte de rendimiento que en el deporte de *fitness*. La competición sirve con ello no sólo exclusivamente como instrumento para alcanzar el éxito, sino que, también, muchas veces se utiliza para registrar informaciones de control del entrenamiento.

El diagnóstico del comportamiento de la competición va todavía un paso más allá. Se refiere, junto a las informaciones de control del entrenamiento, también a aquellas informaciones que pueden ser utilizadas para la dirección del resultado de competición. El diagnóstico de la competición prepara con ello detallados fundamentos de decisión que son imprescindibles para una eficaz intervención tanto en el entrenamiento como en la competición.

Desde un punto de vista científico del entrenamiento, la competición ofrece una serie de particularidades. Los análisis científicos extraídos de las situaciones de competición son especialmente valiosos bajo muy distintos aspectos de utilización, ya que poseen una casi perfecta validez ecológica en relación con el control del entrenamiento y la competición. Por otro lado, la competición utiliza elevadas exigencias metodológicas que están condicionadas por el carácter de campo de las situaciones que son objeto de la investigación (véase el Apartado 1.5) y

por la necesaria independencia retroactiva de la recogida de datos.

Los diagnósticos de la competición sirven en general para informar de la evolución de la competición, del resultado de la misma, así como de los comportamientos en la competición de las personas implicadas, atletas-jugadores, entrenadores y árbitros, muy reforzados en los últimos tiempos, así como también a los espectadores y a los medios de comunicación. Debido a los distintos intereses de aprovechamiento de los usuarios de las informaciones sobre la competición, especialmente en los deportes de rendimiento, el diagnóstico del comportamiento de la competición se debe realizar de un modo variado y detallado, como si se tratara de la comprobación de los resultados oficiales de la competición. Esta exigencia no sólo se extrae de la necesidad práctica de participantes y asesores de la competición, de los organizadores de la competición y

los espectadores, de los medios y otros, de conseguir información adicional, sino también desde el punto de vista del entrenamiento científico. La variedad de preguntas que puede exigir la investigación de la competición sólo se puede tratar con ayuda de datos detallados.

Las cuatro finalidades de diagnóstico formuladas por Pawlik (1969) se hacen acompañar también de tareas y objetivos del diagnóstico de la competición (véase la Tabla 4.1). En su sentido más estricto, también se pueden atribuir al diagnóstico de la competición los análisis del adversario y de los tipos de deporte. Todas las demás tareas nombradas pueden ser elaboradas o dejadas de lado con ayuda de los diagnósticos de entrenamiento o de rendimiento, ya que son de categoría marginal (como, por ejemplo, la optimización de la formación o la comprobación de las reglas, así como de las instalaciones de competición).

Tabla 4.1 Las tareas y los objetivos concretos del diagnóstico de la competición (según Hohmann, 1997b).

Selección de las personas	Selección de condiciones
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Reconocimiento de la valía (talento) ▶ Designación de las categorías 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Análisis deportivo <ul style="list-style-type: none"> - análisis estructural - análisis de la carga - análisis del estado mundial del deporte ▶ Análisis del contrario
Modificación de las personas	Modificación de las condiciones
<ul style="list-style-type: none"> ▶ Control del entrenamiento ▶ Control de la competición ▶ Optimización de la forma deportiva «entrenamiento personal» 	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Cambio de reglas ▶ Innovaciones en los centros de aparatos, deporte, equipamientos de competición

El análisis de la estructura del rendimiento, análisis de la carga (esfuerzo) y el análisis del estado mundial del deporte tienen, en principio, la misma tarea: deben mostrar determinadas exigencias objetivas de rendimiento en la competición. El conocimiento de estas exigencias se considera condición previa, en el caso del control del entrenamiento, para alcanzar los éxitos de rendimientos deportivos señalados como objetivo. Los procedimientos nombrados sirven para precisar las metas generales y parciales a medio y largo plazo del proceso de entrenamiento. A corto plazo tiene mucha significación el análisis del adversario, que es necesario sobre todo en el control de la competición (véase anteriormente).

- ▶ El análisis estructural del rendimiento. La estructuración de los rendimientos deportivos complejos constituye la condición más importante para la planificación de objetivos del entrenamiento. Se utiliza, por ello, como tarea principal para la elaboración de la investigación científicodeportiva de modelos estructurales de rendimiento específicos de categoría, de modalidad deportiva, de sexo y de edad. Los modelos parciales para el comportamiento en la competición se consiguen con ayuda del diagnóstico de competición.
- ▶ Análisis de carga. Para entrenar de una manera eficaz se debe conocer la estructura de la carga (esfuerzo)

de la competición. En el análisis de la carga, el diagnóstico de la competición se refiere a la formulación de índices de esfuerzo interno y externo en la competición a fin de integrarlos en un perfil de carga específico de la modalidad deportiva. Bajo perfil de carga se entiende un resumen de los valores eficaces actuales de los elementos significativos del rendimiento de una competición ideal típica. El perfil de esfuerzo forma con ello el fundamento más importante para deducir los valores didácticos eficaces del entrenamiento y los indicadores metodológicos del entrenamiento para el esfuerzo.

- ▶ La carga externa se fija en forma de indicadores objetivos de carga a través del carácter general de la competición y del transcurso actual de la misma, es decir, «desde fuera». Se la determina al observar las actividades específicas de la competición. Como carga interna («esfuerzo») se señala la intensidad de estímulo individual alcanzado, que para una misma carga externa puede ser diferente de un deportista a otro.
- ▶ Los análisis del estado mundial del deporte deben determinar las condiciones que sirvan de base para que futuros rendimientos de alta competición se desarrollen de acuerdo con lo esperado. Con esto se debe describir, en primer lugar,

el desarrollo actual de rendimiento en la cima mundial como medio para facilitar a los propios deportistas la comparación de sus rendimientos coyunturales con los logros punteros de la elite. En un segundo paso se trata de elaborar pronósticos de rendimiento que formulen una serie de calificaciones previstas que se establezcan como condiciones de exigencia objetivas para las próximas competiciones. Si se conocen las condiciones de perspectiva de los rendimientos deportivos de alto nivel, esto servirá posteriormente de ayuda para organizar tanto las futuras intervenciones en el entrenamiento y en la competición como también para una eficazmente fundamentada búsqueda de talentos en el ámbito de la juventud.

En el diagnóstico de la competición sólo se pueden establecer este tipo de métodos que se puedan trabajar en gran medida y con efecto retroactivo. Por lo tanto, en el análisis de la competición domina una **observación estandarizada de la competición**. El sistema de observación científica debe ser concebido como una agrupación de procedimientos compuestos por:

- ▶ El juicio de los expertos (análisis subjetivo de impresión, enjuiciamiento o *scouting*).

- ▶ El análisis de vídeo (análisis subjetivo y sistemático de vídeo).
- ▶ La observación estandarizada de competición en forma, por ejemplo, de observación sistemática del juego.
- ▶ Se incluyen procedimientos de control retroactivos que consiguen registros *biosignal* (señales biológicas) o de rendimiento.

En el caso de una consultoría científica asesora del entrenamiento, es importante que las informaciones se preparen con una orientación didáctica de medios, con el propósito de que sean accesibles para todos los participantes y fáciles de asimilar sin que disminuya la objetividad, la precisión y, si se diera el caso, la representatividad. El diagnóstico de la competición es, por lo tanto, un importante campo de aplicación de la informática del deporte, ya que aquí se pregunta la mayoría de las veces por especiales métodos para la elaboración de los datos específicos de cada tipo de deporte.

4.3.1 OBSERVACIÓN DE LA COMPETICIÓN

En la observación de las competiciones son suficientes los procedimientos de las observaciones subjetivas y cualitativas de la competición efectuadas por el entrenador (*in situ* o bien mediante filmaciones de vídeo)

hasta llegar a un resumen asistido por ordenador y a una valoración de índices estadísticos que expliquen de forma cuantitativa el acontecer en la competición. Por un lado, la objetividad y la comparabilidad están enfrentadas a, por otro lado, la ventaja de una impresión completa.

El análisis subjetivo de impresión se utiliza, sobre todo, en el diagnóstico de la competición, cuando el entrenador o el deportista describe o comenta, él mismo, el rendimiento complejo de competición o determinados aspectos parciales del comportamiento en la misma.

En el ámbito de la observación del juego deportivo están bien documentadas, por medio de los análisis de Franks, las deficiencias de los análisis subjetivos de impresión. Así, por ejemplo, los entrenadores de fútbol de nivel internacional sólo recuerdan un 30% de los momentos decisivos de un tiempo del partido (Franks y Miller, 1986).

Si la competición es observada por un experto, son preferibles los procedimientos de valoración de movimientos, ya que están estandarizados en una medida más elevada. La valoración se refiere no sólo a rendimientos deportivos complejos, sino también a determinados componentes unitarios.

Según el tipo de deporte, el juicio de los expertos se puede centrar en factores de la condición física, técnicos, tácticos o psíquicos. Por regla general, se utilizan las denominadas «notas

de observación», con cuya ayuda se engloba la técnica y la táctica de la competición de acuerdo con criterios determinados.

Si los movimientos de la competición se valoran sin apoyo de grabaciones con vídeo, hay que pensar que, en el caso de desarrollo de rápidos movimientos acíclicos, se puede exceder ligeramente la capacidad perceptiva del observador. Según Tidow (1983), de ello es responsable tanto la «indolencia del analista óptico» como también la limitada «capacidad cognitiva de grabación de la memoria a corto plazo». Como se puede comprobar en el caso de la valoración del árbitro de un golpeo de tenis, eso sólo se modifica un poco cuando el observador ha recibido una enseñanza especial para las tareas de observación o si ya dispone de amplia experiencia específica del deporte. Si la duración total de un movimiento acíclico está por debajo del valor de 200 ms (milisegundos), la atención se concentra de un modo preferente, dentro de ese espacio de tiempo mínimo, sólo en un punto de observación, aunque eventualmente puede producirse en repetidas ocasiones.

Es más sencilla la valoración del movimiento en los tipos de deporte cíclicos, ya que allí se repite en diversas ocasiones el mismo gesto de movimiento. Por lo tanto, las notas de diagnósticos técnicos están muy extendidas en estos tipos de deporte.

La observación estandarizada de la competición se sitúa en un primer tér-

mino entre los deportes de rendimiento. Acompañando a los progresos de la tecnología de las medidas, del vídeo y del ordenador, se han desarrollado procesos de observación cada vez más complejos y exigentes.

En los comienzos del diagnóstico de la competición bajo el aspecto científico deportivo, dominaban los análisis sencillos de una sola dimensión, más tarde llegaron los análisis bidimensionales de vídeo, así como los métodos cinemétricos y dinamométricos de los análisis biomecánicos de los movimientos.

En los últimos tiempos se han ido reforzando los análisis de vídeo de alta frecuencia en tres dimensiones, así como los métodos telemétricos de la medicina del deporte, como son las medidas de la frecuencia cardíaca o la electromiografía.

Además, en los tipos de deporte individuales, se dan procesos especiales como, por ejemplo, la sonificación, es decir, la adaptación de la música al movimiento por medio de modelos de sonido específicos (Effenberg 1996). A continuación se presentarán cuatro de los ejemplos escogidos:

- ▶ *Las mediciones cinemétricas* determinan la evolución espacio/tiempo de los movimientos y se utilizan en la competición para el diagnóstico de los tiempos parciales, de los recorridos espaciales, las velocidades y las aceleraciones. De todos modos, las características más interesantes no se pueden

medir con la misma precisión en todos los tipos de deportes sometidos a las condiciones de competición.

Especialmente interesantes son estos resultados cuando, para los atletas objeto de investigación, se dan valores de comparación tanto intraindividuales como interindividuales (véase la Figura 4.8).

- ▶ *Las mediciones dinamográficas* determinan la evolución fuerza-tiempo (véase la Figura 4.9) en los movimientos de competición. Permiten la deducción directa de las capacidades de fuerza existentes del atleta así como sus fortalezas y debilidades y, por lo tanto, son especialmente valiosas para la práctica del entrenamiento. Además, resulta muy complicada la medición metodológica de la organización de las fuerzas de que se dispone en la competición, de modo que tales fuerzas deben ser calculadas, la mayoría de las veces, a partir de los datos cinemétricos de aceleración de que se disponga. Esto acarrea irremediablemente la aparición de fallos cuando queda poco claro el sentido del efecto de las fuerzas y, además, cuando éstas no se basan en determinadas acciones musculares. Esto ocurre en algunos tipos de deporte como, por ejemplo, en la natación, donde los problemas de la medición dinamográfica de la fuerza en los movimientos de com-

SALTO CON PÉRTIGA

Juegos Olímpicos de Seúl 1988
28 / 08 / 88

BUBKA, SERGEJ (04 / 12 / 63)	URS	1	1988:	6,06	Mejor marca personal: 6,06
------------------------------	-----	---	-------	------	----------------------------

5,70m	1	9.36	9.76	1.20	-
5,70m	2	9.52	9.90	1.20	+
5,90m	1	n	n	1.20	-
5,90m	2	9.47	9.85	1.20	-
5,90m	3	n	n	1.20	+

V_1 : Velocidad de carrera 15-10 m antes del cajón de la pared de fondo
 V_2 : Velocidad de carrera 10-5 m antes del cajón de la pared de fondo
 n: sin medición

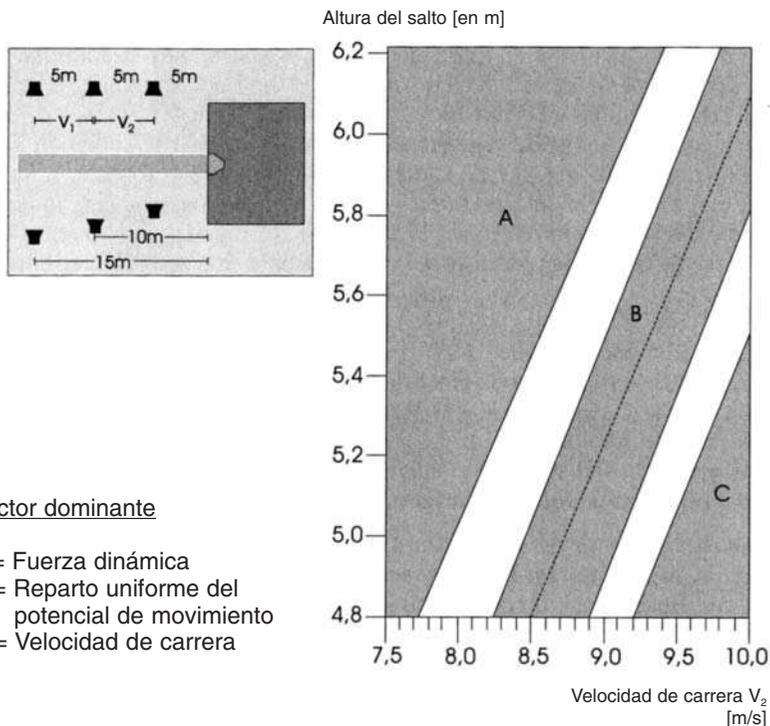


Figura 4.8 Valores normales y desarrollo de la velocidad individual en el salto con pértiga de Sergej Bubka (según Gros y Kunkel, 1990).

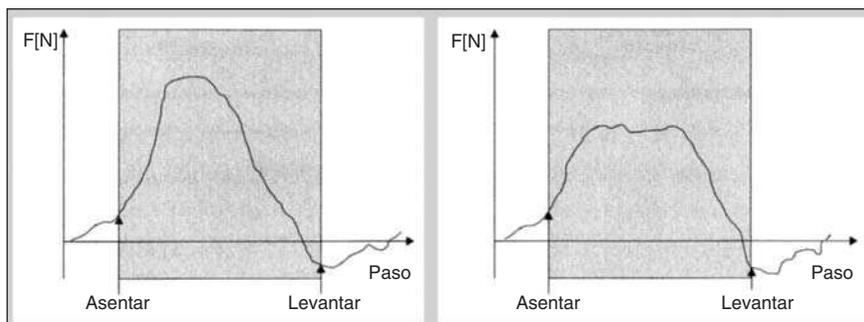


Figura 4.9 Dos típicas evoluciones fuerza-tiempo en movimientos en el deporte de remo (según Fritsch, 1990).

petición nunca se han resuelto satisfactoriamente en situación de laboratorio.

► Muy recientemente han aumentado las mediciones electromiográficas en las que, con la ayuda de electrodos adosados a la piel, se puede determinar la actividad eléctrica de los músculos. Con estos procedimientos no se puede solucionar directamente el problema de la determinación de la fuerza, pero, por otra parte, proporcionan un incremento del conocimiento en relación con la elevación y la duración temporal de la actividad muscular, así como la coordinación intermuscular en el empleo de la fuerza. A través de procesos telemétricos se pueden diagnosticar modelos de coordinación de las actividades musculares en un

grupo muscular, incluso bajo condiciones de competición (véase la Figura 4.10).

► En el diagnóstico de la competición cada vez es más importante determinar, junto a los índices de carga externos, la carga interna del atleta con la ayuda del resumen *biosignal* (por señales biológicas). Para ello, hoy en día se puede recurrir al medidor de la frecuencia cardíaca (véase la Figura 4.11) que, en la competición y en muchos tipos de deporte, se puede diagnosticar *online* sin problemas. Existen para los atletas valores de referencia comparables extraídos de investigaciones de laboratorio, que se pueden concretar en varios parámetros, por ejemplo, el consumo instantáneo de oxígeno o el gasto energético dominante.

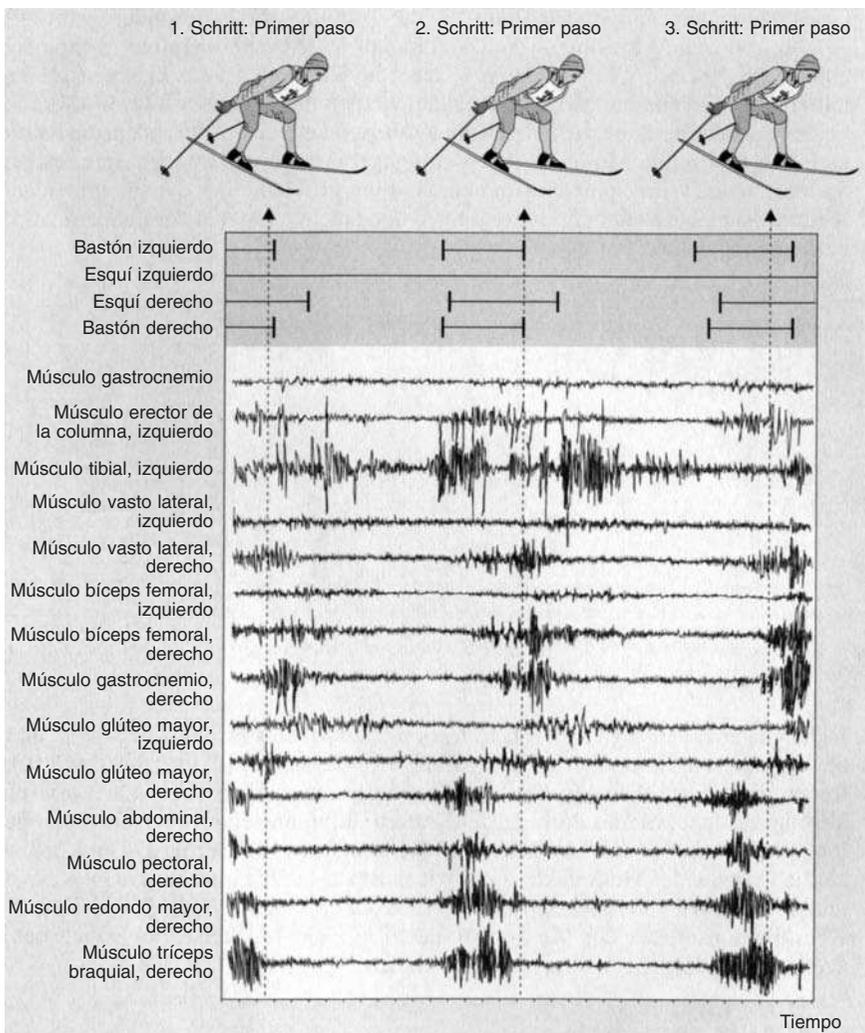


Figura 4.10 Electromiograma de la musculatura que forma parte del trabajo de la pierna y el brazo en el paso de avance hacia la derecha en la carrera de fondo de esquí (según Schwartz, 1994).

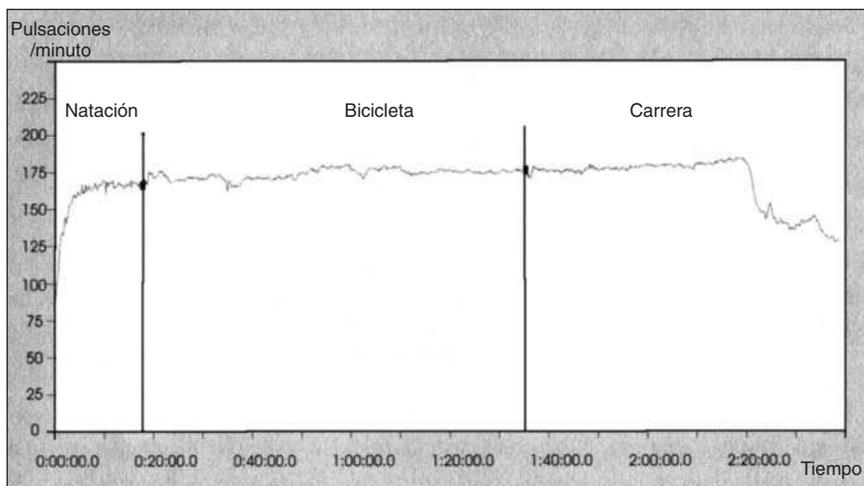


Figura 4.11 Evolución de la frecuencia cardíaca en un triatleta con nivel de carga medio durante una competición de triatlón.

4.3.2 OBSERVACIÓN DEL JUEGO ⁷

A primera vista, en la observación de la competición en el juego deportivo se enfrentan dos métodos: el análisis subjetivo de impresión y la observación sistemática del juego. Estos procedimientos pueden resumirse como polos de un *continuum* (características de observación flexibles—determinadas, ninguna fijación—fijación sistemática de las observaciones, impresiones—observaciones).

Los procedimientos *scouting* (*to scout*: observar, espiar), es decir, los métodos de observación que se implantan especialmente para la

observación del equipo adversario ofrecen características mixtas de ambos métodos. Por regla general, se fija un informe escrito (*scouting report*) que contiene, junto con las características del futuro adversario determinadas con anterioridad, por ejemplo, posiciones en el terreno de juego, reparto de roles etc., así como una serie de impresiones subjetivas basadas en particularidades y circunstancias llamativas. Los procedimientos de *scouting* pueden, por lo tanto, situarse, de acuerdo con lo descrito, en un ámbito central del continuo arriba comentado.

Mientras la observación sistemática del juego precisa de un apoyo con

⁷La observación del juego representa, desde luego, un procedimiento de observación de la competición (véase 4.3.1), sin embargo, aquí le dedicaremos su propio apartado, pues se trata de procedimientos que, sobre todo, fueron desarrollados por la ciencia del entrenamiento, mientras que los procedimientos descritos hasta ahora de la observación de la competición, «incumbían» a otras ciencias de base (biomecánica, medicina del deporte).

aparatos y, sobre el conjunto del juego, registra lo más objetivamente posible las características antes determinadas, se puede hablar de un análisis subjetivo de impresión cuando un observador sigue el juego desde un punto de vista analítico. Sin embargo, de acuerdo con sus necesidades, su atención es flexible en cuanto a la intensidad y al tema observado.

Las fortalezas de la observación sistemática de juego se asientan en su sistematicidad y objetividad. Se crea, «en palabras», una imagen exacta del proceder en el juego de acuerdo con el sistema de observación en el que se base. Permite análisis muy diferenciados, una reconstrucción del transcurso del juego y una valoración variada y centrada en el tema. Esto se consigue a través de una limitación de las características a percibir de modo objetivo sobre el terreno de juego.

En una observación más cercana no se puede comprobar una relación de competencia entre el análisis subjetivo de impresión y la observación sistemática de juego, ya que en muchas ocasiones son **complementarios**. Cuando se entienden adecuadamente, ambos métodos, dependiendo del ámbito del asunto que interesa (análisis deportivo, análisis general, etc.), suministran información sobre numerosas fortalezas y debilidades que se complementan unas a otras.

Esta debilidad de ámbito de incumbencia limitada es la fortaleza del análisis subjetivo de impresión. Mientras que hace uso de la subjetividad del observador, se descubren otras percepciones. El observador subjetivo dispone de una gran cantidad de informaciones de fondo y de experiencias sobre el asunto a observar:

- ▶ Puede actuar, de un modo operacional (técnicas de la medición), con términos no claramente definidos, como definir qué jugador tiene «sentido o tacto» con el balón, la capacidad de imponerse en el juego, la conciencia de uno mismo o el desarrollo de «ingenio» en el juego.
- ▶ Puede sentir la misma presión psíquica, captar ciertas situaciones o palpar factores ambientales, cómo son los espectadores o el árbitro del juego.
- ▶ Relativiza el comportamiento en las rutas tácticas de marcha o en las fases coyunturales de juego.
- ▶ Puede juzgar la calidad de las decisiones tácticas de acción allí donde la observación sistemática del juego registra de la mejor manera posible las situaciones iniciales y el resultado.

Otra debilidad del análisis subjetivo de impresión es la sistemática defectuosa, ya que se focaliza la aten-

ción en detalles cambiantes de los acontecimientos. Un observador que participa en la competición, como puede ser, por ejemplo, el entrenador, sucumbe por naturaleza a la presión de lo dramático de los acontecimientos. En un juego disputado, antes de su conclusión predominan otros intereses distintos a la observación sistemática. Además, del análisis subjetivo de impresión sólo se puede reclamar una validez subjetiva y, por ello, una menor seguridad en sus resultados, ya que las impresiones son registradas de acuerdo con el trasfondo individual del observador. Como ya se ha nombrado, es aquí donde la observación sistemática del juego presenta sus bazas más importantes. La observación sistemática de juego y el análisis subjetivo de impresión hacen gala, por lo tanto, de un comportamiento complementario e incluso compensatorio.

La complejidad del juego deportivo supone unas elevadas exigencias metodológicas y técnicas en los sistemas de observación, así como un elevado empleo de tiempo en la preparación y el análisis posterior del juego. Éstos son los fundamentos decisivos para que la observación objetiva del juego en la práctica del entrenamiento no se haya asentado todavía como una manifestación de base más amplia.

En el marco del diagnóstico de rendimiento científico del entrenamiento, a la hora de determinar el rendimiento del equipo o de los jugadores, se impone cada vez más la observación siste-

mática del juego. También en el caso de los juegos de equipo se genera, por varios motivos, un interés en comprender la participación del rendimiento individual de los jugadores independientes:

- ▶ En el control de la competición, la aportación directa o indirecta de un jugador al rendimiento general del equipo es el criterio más importante tanto para la configuración de un equipo como para la táctica de sustitución de jugadores a lo largo del juego.
- ▶ En la comprobación de la capacidad de rendimiento, especialmente para la localización de los mejores valores deportivos, es decir, para la designación de las categorías, interesa especialmente el rendimiento de todos y cada uno de los jugadores que compiten en la misma posición de juego.
- ▶ En el control del entrenamiento, el transcurso del desarrollo del rendimiento complejo del juego representa el criterio óptimo del desarrollo de la forma. Ya que el desarrollo del rendimiento del equipo depende de la forma deportiva de los jugadores independientes; el diagnóstico del rendimiento de competición individual se hace más importante durante los períodos de preparación y de competición.

- ▶ En el deporte escolar, según la mayoría de los conceptos didácticos, fluye una valoración del rendimiento deportivo de acuerdo con la nota del deporte. Aquí también sería muy deseable poder cuantificar la aportación individual de un colegial al rendimiento del equipo.

El rendimiento individual en el juego, en los grandes deportes de equipo, no sólo produce un efecto de cambio frente al bando contrario, sino también un juego colectivo conjuntado dentro del propio equipo. El problema cardinal reside por lo tanto en cómo se puede determinar el rendimiento de un jugador independiente a pesar de los muchos factores influyentes y condicionantes exteriores. En este sentido existen distintas opiniones que, consecuentemente, han dado origen a dos concepciones distintas del método para el diagnóstico del rendimiento en la competición (Lames y Hohmann, 1997; Lames *et al.*, 1997).

En el planteamiento «teórico de medida» del diagnóstico de rendimiento de juego se dota a las distintas acciones de juego de un factor de ponderación de acuerdo con su proximidad al éxito del equipo (dicho de un modo más exacto, con su proximidad a una modificación del estado del juego). En la observación del juego, para cada jugador se registra y se hace un balance cuantitativo, por medio de una cifra de rendimiento («índice de efectividad de juego»), de la eficacia y el éxito de las acciones de juego elegi-

das, utilizándose para ello un protocolo de la evolución del juego (Czwalina, 1980). Así, de un modo relativamente sencillo, se puede determinar la participación porcentual del rendimiento de un jugador en el balance total del equipo o comparar su rendimiento a lo largo de varias actuaciones en diversos partidos.

En los procedimientos de diagnóstico del rendimiento sobre la base de un planteamiento teórico de medida, no se tiene en cuenta la influencia de los jugadores del mismo equipo o de los adversarios en el índice de rendimiento individual. El motivo de ello es que, en el planteamiento teórico de medida, la competición se entiende como una situación de test en la que en el comportamiento individual observado se debe expresar sobre la latente capacidad de rendimiento subyacente en el individuo. En esta situación, las influencias ambientales deben ser interpretadas como influencias «perturbadoras» (Hohmann, 1985) en la medición. Cuando se reclama el resumen de la capacidad de rendimiento y el juego se interpreta como una situación de test, se debe aceptar que este objetivo, bajo el aspecto teórico de su naturaleza y definición (véase Apartado 4.1.1) del juego deportivo, sólo es compatible de una forma condicionada. Desde un punto de vista práctico, los diagnósticos de la capacidad de rendimiento en competición contienen también, en consecuencia, la justificación de los criterios de calidad en la observación.

Sin embargo, si la exigencia de la

conclusión recae sobre la capacidad de rendimiento, la competición será contemplada como un resultado singular y el interés se centra sólo en una descripción del comportamiento lo más precisa posible; las condiciones de marco situacionales (tales como los adversarios, el transcurso del juego, etc.) no se presentan con capacidad de alterar la medición, sino que se tienen en cuenta como pertenecientes a la observación. En este caso, los exámenes de criterios de calidad se limitan a la objetividad y a la consistencia instrumental (Lames, 1991)⁸.

En el planteamiento de un modelo matemático teórico de diagnóstico del rendimiento, el juego deportivo se describe mediante una matriz de transición (tabla cruzada) entre las acciones de juego independientes. En el voleibol se definen los siguientes «estados»: saque, recepción del saque, defensa del campo, pase, remate de ataque, bloqueo y, para finalizar punto/acción ganadora. Dentro del juego, al saque del equipo A le corresponde un determinado porcentaje de recepción de saque por parte del equipo B, y así sucesivamente. Así se crea una matriz compleja de transición que contiene los porcentajes de las correspondientes transiciones entre los estados que se van sucediendo unos a otros.⁹

La matriz de transición representada en la Tabla 4.2 asocia al saque de Cuba, por ejemplo, una probabilidad del 89,2 % de que Alemania recoja ese saque. Un 1,8 % de los saques finalizan con un punto para el propio equipo y un 9,0 % con un punto para el equipo de Alemania.

En el análisis posterior de la competición, con ayuda de este procedimiento se puede utilizar, en un segundo paso, la teoría de las cadenas de Markov, y, desde la matriz de transición, se puede calcular la probabilidad de éxito en el punto para cada acción de juego independiente o para cada jugador en particular (véase Lames, 1991). En cuanto a la preparación de la competición, es especialmente prometedora la perspectiva adicional, es decir, modificar la simulación de la evolución del juego y, de ese modo, desarrollar una óptima y propia estrategia de juego.

Sobre la base de los resultados de la investigación existentes hasta ahora, hay que determinar provisionalmente que los procedimientos de observación de juegos basados en las medidas teóricas (de un modo parecido a la valoración de los expertos) están colocados más extensamente en los fundamentos de la valoración. Estos métodos de observación se refieren al balance valorativo y detallado de todas las acti-

⁸ Las diferencias, no del todo claras, entre las dos exigencias distintas ha llevado primero a una fuerte controversia (Lames, 1991; CzwalinaA, 1992) como consecuencia de la cual, junto a la aclaración de ambas posiciones, también se ha desarrollado el planteamiento de un principio de modelo matemático teórico (Lames, 1991).

⁹ Se registra la transición haciendo una marca dentro de la fila donde figura la línea de la acción de juego, en la columna de la respuesta que se haya producido a continuación. Más tarde se calcula el resultado de la participación porcentual de las transiciones independientes en la cifra total de los resultados (trazos) por línea.

Tabla 4.2 Matriz de transición del juego de voleibol entre Cuba (A) y Alemania (B), Bremen, 1995.

	Recepción CUBA	Recepción ALE.	Defensa de campo CUBA	Defensa de campo ALE.	Pase CUBA	Pase ALE.	Remate de ataque CUBA	Remate de ataque ALE.	Bloqueo CUBA	Bloqueo ALE.	Punto CUBA	Punto ALE.
Saque CUBA		89,2									1,8	9,0
Saque ALEMANIA	92,8										7,2	
Recepción CUBA					94,8		1,3	2,6				1,3
Recepción ALEMANIA			2,0			91,9	2,0	2,0			2,0	
Defensa de campo CUB.				2,6	72,7		5,2	3,9				15,6
Defensa de campo ALE.			3,1			64,6	6,2	7,7	3,1		15,4	
Pase CUBA				0,8			97,7	0,8				0,8
Pase ALEMANIA			0,8				0,8	96,2			2,3	
Remate de ataque CUB.				25,2						33,1	30,2	11,5
Remate de ataque CUB.			30,5						48,9		11,3	9,2
Bloqueo CUBA			27,1	18,6						1,4	20,0	32,9
Bloqueo ALEMANIA			19,1	29,8			2,1				36,2	12,8

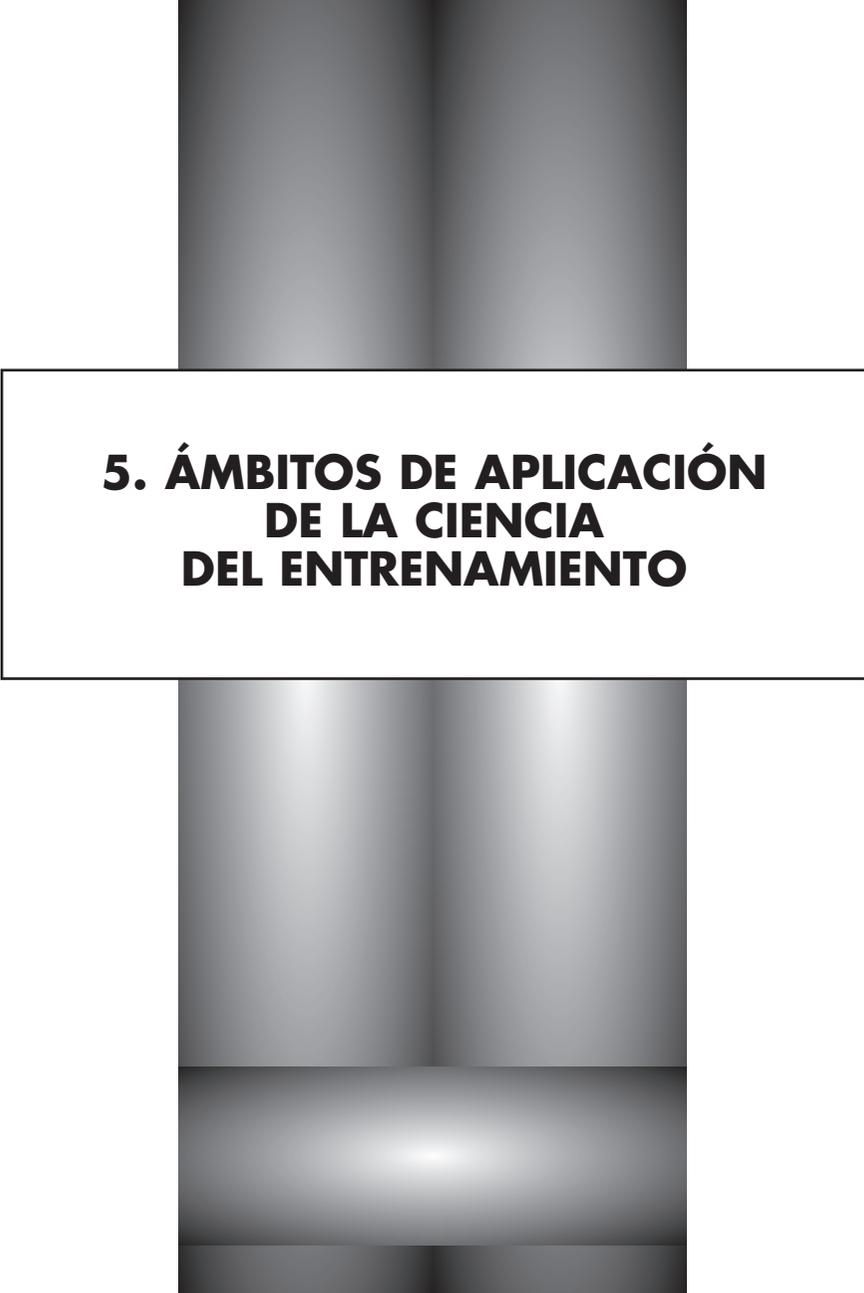
vidades de juego, de modo que también las «acciones de provocación» iniciales vayan precedidas de su correspondiente ponderación en la acción de juego para el cálculo del índice de efectividad de juego corres-

pondiente. Tienen un carácter básico de diagnóstico de rendimiento, engloban la forma deportiva general como resultado del rendimiento pleno y, por lo tanto, parecen ser más adecuadas para el control del entrenamiento.

Mientras que el índice de efectividad del juego basado en la teoría de la medición debe ser entendido como medida absoluta, el significado de la probabilidad de éxito del juego que se realiza gracias a la ayuda del método de las cadenas de Markov reside en que la aportación del rendimiento de cada jugador independiente se debe facilitar de un modo comparativo al de los demás. Con ello, el procedimiento sobre la base de un modelo matemático teórico focaliza la aportación del rendimiento de un jugador no sólo por su efectividad en las acciones que modifican el resultado (goles, canastas, golpes ganadores, etc.), sino que también engloban los caminos para llegar a las mismas. Por ello, esta forma procedimental del diagnóstico de la competición aporta la ventaja de que un determinado resultado del juego puede conducir de un modo muy concreto al jugador que decide el juego o a la acción decisiva de juego. Esto hace muy valioso el diagnóstico de probabilidad de éxito del punto sobre todo para el análisis del adversario, preparatorio para la competición, y para el análisis posterior de la competición.

4.4 CUESTIONES PROPUESTAS PARA EL CONTROL DEL APRENDIZAJE

1. ¿Cómo se puede definir la esencia de la competición deportiva?
2. ¿Cómo puede crearse una relación no lineal entre la capacidad de rendimiento, el rendimiento y el éxito?
3. ¿Qué círculos de problemas hay que trabajar en el caso del acoplamiento entre el entrenamiento y la competición?
4. ¿Cuáles son las tareas en las fases independientes del control de la competición?
5. ¿Qué métodos se emplean en la preparación de la competición?
6. ¿Qué objetivos están en el punto central del análisis de la competición y qué procedimientos se utilizan para ello?
7. ¿Qué métodos son los apropiados para la observación de la competición?
8. ¿Qué planteamientos conceptuales se diferencian en la observación del juego?



5. ÁMBITOS DE APLICACIÓN DE LA CIENCIA DEL ENTRENAMIENTO

El entrenamiento se produce en muy diversos campos de acción del deporte. Debido a la tardía admisión del concepto de entrenamiento (véase Apartado 1.2), el trabajo conjunto con los actores prácticos y el repertorio de recomendaciones de actuación en los diferentes campos de trabajo se ha desarrollado de manera muy desigual. Mientras que en el deporte de empresas, el de rehabilitación o en el deporte en el régimen penitenciario existen todavía considerables déficits de reconocimiento de la ciencia del entrenamiento en relación con su efecto sobre las intervenciones deportivas, su afinidad al deporte de rendimiento, al de *fitness*, al deporte terapéutico o para la tercera edad, cuenta ya con una gran tradición. Por ello, estos ámbitos se destacan como ejemplo en las siguientes líneas en relación con el conocimiento actual de la ciencia del entrenamiento y de las perspectivas de investigación.

5.1 CIENCIA DEL ENTRENAMIENTO Y DEPORTE DE RENDIMIENTO

La ciencia del entrenamiento se deduce en una parte muy importante

de la metodología del entrenamiento del rendimiento deportivo (véase Apartado 1.1). En este sentido es comprensible, ya que el deporte de rendimiento representa en el pasado el ámbito de empleo más importante de la ciencia del entrenamiento. Incluso cuando, debido a la apertura del concepto de entrenamiento, hayan surgido nuevos campos de aplicación o se haya reforzado su significado, la investigación y el asesoramiento del deporte de rendimiento deberían subsistir a largo plazo como una de las tareas principales de la ciencia del entrenamiento. Junto a su elevada tradición, existen también razones esenciales para esta subsistencia en el fomento de la investigación y en la elevada consideración pública de que gozan los resultados de las investigaciones.

El ámbito de aplicación del deporte de rendimiento es diferente al del deporte juvenil, del deporte de alto rendimiento o del deporte de rendimiento para la tercera edad. Sobre estos ámbitos se discutirá a continuación acerca del planteamiento de las posturas adoptadas frente a los problemas que se consideran como ejemplos

de la ciencia del entrenamiento. Junto con todos los antiguos ámbitos para la gente que se entrena con entrenadores, se tratan específicamente los análisis de las modalidades deportivas de significado: en el deporte de rendimiento para jóvenes, la promoción de talentos; en el deporte de alto rendimiento,

el entrenamiento con apartados de medición, así como el análisis de los resultados de entrenamiento que acompañan al proceso, y en el deporte de rendimiento para la tercera edad, la carga y la capacidad para entrenar a tales alturas de la vida.

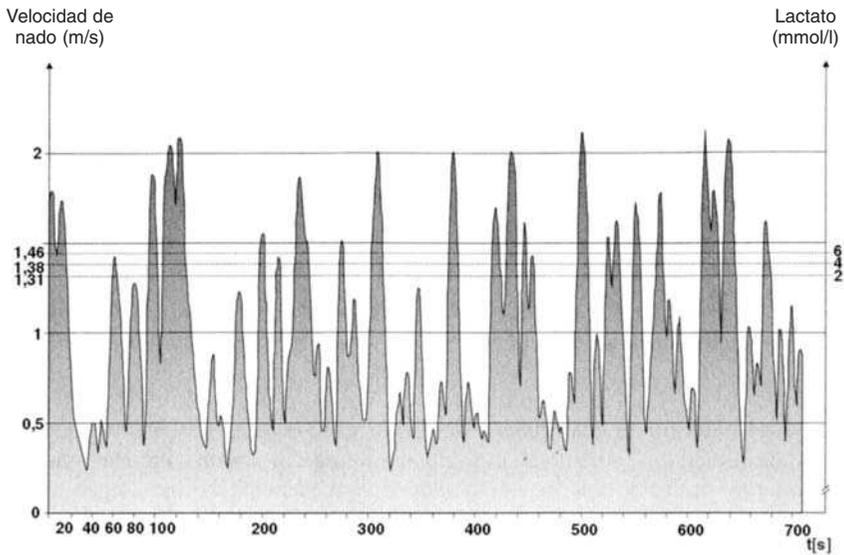


Figura 5.1 La carga extrema en la natación y los umbrales de lactato en un jugador de posición central de clase mundial en los cuartos de final de waterpolo de los Campeonatos Europeos de 1989 (según Hohmann y Frase, 1992).

5.1.1 ANÁLISIS DE LOS TIPOS DE DEPORTE: PERFIL DE ESFUERZO, PERFIL DE SOLICITACIÓN Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN A ESCALA MUNDIAL

El perfil de esfuerzo (véase Apartado 4.3) ofrece la posibilidad de objetivar las exigencias de rendimiento de la competición a partir de un determinado nivel de rendimiento. Los valores actuales asociados al nivel de rendimiento sólo se pueden trasladar a valores futuros por medio de una decisión del entrenador en forma de normas de un proceso de entrenamiento. Ya que los valores futuros formulan de forma básica unas exigencias a los deportistas que se entrenan, las normas compendiadas se presentan como perfil de solicitud. Por regla general, los perfiles de exigencia contienen, además de las cifras de la competición, también aquellas otras que se determinaron en los más importantes ejercicios de entrenamiento en busca de la mejora de las condiciones centrales previas de rendimiento.

En esta relación, si se quiere entrenar de manera eficaz se requieren conocimientos tanto de la carga externa de competición como también de la interna (véase Capítulo 4). La relación entre carga y solicitud en la competición se reproduce en la Figura 5.1 tomando como ejemplo el waterpolo.

El análisis de la situación a escala mundial (véase Apartado 4.3) representa un caso singular del perfil de esfuerzo, sin embargo, para los pro-

nósticos efectuados hay que hacer notar de manera crítica que se trata exclusivamente de una extrapolación, más o menos fundada, de un futuro desarrollo del rendimiento, incluso cuando se refiera a una tendencia de desarrollo asegurada estadísticamente (Fuchs y Lames, 1989). En pronósticos a muy largo plazo se pueden producir graves errores de valoración provocados por inesperadas caídas de rendimiento (como ocurrió, por ejemplo, en el lanzamiento de peso a partir del incremento de la severidad de los controles antidoping), por explosiones de rendimiento (como, por ejemplo, en las disciplinas de resistencia por la «introducción» de la eritropoyetina como sustancia dopante) o por nuevos materiales (como, por ejemplo, el empleo de fibra de carbono ultraligera en utensilios deportivos).

El significado de las diferentes variantes de perfil cambia con los años de los atletas. En el deporte juvenil se tienen en cuenta las normas de procedimiento, en especial las particularidades del desarrollo motor, que es donde mejor se reconoce el carácter normativo del perfil de solicitud de niños y jóvenes. En la edad de máximo rendimiento se trata ante todo de superar las fronteras existentes de rendimiento, por lo que el análisis de la situación a escala mundial supone un decisivo significado para los deportistas de elite. En los deportistas de edad sénior interesan ante todo, además del rendimiento deportivo, las posibilidades para la salud y los riesgos de la práctica de

la actividad deportiva de rendimiento. A tal efecto, la mejor información se recibe de los perfiles objetivos de esfuerzo en las competiciones de las diferentes modalidades deportivas. No pocas veces determinadas cargas deportivas a una edad avanzada sugieren el paso a una disciplina de competición que puede ser, desde el punto de vista psicofísico, mejor superada (con una intensidad menor de esfuerzo, con menor rivalidad opuesta por parte del adversario, despliegue de material y entrenamiento, etc.).

El análisis del tipo de deporte hay que contemplarlo como el fundamento teórico más importante del conocimiento del entrenador. Éste facilita los conocimientos hacia las manifestaciones actuales de las condiciones previas de rendimiento y sus condiciones, y de su estructura como un sistema interno de relaciones. Es, por eso, tarea fundamental de la ciencia del entrenamiento elaborar perfiles por modalidades deportivas, por sexos, por edad y por esfuerzos con un nivel específico y exigencia. Por ello, la ciencia del entrenamiento se ocupa del análisis de la situación a escala mundial y de un pronóstico, lo más fiable posible, de los futuros desarrollos del rendimiento.

5.1.2 DIAGNÓSTICO DEL TALENTO

I. El concepto de talento

La búsqueda científica, el diagnóstico y la promoción del talento representan los pilares básicos de la promoción de la juventud orientada al rendimiento deportivo (Carl, 1988). Ya que la búsqueda de talentos era, en esencia, una tarea de la práctica deportiva y que la promoción del talento era antes una tarea de organización escolar e institucional, la aportación de la ciencia deportiva se concentró desde el principio en el segundo paso como es el de un eficaz diagnóstico del talento. Tras la introducción de una investigación sistemática del talento en la década de 1970, en Alemania se llegó de nuevo, tras la reunificación, a un reforzado esfuerzo de investigación, que en parte fue incentivado por la observación y el examen de los eficaces métodos utilizados en el sistema de promoción del talento de la antigua República Democrática Alemana. En el marco de este desarrollo se identifican dos líneas independientes: por un lado, el paso de un concepto limitado de talento hacia uno más amplio y, por otro lado, el paso de un concepto de talento estático hacia uno dinámico y entendido como procedimental (véase Figura 5.2).

Las facetas del concepto de talento amplio y dinámico se concentran en la siguiente definición de talento:

<p style="text-align: center;">LIMITADO</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Persona con resultados de competición superiores al promedio. ▶ Persona con disposiciones corporales, motrices y físicas que, en favorables condiciones medioambientales, permiten más altos rendimientos posteriores. 	<p style="text-align: center;">AMPLIO</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Con la preparación, cumplir también con tales rendimientos. ▶ Con condiciones medioambientales, sociales y materiales, necesarias para los altos rendimientos.
<p style="text-align: center;">ESTÁTICO</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Persona con unos resultados de rendimiento superiores a la media en una determinada etapa del desarrollo. 	<p style="text-align: center;">DINÁMICO</p> <ul style="list-style-type: none"> ▶ Persona con una evolución en aumento de los valores de rendimiento por encima de la media. ▶ Persona con resultados de rendimiento capacitados para un desarrollo debido a un proceso de cambio pedagógicamente controlado y dirigido desde el entrenamiento en búsqueda de la consecución de ulteriores altos rendimientos.

Figura 5.2 Puntos esenciales definatorios de los cuatro diferentes conceptos de talento (Hohmann et al., 2001).

Definición: Como **talento** en el deporte de elite se señala a una persona con mayor propensión al rendimiento deportivo, que se sitúa por encima de la media si se tiene en cuenta el entrenamiento ya realizado y si se compara con grupos de referencia del mismo estado biológico de desarrollo y mismo modo de vida, y

en la que se estima la existencia de unos fundamentos sobre la base del rendimiento interno de la persona (endógeno) y de la que una simulación matemática permite esperar que se pueden alcanzar rendimientos de alta competición deportiva en el siguiente paso de su desarrollo (Hohmann y Carl).

II. Criterios diagnósticos del talento deportivo

En la ciencia del deporte se desarrollaron, ya de forma muy prematura, dos direcciones de investigación acentuadamente diferenciadas:

1. Desde un anterior punto de vista médico-deportivo, la herencia de características genéticas condicionadas biológicamente que pueden ser tomadas como causa por la que se observan diferencias de rendimiento.
2. Desde un anterior punto de vista de la ciencia del entrenamiento, se coloca el mismo rendimiento observable en el centro, y se hace productivo, desde diferentes puntos de vista, para el diagnóstico y el pronóstico del talento.
Mientras que en los países del bloque oriental se mantuvieron esas dos líneas de desarrollo, en los países occidentales se desarrolló, además:
3. Una investigación orientada de manera científico-social sobre las condiciones de marco social que son necesarias para una promoción efectiva de talentos en sistemas abiertos de promoción juvenil.

4. En un pasado reciente la investigación médica-deportiva, biomecánica y psicológica del deporte de esfuerzo en personas jóvenes se centró de forma fundamental, entre otras cosas, en contribuir de manera preventiva a la protección de valores jóvenes de gran rendimiento frente a las cargas bionegativas, como puede ser un sobreentrenamiento.
5. En el futuro, la investigación médico-deportiva no sólo se dirigirá a la manifestación observable de rasgos condicionados de rendimiento primario, sino que reforzará las predisposiciones genéticas para la capacidad de entrenamiento. Si los genes son responsables de la posibilidad de entrenamiento de complejos de capacidad individual, una vez conocido esto no estará muy lejos de convertirse en realidad el paso de analizar los genes con objeto de investigar la existencia de un talento.

Sobre la base del concepto estático de talento, es significativo para la investigación empírica focalizar las disposiciones de rendimiento consideradas como relevantes sobre la herencia constitucional² (véase Figu-

¹Para este tema, véase la detallada exposición de Hohmann y Carl.

²La investigación empírica sobre la base del concepto estático del talento aportó al principio abundancia de importantes conocimientos para la herencia constitucional condicionada de factores de «dirección» y rasgos de rendimientos deportivos. Sin embargo, hasta ahora las limitaciones teóricas de contenido y las dificultades de investigación metódica representan obstáculos insuperables en caso de que los futuros rendimientos deban ser pronosticados sobre la base de rasgos constitucionales condicionados.

ra 5.3). La pregunta que viene a continuación, tras la dependencia del desarrollo de rasgos significativos de un perfil de talento, se desplazó luego a un primer plano cuando para la mayoría de estos rasgos la adopción de una herencia dominante y, con ello, de una alta estabilidad frente a las influencias de desarrollo condicionadas por el medio ambiente se considera-

ron como válidas. Esto ha conducido a un cambio de orientación en cuanto a una comprensión dinámica y orientada al desarrollo del talento, en la que, junto con la influencia del desarrollo deportivo motor, desempeña un papel decisivo la pregunta sobre la capacidad para el entrenamiento de elementos del perfil de una perspectiva de significado.

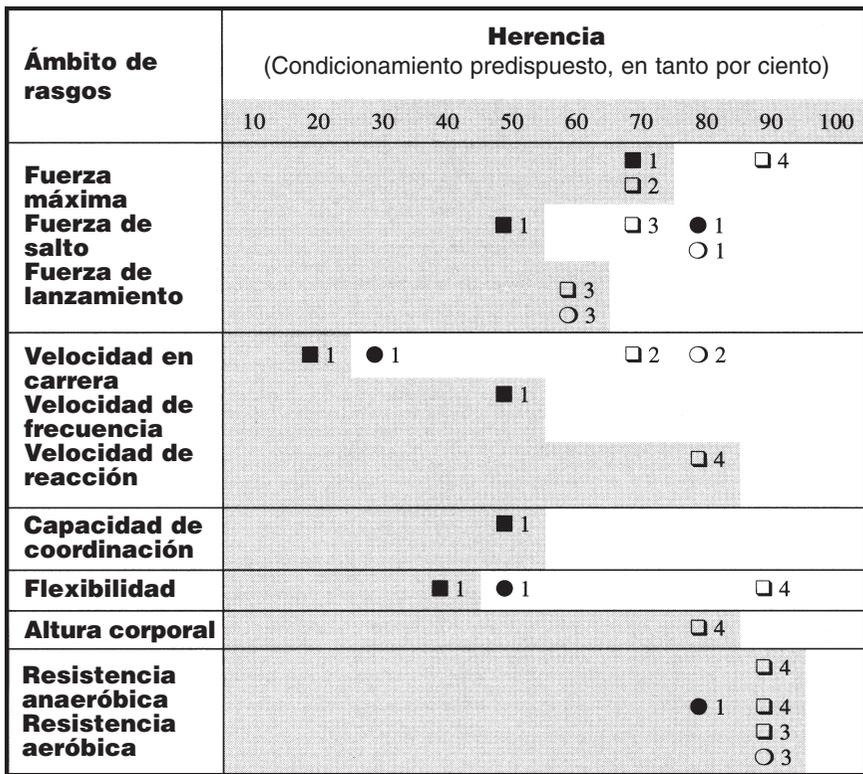


Figura 5.3 Herencia de diferentes características de rendimiento deportivo motor en niños de 10 años (■) y niñas de 10 años (●). (Según [1] Maes et al., 1996, [2] Kovak, 1981, [3] Weiss, 1980 y [4] Harsanyi y Martin, 1986).

La investigación intensiva del talento en la antigua República Democrática Alemana, bajo el rígido marco de condiciones reinantes en la promoción de jóvenes, trajo avances esenciales y planteó primero tres y luego cuatro «criterios de diagnóstico» (Thiess, 1974; 1979):

1. Nivel de rendimiento (actual).
2. Velocidad de elevación del rendimiento.
3. Estabilidad del rendimiento y capacidad de aumento.³
4. Tolerancia al esfuerzo.

a) Sorpresas del rendimiento de competición juvenil y disposiciones del rendimiento

Los datos sobre los rendimientos (de competición) complejos y las condiciones personales son, en la práctica del deporte, los criterios más usuales para la selección de talentos. La investigación de talento orientada a las normas (reales), adquirida hasta ahora de modo primario por medio de corte transversal, ha mostrado que el rendimiento juvenil de competición sólo ofrece un primer punto de apoyo, por ejemplo en el marco del estímulo juvenil en las asociaciones y en la escuela, para llamar la atención sobre aquellos jóvenes atletas adecuados para cada tipo de deporte. Además, el

rendimiento de competición no es necesario para hacer pronósticos sobre el futuro⁴ rendimiento final. Sin embargo, se aceptan como definitivos, para el pronóstico de la selección de talento, los rendimientos (de competición) complejos, fundamentalmente a causa de su significado, ya que se asume sencillamente que son objetivos y transparentes y porque en muchos tipos de deporte tampoco se ofrecen estrategias alternativas garantizadas sobre la selección de talento. Además, su valor informativo aumenta con la edad del deportista.

A los primeros diagnósticos en el tiempo se asocian de forma considerable los problemas de selección y pronóstico. Esto es válido sobre todo cuando los datos de rendimiento complejo, por ejemplo, los que se difunden en los tipos de deporte mks⁵, ya se indican en los escalones previos para el fomento juvenil como *cut off* (valor de corte o separación) para alcanzar el siguiente escalón de exigencia. Por un lado, entre tanto se acepta la hipótesis de presentación de características humanas condicionadas por la herencia e inmutables. Y, por otro lado, la selección de procedimientos de diagnóstico y en especial los valores *cut off* se basan sólo en experiencias prácticas y suponen la representación de un análisis científico.

³ El criterio de estabilidad de rendimiento y la capacidad de aumento fue interpretado luego por Kupper (1993) en el sentido del grado de utilización de las condiciones previas de rendimiento tratadas. Este juicio fue continuado por Hohmann *et al.*, 2001, con el empleo del concepto «utilización».

⁴ El valor informativo limitado de un rendimiento de competición deportivo realizado de forma compleja, utilizado como criterio para reconocer el talento, conduce sobre todo al hecho de que las condiciones bajo las que se produce el rendimiento, como, por ejemplo, el entrenamiento realizado, el potencial genético, el estado de desarrollo individual, el perfil de rendimiento individual del individuo, y otras más, por regla general no son conocidas.

mks = metro, kilogramo, segundo. Disciplinas deportivas basadas en la longitud, la fuerza y el tiempo (N. de la T.).

En adelante se consideran también los pensamientos éticos en atención a los fundamentos estadísticos de este procedimiento de selección, que quedan muy en duda por la imparcialidad de las oportunidades (véase Figura 5.4). Si la selección de talento se basa de hecho en límites medios no triviales, se excluye automáticamente de la investigación al grupo de personas de alto rendimiento no esperado («personas de crecimiento retrasado»). Por este motivo el desarrollo posterior de los procedimientos estadísticos de selección debe ser promovido obligatoriamente por medio de «pasos de suave gradación», es decir, la indicación de unos porcentajes individuales,

vinculados a la verosimilitud, sobre distintas clases de talento, como las que fueron propuestas por Zinner (1994) con la ayuda del modelo Fuzzy de criterios de selección.

La aceptación básica de la estrategia de selección de los casos más espectaculares de rendimiento se basa en que el talento existe en la población con una distribución de tipo normal. A la vista de esto, el diagnóstico de talento se limita a identificar a aquellos deportistas jóvenes cuyo rendimiento complejo de competición, o cuyas cifras de características de rendimiento específicas del deporte, están suficientemente elevadas sobre la media de la población.

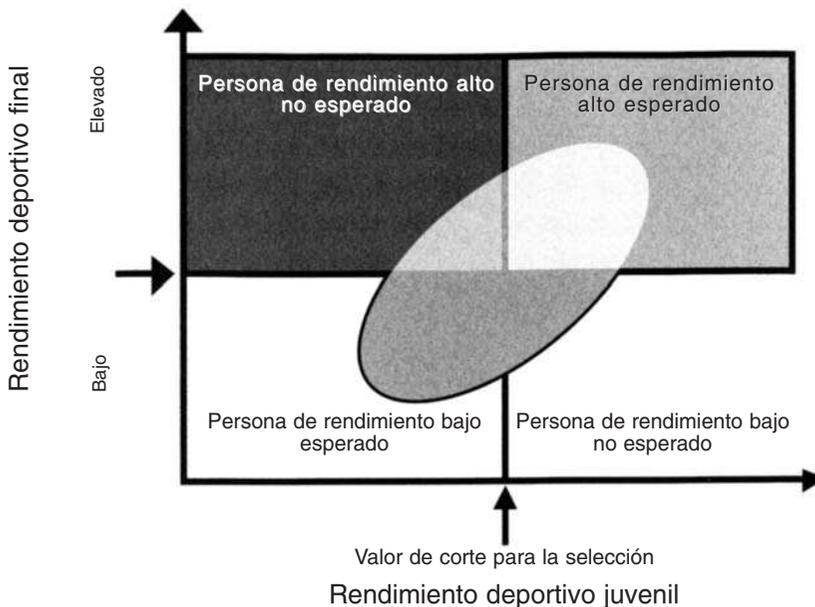


Figura 5.4 Sobre el significado de los valores cut off en el esquema de clasificación en la selección de talento (modelo según Zaciorskij et al., 1974).

La limitación de este modo de comenzar hace lógica la pregunta sobre cuán grande debe ser la «separación mínima» sobre la media: Ljach (1998) informó que, para la selección de talento en un colegio deportivo infantil en Rusia, se utilizaba el criterio de dos veces la desviación típica por encima del nivel medio de los escolares normales (es decir, selección del mejor 2,28%). Frente a ello, Kovar (1981) promovió para los «talentos *top*» un rendimiento de al menos tres veces la desviación estándar (es decir, el mejor 0,13%).

Un modelo todavía más extremo fue apuntado por el brasileño Matsudo (1996) con un límite marcado por cuatro desviaciones típicas sobre la media (por encima del nivel de grupo de edad comparables, es decir, los mejores 0,0034%).

Pero incluso desde la anterior perspectiva práctica del sistema de deporte de rendimiento surgen escrúpulos agravantes. Debido a la estrictamente limitada cifra estadística de niños destacados (de forma extrema) en cuanto al rendimiento, y los problemas adicionales en la valoración de talento en el «sistema piramidal» de las instituciones de promoción, incluso en sistemas sociales con métodos de estímulo y control extremadamente elaborados, no se alcanzan efectividades satisfactorias a la hora de realizar la selección de los individuos destacados por su rendimiento. Así, por ejemplo, en la antigua República Democrática Alemana, sólo el 5,6% de los niños y

los jóvenes seleccionados alcanzaron la cumbre de rendimiento internacional. Una selección precoz y puntual en el tiempo de quienes destacan en rendimiento resulta entonces problemática, sobre todo cuando se construye sobre la base de unas posibilidades de éxito posiblemente inalcanzables. Entonces básicamente no se modifica nada cuando, en lugar del rendimiento de competición complejo, para el criterio de selección se impone un sistema normativo de tests de rendimientos. Más bien al contrario. Mientras no se aclare suficientemente el fenómeno de compensación y la comunicación mutua, o la presión de las características de rendimiento, y mientras que en el caso de la metodología de selección no se utilicen las alternativas disponibles de acuerdo con la estadística gaussiana (por ejemplo, los procedimientos de modelos no lineales), tendrán efecto las normas de cualificación basadas en la distribución normal que intensifican el problema (Hohmann y Carl).

b) Tempo (velocidad) de desarrollo de rendimiento

Los problemas evidentes del diagnóstico de talento sobre la base de una comprensión del rendimiento exigieron a Kupper (1990; 1993) una reforzada investigación diagnóstica del proceso del talento. Ésta presentaba en su punto central la dinámica individual de rendimientos deportivos concretos y el *tempo* de desarrollo como señal del talento deportivo.

La modificación del rendimiento en el transcurso del entrenamiento juvenil ofrece una parte no específica y específica. La parte no específica representa la medida de la influencia general de desarrollo, que lleva a un desarrollo de rendimiento estable muy rápido en las edades infantil y juvenil. Esta dependencia de desarrollo específica de la capacidad deportiva de rendimiento se debe a la posibilidad de entrenamiento que, además, está muy poco analizada.

Pauer (1996) demuestra en un estudio entre muchachos y muchachas en edad escolar que se acentúan en el deporte las agravantes diferencias entre los rendimientos de coordinación de las deportistas, por ejemplo, en los tipos de deporte coordinativos técnicos y los grupos de deportes condicionales-técnicos, de táctica individual y de táctica de equipo, así como en comparación con las «estudiantes normales». Ya que, sin embargo, las ventajas de rendimiento de las deportistas que entrenan deportes específicos no aumentan en el caso de una observación de corte longitudinal, llevan al autor a estimar que la superioridad de estos niños se basa exclusivamente en el efecto de selección en el caso de la escolarización y asignación en los grupos de tipo de deporte por separado. Frente a esto, Hohmann *et al.* (2001), que igualmente analizan a jóvenes deportistas de rendimiento en colegios que practican con ahínco el deporte, llegan a resultados de sentido contrario: las nadadoras y nadadores

con talento no sólo se caracterizan por un elevado rendimiento inicial, sino también por elevadas velocidades de desarrollo. Además, en el caso de comparación de deportistas con más o menos talento hay que tener en cuenta (de un modo estadístico) el hecho de que los deportistas con menos talento y debido a sus bajos rendimientos iniciales, al menos al principio, pueden ofrecer notables aumentos de rendimiento.

c) La utilización de las condiciones previas de rendimiento individual

Otro ulterior y dinámico modelo de diagnóstico debe determinar el talento de un deportista basándose en el comportamiento del rendimiento en la competición para las condiciones previas de rendimiento personal y la edad de desarrollo, por una parte, y para las condiciones de rendimiento contextual, por otra parte. Las hipótesis de utilización expresan que, en caso de existir fortalezas comparables de rendimiento, los deportistas con talento deben hacer uso de los recursos que posean en menor cantidad. Para esta adopción, en el entrenamiento de crecimiento, existen una gran cantidad de pruebas prácticas. Así, por poner un ejemplo, es de dominio público la conformidad con el hecho de que es positiva, en relación con el desarrollo de rendimiento a largo plazo, la utilización de recursos siguiendo el principio «minimax»: el rendimiento mayor posible se debe dar en el caso de un empleo mínimo de los recursos. De

este modo, en los diversos escalones del entrenamiento juvenil se conservan reservas de rendimiento y protección que se basan en su gran potencial de rendimiento⁶.

d) *Capacidad de sobrecarga*

Según Fröhner (1993, 11), la sobrecarga es la «capacidad para asimilar aquellos esfuerzos que son posibles en la actividad del cuerpo, el cual los tolera y soporta de un modo pasivo sin que se produzcan trastornos para la salud». La sobrecarga es una magnitud de estado del organismo que se determina por medio de disposiciones genéticas, así como de influencias, tanto exógenas como endógenas. Las características del material (como, por ejemplo, la solidez del aparato ligamentario), las funciones específicas de órgano (como, por ejemplo, el rápido y firme cierre de las articulaciones) y la capacidad de adaptación (plasticidad de los sistemas funcionales físicos) se fijan esencialmente por medio del potencial genético del atleta. Además, influyen en la sobrecarga las desviaciones coyunturales o duraderas en caso de condiciones previas de rendimiento endógeno (por ejemplo, en el caso de una enfermedad) o las condiciones de rendimiento exógeno (por ejemplo, el entrenamiento, el clima o la alimentación).

En el proceso de diagnóstico de talento, la capacidad psicofísica de sobrecarga es una condición previa decisiva para el desarrollo perspectivo del rendimiento. Por lo tanto, hay que comprobarla con la debida anticipación y en la posterior posible evolución de los requerimientos de talento. En el deporte juvenil de rendimiento de crecimiento estas exigencias no se corresponden totalmente, ya que aún queda pendiente una concepción cerrada para el diagnóstico y la optimización de la capacidad de sobrecarga en el entrenamiento deportivo. Un concepto así debería conducir al diagnóstico retrospectivo de los déficits de sobrecarga y el entrenamiento de rehabilitación correspondiente a un empleo fortalecido de medidas de entrenamiento que tengan un efecto preventivo para optimizar de un modo controlado la sobrecarga al comienzo del entrenamiento.

El diagnóstico de talento según la ciencia del entrenamiento se basa en un amplio y dinámico concepto de talento. Tal concepto sólo se puede hacer operativo por medio de varios **critérios de diagnóstico**. En el punto central se encuentran por el momento el rendimiento de competición y su tempo de

⁶ A la hora de determinar el talento deportivo todavía está poco investigado de modo empírico el criterio a utilizar a pesar de la serie de puntos de partida (como, por ejemplo, de la superioridad de los «tipos de competición» frente al «campeonato mundial de entrenamiento»). En el estudio realizado en Magdeburgo sobre la velocidad y el talento (Matass), los resultados confirmaron, según Koppers (1993), que, en la tendencia básica, se daba un mejor grado de aprovechamiento de las condiciones previas de rendimiento específicas del tipo de deporte, tanto en el caso de nadadoras y nadadores con talento como en atletas.

desarrollo, la utilización de las condiciones previas de rendimiento y la sobrecarga. Sin embargo, los cuatro criterios de talento no se pueden considerar independientes unos de los otros, ya que cada una de las características de talento no admite por sí misma ningún diagnóstico de talento seguro (Hohmann y Carl).

5.1.3 MÉTODOS ESPECIALES DE ENTRENAMIENTO Y APARATOS DISPONIBLES

No se puede concebir el deporte de alto rendimiento sin la utilización de complicados métodos y sistemas técnicos de entrenamientos y diagnósticos de primera calidad (Hohmann y Edelmann–Nusser, 2001). La creciente complicación de los métodos de entrenamiento resulta concluyentemente de las leyes de calidad y cantidad del entrenamiento (véase Apartado 3.1.1). Según este principio, las exigencias de entrenamiento deben organizarse según el nivel de sobrecarga del deportista, nivel que se irá elevando, y que debe ser siempre específico y, sobre todo, intensivo para que tenga un efecto favorecedor sobre el rendimiento. En el caso de los aparatos de entrenamiento y diagnóstico, los motivos para unas exigencias crecientes son muy variados. Mientras que en algunos casos las altas velocidades o las com-

plejas formas de movimiento exigen una capacidad de percepción por parte de entrenadores y jueces de campo, en otros tipos de deporte las desviaciones microscópicas son responsables de valores reales y teóricos. A eso se añade que para el control del entrenamiento, junto con las características de movimiento que se observan desde el exterior, cada vez deben tener más importancia las «internas», es decir, aquellos parámetros de movimiento y capacidades de sobrecarga que no son apreciables desde el exterior (por ejemplo, las fuerzas mecánicas, los modelos de activación neuronal o las sollicitaciones de exigencia fisiológica).

En el control del entrenamiento en el deporte de alto rendimiento, las funciones de orientación de los métodos de entrenamiento y la función de control de los aparatos de medición están ensambladas fuertemente entre sí para conseguir complejas soluciones sistemáticas. En el denominado entrenamiento de aparatos de medición (compendio en Daug, 2000), los sistemas técnicos, en el caso de orientación metodológica del entrenamiento, adoptan para los atletas los rendimientos deportivos junto a la función de la medición y la función *feedback*⁷ (Mendoza y Schöllhorn, 1991). En complicados casos especiales de entrenamiento con aparatos de medición, asistido por ordenadores y orientado según los parámetros (Krug, 1992), los sistemas técnicos sirven, en

⁷ Retroalimentación (N. de la T.).

un primer paso, para programar de acuerdo con las exigencias del entrenamiento la realización de valores teóricos basados en bancos de datos. En un segundo estadio, durante el entrenamiento se manejan de un modo controlado los datos de esfuerzo individual y, paralelamente a ello en el tiempo, se suministra a los atletas una información inmediata basada en valores de la medición.⁸

En el **entrenamiento con aparatos de medición**, el nivel de instalaciones utilizadas en los lugares de medición del entrenamiento de los deportes de alto rendimiento se ha ido escalonando, entre tanto, de forma muy acentuada.

Sin embargo, hay que consignar críticamente que, en el sentido de un fundamento teórico del entrenamiento con aparatos de medición, con la adaptación biológica sólo se ha aclarado de un modo suficiente uno de los dos principios de optimización del rendimiento. Ya que la adaptación y la supercompensación dominan sólo la mejora de las capacidades condicionales, todavía está insuficientemente explicada la organi-

zación óptima del entrenamiento con aparatos de medición en instalaciones que se refieren a la mejora de una organización de información efectiva en el aprendizaje. Esto concierne tanto a los distintos tipos como también al punto temporal óptimo y la asiduidad, así como la frecuencia de los informes a la hora del aprendizaje de determinados parámetros de movimiento (Wulf, 1992; Daug, 2000). Además, todavía queda abierta la manera y el modo de contribuir de las modalidades de *feedback* visuales, auditivas y cinestésicas, o también individuales o combinadas para la optimización del aprendizaje del movimiento (Efenberg y Mechling, 1999). Junto a una organización óptima de entrenamiento, hay que tener en cuenta que el entrenamiento con sistemas de medición está unido a un análisis procedimental del efecto de entrenamiento (véase más adelante) que controla los efectos a largo plazo del entrenamiento con aparato de medición.

⁸ Aparatos de gran valor para un entrenamiento con aparatos de medición son, por ejemplo, los canales de natación, remo y pádel (canaletes) con velocidad ajustable de la corriente. Los ergómetros de cinta para correr, de bicicleta, de remo y de carrera de fondo de esquí, así como los simuladores de lanzamiento y arrollamiento (en lucha, judo, etc.) con resistencia ajustable de movimientos, los tornos de giro de salto, tornillo y pirueta (en saltos al agua, gimnasia con aparatos, patinaje artístico sobre hielo, etc.) con velocidad ajustable de giro.

5.1.4 INVESTIGACIÓN DEL ENTRENAMIENTO QUE ACOMPAÑA AL PROCEDIMIENTO

La investigación del entrenamiento que acompaña al procedimiento aspira, por un lado, a la descripción del proceso de desarrollo de los rendimientos deportivos y, por otro lado, a la justificación de la efectividad de las intervenciones del entrenamiento.

I. Análisis de la evolución del entrenamiento

Los análisis de evolución del entrenamiento (véase Apartado 3.3.3) informan sobre las tendencias actuales en el caso de desarrollo progresivo de la capacidad de rendimiento deportivo, de rendimientos de competición y de índices de entrenamiento de los deportistas o los equipos seleccionados.

Estas tendencias informan sobre aquellas exigencias y condiciones de rendimiento esperadas en el futuro, y que hay que tener en cuenta a la hora de planificar y organizar el entrenamiento de los deportistas punteros.

El significado de los análisis de la evolución se aclara por medio de un estudio de LAMES (1997) que pone a la luz la evolución a largo plazo de los rendimientos máximos internacionales en las disciplinas de atletismo seleccionadas al coincidir con las distintas medidas señaladas en el campo de entrenamiento de alto rendimiento como, por ejemplo, la introducción de severos controles de *doping*, con crecientes modificaciones en la tendencia de desarrollo de las elites mundiales (véanse Figuras 5.5 y 5.6).



Figura 5.5 Evolución del mejor rendimiento mundial del año y rendimiento medio de las mejores 20 de la lista de rango mundial, mujeres, desde 1960.

Para el caso del modelado estadístico del desarrollo de rendimiento en el lanzamiento femenino de peso se suponen y calculan dos efectos:

1. Un efecto ascendente en rampa, que comienza en 1968 y que finaliza en el año 1976 y que ocurre simultáneamente en el tiempo con la aparición sistemática del *doping* con la ayuda de esteroides anabólicos. Como resultado, este efecto lleva a una elevada y significativa mejora del ajuste de modelo, y la amplitud del efecto se corresponde,
2. Un efecto de meseta del escalón en la temporada de entrenamiento 1988/89, que coincide con la entrada en vigor de los controles de esteroides anabólicos. El resultado consiste de nuevo en una mejora elevada y muy significativa del ajuste de modelo, y la amplitud del efecto se corresponde con una disminución del rendimiento evaluada en $-0,79$ m.

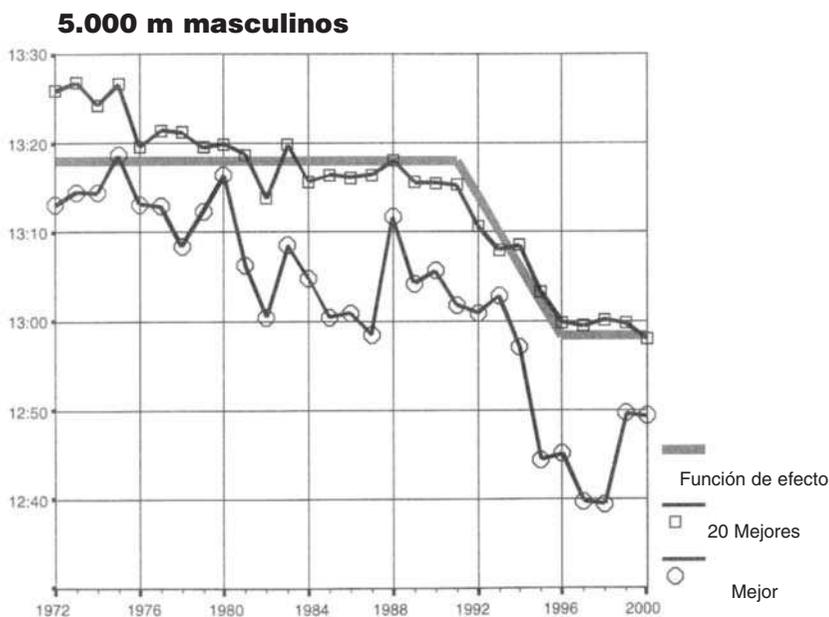


Figura 5.6 Evolución del mejor rendimiento mundial del año y rendimiento medio de los mejores 20 de la lista de rango mundial en la modalidad de 5.000 m masculinos, desde 1972 (actualizado según Lames, 2000).

En el examen de la gráfica de la evolución del desarrollo del rendimiento de resistencia (5.000 m) de los hombres llama la atención una clara mejora de tendencia a partir de 1988, que se hace más patente a partir de 1992. Por lo tanto, se debe suponer un efecto rampa con comienzo en el año 1992 y final en 1996. Este efecto modela (*ex post*) la propagación de la eritropoyetina (EPO) como sustancia dopante. La consideración de este efecto lleva de nuevo a una elevada y significativa mejora del modelo de ajuste, y la estimación de la amplitud de efecto se corresponde con una disminución de tiempos de -19,72 s en la carrera de 5.000 m.

Los **análisis de la evolución del entrenamiento** describen las tendencias actuales de desarrollo en el caso de la capacidad de rendimiento deportivo, rendimiento de competición e índices de entrenamiento. Hay que tener en cuenta que de la mera descripción de la evolución no es posible obtener afirmaciones causales, ya que sólo se trata de la observación del desarrollo actual. Sus consecuencias no se pueden resumir explícitamente, sino, en todo caso, se pueden descubrir de un modo interpretativo. Los ajustes *posthoc*

tendencia sólo son posibles, por lo tanto, sobre la base de reflexiones hipotéticas.

II. *Análisis del efecto del entrenamiento*

En el deporte de alto rendimiento se lleva a cabo un diagnóstico del rendimiento científico del entrenamiento predominantemente bajo el aspecto estratégico de la adaptación. El objetivo es optimizar el desarrollo deportivo a corto, medio y largo plazo por medio de un control que acompaña al proceso de los efectos de intervención (véase apartado 3.3.4). Con ello la ciencia del entrenamiento, en dependencia con el tipo de característica de rendimiento que interese, recurre a procesos de diagnóstico de la medicina del deporte, de la biomecánica del deporte, de la psicología del deporte y de otras disciplinas científicas (deportivas). Sin embargo, se diferencia de las ciencias básicas en que la exigencia diagnóstica de la ciencia del entrenamiento no sólo se limita a la comprensión auténtica de un parámetro de rendimiento en el sentido de la mera capacidad de medida. Mejor dicho, el diagnóstico de rendimiento de la ciencia del entrenamiento engloba también la cuestión de cómo se puede manejar de un modo óptimo el indicador de diagnóstico. La infor-

⁹ Tomando como ejemplo el desarrollo del récord de la carrera de fondo, la plausibilidad de la causa de los efectos supuestos es, por lo tanto, muy elevada ya que el efecto estadístico resulta mayor cuanto más largos son los trayectos de carrera (Lames, 2000). El efecto del medio de *doping* EPO sobre la capacidad de rendimiento de resistencia es bastante conocido y está en evidente concordancia con los análisis de evolución del entrenamiento.

mación de diagnóstico de rendimiento, por tanto, no sólo presenta un carácter de descripción del estado, sino que también controla el entrenamiento. El establecimiento del proceso y la orientación de la adaptación representan con ello características de delimitación esenciales entre los conceptos de diagnósticos científicos del entrenamiento y los científicos de base.

En el deporte de alto rendimiento los controles procedimentales de los efectos de entrenamiento a corto, medio y largo plazo constituyen un instrumento al que no se puede renunciar para conseguir la optimización del ren-

dimiento. El análisis del efecto del entrenamiento también debe, por lo tanto, «funcionar» bajo las condiciones de análisis que dominan en el «campo» (pequeña magnitud de las pruebas aleatorias, grupos de control erróneos, procedimientos de control escasos de efecto, etc; Hohmann, 1996b). Por lo tanto, con el objetivo de analizar el efecto del entrenamiento se ha desarrollado una «investigación de entrenamiento que acompaña al proceso», tanto tecnológica como evaluativamente (Martin, 1999), que principalmente recurre a conceptos del análisis de casos independientes.

Nota complementaria: análisis del efecto del entrenamiento en la natación

Los análisis del efecto del entrenamiento son especialmente valiosos cuando los resultados del efecto de las cifras de entrenamiento no sólo se modelan retroactivamente sobre el rendimiento de competición, sino que, con la ayuda de modelos adecuados, también se pueden simular prospectivamente. Con un vistazo a este «objetivo lejano» se analiza el efecto del entrenamiento en el caso de dos nadadoras, en las que se modelan y pronostican rendimientos de competición sobre la base de un planteamiento no lineal (véase Capítulo 3) con la ayuda de métodos de redes neuronales. Los análisis que se re-

presentan en la Figura 5.7 conforman un protocolo de rendimiento cuantitativo y por categorías (por encima de 141 semanas), así como los rendimientos en el caso de 19 competiciones, tanto olímpicas como no olímpicas. De las cifras de entrenamiento de cada competición independiente (a), así como la fase de carga elevada que dura de 3 a 4 semanas y (b) la fase *taper* de 2 semanas inmediatamente antes de cada competición, se entrenan dos redes neuronales para el pronóstico del rendimiento de competición en el caso de los Juegos Olímpicos del 2000 en Sidney. Un modelo general obtenido de uno de estos dos modelos pronostica un rendimiento de 870 puntos LEN

(Ligue Européenne de Natation, lo que corresponde a un tiempo de 2:12,64 min) obtenido por la atleta en la semifinal de 200 m

espalda, con una desviación de sólo 1,24 puntos LEN, lo que equivale a un error de sólo 0,05 s (véase Figura 5.7).

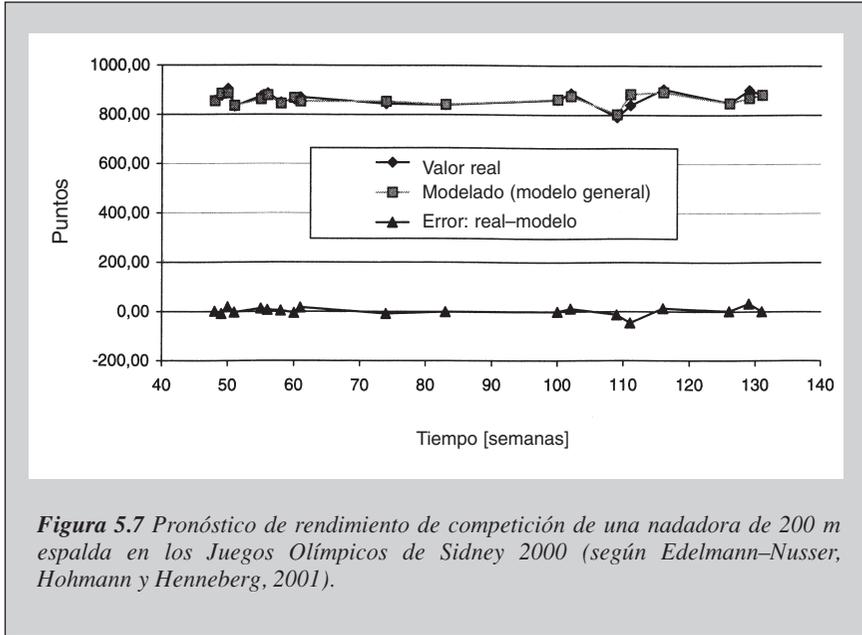


Figura 5.7 Pronóstico de rendimiento de competición de una nadadora de 200 m espalda en los Juegos Olímpicos de Sidney 2000 (según Edelmann–Nusser, Hohmann y Henneberg, 2001).

5.1.5 CAPACIDAD DE ENTRENAMIENTO Y DE ESFUERZO A LO LARGO DE LA VIDA

El intervalo de tiempo en el que el deporte de rendimiento tiene un sentido central como ejemplo del pensamiento y es un elemento conductor vital se ha ampliado paulatinamente, y lo que en el pasado se iniciaba en la edad juvenil y cubría parte de la temprana edad adulta, ahora en uno de los sentidos abarca desde la edad infantil, mientras, en el otro sentido, continúa hasta la edad adulta media. Actual-

mente está comprobado un crecimiento acelerado tanto en el número de competiciones como también en los participantes de las organizaciones deportivas populares y, en especial, en los denominados «Campeonatos sénior» o bien «Certámenes Master».

Estos desarrollos reflejan notablemente el significado incrementado de la capacidad de rendimiento deportivo, del entrenamiento orientado al rendimiento y del equilibrio del rendimiento orientado a la competición en todas las etapas de la vida, aunque se debe

mencionar que la ciencia del entrenamiento ha sido aceptada muy tarde y, además, el entrenamiento ha sido admitido lentamente en las «zonas más allá del límite» de la edad de alto rendimiento. En un principio, desde el comienzo de la enseñanza del entrenamiento (véase Capítulo 1), hacia el año 1990, se ha intentado extrapolar el concepto de entrenamiento deportivo de rendimiento en los adultos y en la edad infantil y juvenil. Con la aparición del *Handbuch Kinder und Jugendtrainig (Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil, Paidoribo, 2004)* de Martin *et al.* (1990) se inició una enseñanza de entrenamiento especial y relativamente autónoma para estas etapas de la vida. En relación con el entrenamiento en edades adultas tardías este paso está todavía por dar, aun cuando, con el simposio *Training im Alterssport* (Mechling, 1998), la Sección de Ciencia del Entrenamiento de la Federación Alemana de la Ciencia Deportiva (dvs = Deutsche Vereinigung für Sportwissenschaft) ha realizado al menos un comienzo lleno de esperanza.

En consecuencia, en el actual tratamiento esporádico del entrenamiento en las etapas temprana y tardía de la vida hay una carencia de recomendaciones de entrenamiento, así como de normas de rendimiento y de diagnóstico de competición. Además, la ciencia del entrenamiento ha dejado de desarrollar y de analizar sistemáticamente teorías científicas para el entendimien-

to de capacidades de rendimiento relacionadas con la edad, capacidad de esfuerzo y de entrenamiento, así como de competición.

Para el entrenamiento de la edad infantil y juvenil se han llevado a cabo insuficientes investigaciones básicas con el problema agregado de que las posibilidades de entrenamiento han sido tratadas de modo poco crítico y sin analizar desde los planteamientos teóricos de la socialización en la década de 1960 (Retter, 1969) hasta más tarde con la concepción del desarrollo teórico de la interacción (Baur, Bös y Singer, 1994) y las ideas teóricas de maduración surgidas sobre el desarrollo motor en las enseñanzas clásicas de entrenamiento (Martin, 1980; Weineck, 1994). Los esfuerzos de investigación, reforzados en un próximo pasado, han mostrado, poniendo como ejemplo *La mejor edad del aprendizaje motor (Bestes motorisches Lernalter)*, el desacuerdo que puede surgir entre los actuales resultados empíricos de la opinión de la enseñanza. Mientras que, según las ideas teóricas de la maduración, la edad escolar tardía (chicas: 10-11/11-12 años; chicos: 10-11/12-13 años) representa la fase de la mejor capacidad de aprendizaje motor en la edad infantil (Winter, 1977), los nuevos resultados de las investigaciones contradicen (Joch, Hasenberg y Auerbach, 1990; Joch y Hasenberg, 1991) estas teorías de un óptimo aprendizaje motor del deporte antes de la pubertad. Los análisis de Willinczik *et al.* (1999) incluso remi-

ten a mejores rendimientos de aprendizaje motor parcial y significativo en el caso de chicos y chicas tras la pubertad. Con una controversia parecida se presentan los resultados sobre la teoría de las fases sensibles en el desarrollo de capacidades coordinativas (Hirtz, 1985; Hirtz y Starosta, 1989; en oposición a ellos: Conzelmann) y condicionales (Reilly, Bangsbo y Franks, 2000, y se oponen: Diekmann y Letzelter, 1987).

En el caso del entrenamiento en edad adulta avanzada, la investigación se concentra sobre todo en la determinación de la capacidad de rendimiento de las personas mayores. Sin embargo, de todos modos se explica de modo claro y suficiente en relación con la capacidad de rendimiento de resistencia del deportista de rendimiento de edad avanzada (véase Figura 5.8).

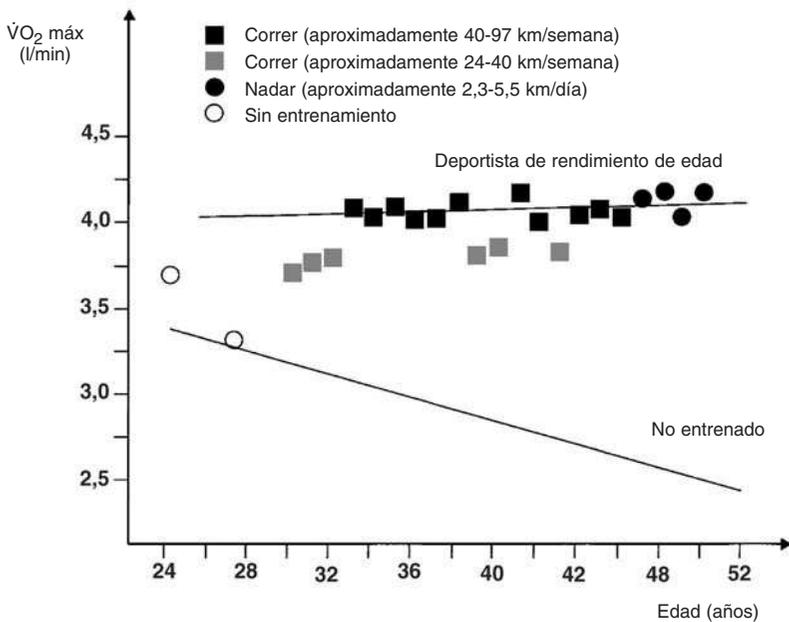


Figura 5.8 La capacidad de rendimiento de resistencia ($\dot{V}O_2$ máx) en el caso de deportistas de rendimiento de edad avanzada en contraste (de corte transversal) con los no entrenados (según Mader y Ullmer, 1995).

Debido a los compromisos crecientes de los deportistas de edad avanzada, adquieren un notable significado las preguntas sobre la capacidad de esfuerzo y la posibilidad de entrenamiento de dichas personas, así como sus limitaciones. Esto no hay que situarlo en último lugar, ya que, según los cálculos hipotéticos del modelo, desde el punto de vista biológico se ha llevado a discusión la circunstancia de un precipitado consumo, causado por un entrenamiento excesivo, de las reservas de adaptación importantes para la vida (Mader y Ullmer, 1995, véase Figura 3.4). Aunque la validez de esta tesis, en el deporte de rendimiento de mayores, y bajo el punto de vista de la medicina deportiva, por el momento no dispone de ninguna confirmación empírica¹⁰, se recomienda la aceptación por lo menos de los continuos estudios sobre la capacidad de esfuerzo en el transcurso de los años, así como el examen de la «antítesis» del efecto protector obtenido por un elevado estado de entrenamiento. En este contexto, a la ciencia del deporte le corresponde «exclusivamente» la tarea de desarrollar estrategias de intervención óptimas y referidas a la edad, con las que se alcanzarán los objetivos de prevención.

5.2 CIENCIA DEL ENTRENAMIENTO Y DEPORTE DE *FITNESS*

Al campo de aplicación del deporte del *fitness* seguramente le corresponde, debido al gran número de personas que practican deporte por este motivo, más atención por parte de la ciencia del entrenamiento de la que se le ha dado hasta ahora. Muchas y variadas formas de práctica de deporte se pueden calificar como deporte de *fitness*, lo que hace necesaria una explicación concienzuda del término (5.2.1). Con toda seguridad, no es correcto entender el deporte de *fitness* como un «deporte secundario de rendimiento», porque en relación con algunas particularidades el entrenamiento orientado al *fitness* se ocupa de complejas capacidades independientes (5.2.–5.2.4). Los temas del peso físico y la alimentación no deben faltar dentro del contexto de un entrenamiento de *fitness* (5.2.5).

5.2.1 EL CONCEPTO DE *FITNESS*

El significado de la palabra *fitness* en inglés es esencialmente más amplio que cualquiera de las interpretaciones de la palabra *fitness* en castellano. El acomodarse a las exigencias de la vida, lo adecuado para la vida, está incluido aquí siempre, evidentemente, con la

¹⁰ Los casos, tomados siempre como evidencias anecdóticas, de los repentinos síncope en el deporte de rendimiento en la edad avanzada no se pueden determinar desde un punto de vista científico, ya que los orígenes de estos resultados letales, tras las investigaciones de Kindermann y Urhausen (1999) no se asocian, en principio, sólo con la edad, sino también con la edad y el estado de entrenamiento, el número de factores de riesgo existentes y las lesiones previas que provocan enfermedades. Por lo demás, hay que tener en cuenta que la cantidad de enfermedades cardiovasculares, incluyendo los accidentes de síncope repentinos en el caso de las personas entrenadas, es mucho más bajo que en el caso de personas que no entrenan.

connotación de la posibilidad de realización y de ser apropiado, y menos a título de una predisposición hereditaria.

El término *fitness*, en inglés, engloba el campo del *fitness* corporal, emocional, intelectual y social («*fitness* total»). En castellano, a menudo se entiende como *fitness* sólo el aspecto corporal («*fitness* físico»).

Estas explicaciones del significado de la palabra no son solamente de naturaleza académica, sino que son importantes para la determinación de los objetivos y los métodos del entrenamiento de *fitness*.

Con ello se expresa que la maximización en el aspecto físico de la capacidad de rendimiento no es el objetivo primario del entrenamiento del *fitness*, sino que éste siempre debe ser observado como una parte introductoria a una observación general del deporte de las personas que lo practican.

Una primera deducción de ello es que el deporte de *fitness* no debe estar separado de la definición de deporte terapéutico o de salud, sino que, por lo menos, debe englobar dicho deporte de salud en una faceta primordial y de prevención primaria (véase Apartado 5.3).

Por el contrario, la delimitación con el deporte de rendimiento es relativamente sencilla de encontrar, ya que en los conceptos deportivos de rendimiento se activan los recursos generales sobre la maximización del rendimiento y se subordinan todos los campos parciales de la orientación vital (familia, formación, trabajo). En contraposición

a ello, el entrenamiento de *fitness* se basa en que:

- ▶ El presupuesto temporal con otros compromisos queda subordinado o coordinado.
- ▶ La motivación no se extrae del éxito deportivo en la comparación de rendimientos, sino que más bien se deduce una mejora de la capacidad de rendimiento y una percepción de los efectos corporales y físicos.
- ▶ Una gran parte de los deportistas de *fitness* se organizan por sí mismos y, por regla general, se entrenan siguiendo sólo pocas instrucciones especializadas.
- ▶ Desde un punto de vista metodológico de entrenamiento, la carga de entrenamiento, sin necesidad de aparatos, se basa en implantar métodos que sean fácilmente controlables por parte del deportista.

Con estas particularidades, dentro del deporte de *fitness* se deben diferenciar las perspectivas del objetivo que están en un primer plano:

- ▶ Los ajustes de salud sirven como planteamientos preventivos primarios con los que se debe luchar contra los factores de riesgo independientes (por ejemplo, el sobrepeso) hasta llegar al concepto de *wellness*, cuyo objetivo es un aumento del bienestar.

- ▶ Los ajustes de la estructura corporal van desde la aspiración a las exigencias derivadas del término clásico de formación, siguiendo un desarrollo corporal humano armónico y universal, hasta la obtención de normas físicas adecuadas a las corrientes de moda que son de actualidad («estómagos como tablas»).
- ▶ Otros ajustes funcionales son, por ejemplo, el entrenamiento de *fitness* por motivos sociales, por ejemplo, para crear y conservar contactos sociales o bien por motivos de trabajo, para asegurar la capacidad de rendimiento corporal necesario para la ejecución del trabajo, y otros muchos más.

El deporte del *fitness* muestra una serie de características específicas y se puede practicar siguiendo distintas orientaciones. Dispone de un buen número de secciones con formas de medicina terapéutica deportiva, y se diferencia del deporte de rendimiento por el hecho de que existe una escasa organización en la compensación de rendimiento y competición, aunque no de un modo imprescindible, en alcance y contenidos.

Sin embargo, por regla general y dentro del deporte del *fitness*, nos basamos en un nivel de rendimiento relativamente bajo, un empleo de tiempo de entrenamiento que suele resultar escaso, oscila entre 1 a 4 veces a la semana, y una baja guía en los entrenamientos.

Los demás aspectos de los complejos independientes de la capacidad de rendimiento, que contienen los típicos objetivos del entrenamiento de *fitness*, se refieren, sobre todo, a un entrenamiento que se corresponda con las características que se acaban de nombrar.

5.2.2 ENTRENAMIENTO DE RESISTENCIA EN EL ÁMBITO DEL FITNESS

En ningún concepto amplio del *fitness* falta la resistencia como magnitud central en los objetivos. Algunas recomendaciones para el entrenamiento de *fitness* se limitan exclusivamente a establecer ciertas magnitudes e intensidades de movimiento extraídas del ámbito de la resistencia.¹¹

El fundamento principal para una sobresaliente **significación de la resistencia** en el concepto del *fitness* es su impresionante efecti-

¹¹ Cuando se deben hacer operativos, desde el punto de vista médico o psicológico, los movimientos o prácticas deportivas, a menudo se hace participar, exclusivamente, a una serie de parámetros de resistencia. Sin embargo, el movimiento y el deporte son algo más que un empleo de energía, por lo que estos modos de observación necesitan urgentemente un complemento especializado e interdisciplinario por medio de planteamientos de la ciencia del deporte.

vidad, que se documenta por sus numerosas adaptaciones funcionales y morfológicas. Pero la resistencia también es una condición previa esencial para la participación en muchos tipos de deporte.

Los efectos físicos de un entrenamiento de resistencia «recompensan» los esfuerzos asociados y representan, por ello, un mecanismo autofortalecedor que, en última instancia, no se debe a la po-

pularidad del entrenamiento de resistencia en el deporte del *fitness*.

Las adaptaciones funcionales y morfológicas en los estímulos de resistencia sólo se pueden llevar a cabo, en este punto, de forma esquematizada en una tabla (por ejemplo, Hollmann y Hettinger, 2000).

Los efectos psíquicos del entrenamiento de resistencia demuestran la

Tabla 5.1 Adaptaciones de los órganos dependientes de un entrenamiento de resistencia.

Órgano	Adaptaciones funcionales y morfológicas por medio del entrenamiento de resistencia
Corazón	Descenso de la frecuencia cardíaca tanto en situación de reposo como en la de esfuerzo, aumento del volumen sistólico, economía de la función cardíaca. Las adaptaciones morfológicas corresponden a una mejora del riego del músculo cardíaco y adaptaciones en el tamaño de los ventrículos y músculos.
Pulmones	Economía en el intercambio gaseoso, elevación de la capacidad de toma de oxígeno, aumento de la capacidad vital y del volumen de respiración por minuto.
Sangre	Influencia adecuada de la cantidad de lípidos en la sangre, elevación de la capacidad de fijación del oxígeno, elevación de la capacidad de transporte de oxígeno.
Vasos	Disminución de la evolución regresiva de la elasticidad de los vasos.
Musculatura	Aumento de las mitocondrias, capilarización mejorada.
Sistema inmunológico	Mejora del estado inmunológico.
Glándulas hormonales	Baja precipitación, bajo el efecto del esfuerzo, de las hormonas del estrés.

importancia de la resistencia en el deporte de *fitness*. Primero hay que basarse en que el entrenamiento de resistencia produce efectos favorables frente a la tendencia a la depresión, actuando como calmante contra la angustia, eleva la tolerancia al estrés y aumenta la sensación de bienestar por medio de la realización de esfuerzos de larga duración. Pero también hay que aceptar que otras actividades también pueden mostrar efectos parecidos y que los mecanismos concretos de estos efectos la mayoría de las veces no están perfectamente definidos (Schwarzer, 1992).

La mejora del estado de ánimo, que surge conjuntamente con los esfuerzos de resistencia, es de especial significado bajo los efectos psíquicos del entrenamiento de resistencia. Se han obtenido, de forma documentada, magníficos resultados médicos para los que, de todos modos, no existe una aclaración única y causal. En este momento se «baraja», por ejemplo, la hipótesis de las endorfinas, los procesos rítmicos o la experimentación de la espontaneidad. También hay que tener en cuenta que el efecto es más manifiesto inmediatamente a continuación (hasta unas 5 horas) de la realización del esfuerzo, pero todavía está pendiente de pruebas convincentes la aceptación de una mejora habitual del estado de ánimo gracias al deporte de resistencia (Schlicht, 1994; Schwarzer, 1992; Fuchs, 1997).

Desde un punto de vista de la práctica del entrenamiento, se plan-

tean sobre todo dos cuestiones sobre la resistencia como contenido de un entrenamiento de *fitness*: la elección del tipo de deporte de resistencia y el control de la intensidad del esfuerzo.

La elección de un tipo adecuado de deporte de resistencia es una tarea de optimización con una gran cantidad de condiciones marco. (1) Debe ser un movimiento fuertemente motor, que influya sobre el mayor número posible de grupos musculares. (2) Debe poderse practicar sin necesidad de aparatos y, si se puede, en una localización lo más cercana posible al lugar de residencia. (3) Debe poderse practicar durante todo el año y a cualquier hora del día y (4) como tipo de deporte individual, para de esa forma garantizar una integración sin problemas en el transcurso normal del día. (5) Debe ser intrínsecamente motivador a largo plazo para los que lo practican. Como última condición hay que exigir que exista muy bajo riesgo de lesiones, no sólo (6) para la práctica por principiantes poco experimentados, sino también (7) a la hora de practicarlo con elevados volúmenes e intensidades por parte de un deportista adelantado de *fitness*.

Si se tienen en cuenta los tipos «normales» de deporte de resistencia como, por ejemplo, *jogging*, andar, nadar, montar en bicicleta, *spinning*, *inline-skating*¹², carreras de esquí de fondo, senderismo, fútbol de ocio,

¹²*Spinning* (entrenamiento físico con ayuda de la bicicleta estática y la intervención de la música), *inline-skating* (patines con ruedas en línea) (N. de la T.).

etc., es fácil deducir que ninguno de ellos representa lo óptimo en las siete categorías de exigencia que se han comentado, aunque éstas representen sólo una primera selección de los requisitos necesarios a los que, en cada uno de los casos independientes, todavía se pueden agregar más series. Por lo tanto se deben tomar decisiones individuales que se obtengan sobre la base de muchos componentes:

- ▶ En un primer lugar se debe ocupar de la propia afición, ya que una motivación duradera sólo se consigue en armonía con ella.
- ▶ Las condiciones locales deben ser valoradas, como por ejemplo la disponibilidad de circuitos *inline* apropiados o de una piscina.
- ▶ Se debe diagnosticar el estado de salud personal y la propensión a las lesiones por medio de un examen de aptitud general, lo que se debe tener en cuenta y practicar un reconocimiento médico antes del comienzo de las actividades de *fitness*.
- ▶ Finalmente, hay que adoptar las medidas necesarias a las exigencias que se han nombrado antes (¡y más todavía!). De igual modo hay que considerar las preferencias individuales y la socialización progresiva del deporte.

La natación, como tipo de deporte de resistencia, destaca por su óptima estructura de exigencias (elevadamente motriz, muchos grupos musculares) y por su mínima carga ortopédica. Hay que resolver las cuestiones de la disponibilidad de sociedades deportivas y las complicadas cuestiones sobre motivación que, en ocasiones, se le presentan a los principiantes en los tipos de deporte. Sin embargo, la natación supone una exposición continuada a productos químicos que puede acarrear, en casos especiales, problemas de salud.

Los parámetros de volumen de un entrenamiento de resistencia en el deporte de *fitness* se rigen por las metas perseguidas. Si solamente se espera alcanzar ajustes físicos básicos, se recomienda un «programa mínimo» de 3 x 20 min, mientras que un «programa óptimo», que crea un potencial efectivo sobre la salud con un riesgo ortopédico aún muy bajo, debe estimarse en 4 a 5 sesiones de 30 a 60 min (Zintl, 1988).

El control de la intensidad es también de gran importancia en el entrenamiento de resistencia orientado al *fitness*. Siguiendo el principio del entrenamiento de resistencia que favorece la creación de esfuerzos con los que se tratan de un modo óptimo los componentes de resistencia específicos (véase 2.2.1.1 [3]), hay que hacer uso sobre todo de la vía energética aeróbica cuando se debe desvelar el potencial que favorece la salud. El método (que

no es poco problemático [Heck, 1990]) para la elección de la forma de controlar la intensidad en el deporte de rendimiento es comprobar la concentración de lactato en sangre. Sin embargo, en general este método se descarta para el deporte de *fitness*, ya que se trata de una metodología invasiva, es decir, «sangrienta», que requiere un reconocimiento médico.

En el deporte de *fitness*, como antes con el control de la intensidad, hay que recurrir a la frecuencia cardíaca. Para evitar los fallos de medición causados por la medida por palpación en las arterias (Wydra y Karisch, 1990), también en el deporte del *fitness* se han ido implantando procedimientos mecánicos con relojes para la medición de la frecuencia cardíaca. Para una frecuencia cardíaca óptima de entrenamiento (FC_{opt}) hay fórmulas sencillas que sólo tienen en cuenta la edad:

$$FC_{\text{opt}} = 180 - \text{edad}$$

(Hollmann et al., 1983)

o también fórmulas más complejas en las que, además, se introduce el estado de rendimiento, las características individuales de la circulación por medio de la frecuencia cardíaca en reposo (FC_{reposo}), el tipo de deporte de resistencia por medio de la elección de una intensidad específica (Int) y la edad por medio de la simulación de una frecuencia cardíaca máxima

$$(FC_{\text{máx}}):$$

$$FC_{\text{opt}} = FC_{\text{reposo}} + \text{Int} \cdot (FC_{\text{máx}} - FC_{\text{reposo}}) \quad (\text{Karvonen et al., 1957})$$

Aquí, por lo tanto, se suma a la frecuencia cardíaca en reposo una parte de la diferencia entre la frecuencia cardíaca máxima y la frecuencia cardíaca en reposo. Las intensidades a elegir alcanzan desde aproximadamente $\text{Int} = 0,6$ (no entrenado, montar en bicicleta) a $\text{Int} = 0,8$ (entrenado, *jogging*) según el tipo de deporte de resistencia y el estado de entrenamiento. También para la frecuencia cardíaca máxima existen simulaciones específicas del deporte que alcanza desde $FC_{\text{máx}} = 220 - \text{edad}$ (montar en bicicleta) hasta $FC_{\text{máx}} = 220 - 0,5 \cdot \text{edad}$ (*jogging*).

Las fórmulas para la comprobación de una frecuencia cardíaca óptima de entrenamiento ofrecen por lo tanto cierta libertad de márgenes y, de ninguna manera, contemplan la totalidad de los parámetros que son de gran importancia para el control de la frecuencia cardíaca.¹³ Un objetivo en el entrenamiento de resistencia orientado al *fitness* debe, por lo tanto, tratar de crear un válido control subjetivo del esfuerzo que, sobre la base de la sensación subjetiva de esfuerzo, permita un control exacto (Buskies, Kläger y Riedel, 1992). Cuando se consigue esto, se cumplen simultáneamente las exigencias integradoras de un entrenamiento de *fitness* que, por medio de la

¹³ A modo de ejemplo, en la natación en posición sumergida encontramos la bradicardia (disminución del pulso) al ejecutar el esfuerzo y, a pesar de la misma sensación subjetiva de esfuerzo, se registran 10 pulsaciones por minuto menos que al correr (Völker, Madsen y Lagerstroem, 1983).

acentuación de la percepción corporal y la manifestación física, aspira a un ajuste individual.

5.2.3. ENTRENAMIENTO DE FUERZA EN EL ÁMBITO DEL FITNESS

El entrenamiento de fuerza orientado al *fitness* goza de una popularidad creciente y de una gran divulgación. Llega a ser la oferta central de los centros de *fitness* que cubren la cada vez más numerosa demanda de prestaciones deportivas de servicios de *fitness* en la población. Como origen de este desarrollo hay que tener en cuenta que el entrenamiento de fuerza orientado al *fitness* cubre, en gran medida, las necesidades de muchas personas:

- ▶ Efectos de salud. Mejoría o, en su caso, obtención de la capacidad de fuerza del aparato locomotor y de apoyo, adquisición de la función de estabilización de las articulaciones de la musculatura, prevención de daños en la espalda, osteoporosis y desequilibrios musculares, así como compensación de la pérdida de fuerza causada por el discurrir de los años.
- ▶ Mejora de la capacidad de rendimiento. Para los que lo practican, después de realizar un entrenamiento de fuerza se observa, por regla general, un rápido crecimiento de la capacidad de rendimiento, lo que resulta muy motivador aunque, sobre todo, sea debido a las mejoras de coordinación al ejecutar distintos ejercicios especiales de fuerza, y a modo de ejemplo, hay que contar, una vez que han pasado algunas semanas de entrenamiento regular, con una hipertrofia muscular mensurable o visible debida al entrenamiento de fuerza.
- ▶ Efectos estéticos. Las adaptaciones morfológicas del cuerpo causadas por un entrenamiento de fuerza (crecimiento del diámetro de la musculatura, disminución de la grasa corporal) corresponden en gran medida a un dominante ideal de belleza, lo que representa, para determinados grupos sociales, un motivo nada despreciable.
- ▶ Efectos psíquicos. La incrementada capacidad de rendimiento de fuerza y un aspecto más agraciado sirven, en muchos casos, para una elevación de la propia satisfacción y del factor de la autoestima. También el desarrollo del conocimiento del cuerpo y una mejora de la percepción corporal pueden constituir una positiva consecuencia del entrenamiento de fuerza.
- ▶ Estructura de la oferta. La extensa red de centros de *fitness* se dirige a una determinada clientela con un tipo de ofertas que, evidentemente, cumple con sus necesidades, no sólo en el aspecto de los contenidos, sino también en las condiciones marginales. Ofertas individuales.

lizadas, disponibilidad permanente, escenificación del estilo vital (*lifestyle*), posibilidades de comunicación y contacto sin compromisos son características de una de estas ofertas «modernas» de deporte.

El éxito del entrenamiento de fuerza orientado al *fitness* puede comprobarse por el constante aumento de organizaciones de *fitness* y es debido a que, en gran medida, complacen las motivaciones «modernas» de deporte: legitimación de la salud, orientación corporal, éxito rápido y contenido simbólico para el estilo de vida moderno. Las particularidades de esta situación de motivación presentan, también para los análisis de la ciencia del entrenamiento, condiciones marco sin cuyo cumplimiento casi no se podrían encontrar explicaciones relevantes para la práctica.

El control de la intensidad presenta un problema, especialmente en el entrenamiento de fuerza orientado al *fitness* ya que, por una parte, los distintos objetivos del entrenamiento de fuerza necesitan un control preciso de la intensidad y, por otra parte, la mayoría de los planteamientos de intensidad clásicos están formulados sobre la base de 1 RM (*one repetition maximun*) (véase Apartado 2.2.1.2). Por lo tanto, para implantar

una expresión como, por ejemplo, el «80% de 1 RM» es necesario el registro en kilopondios del rendimiento máximo del correspondiente ejercicio y esto, en el ámbito del *fitness*, ofrece especiales dificultades (Buskies, 1999a), ya que:

- ▶ En los principiantes hay que esperar, por problemas coordinativos, que el planteamiento de 1 RM sea irrealizable.
- ▶ En caso de poca costumbre de llevar a la práctica el entrenamiento de fuerza, los aspectos motivadores también influyen en la precisión de la medida.
- ▶ La precisión de la medida con aparatos está subordinada a menudo a una limitación de la exactitud por pasos de 5 en 5 kg lo que, dentro del ámbito de los principiantes, significa para algunos tipos de músculos unos intervalos por encima del 10%.

Como alternativa para la comprobación de 1 RM, que en el ámbito del *fitness* no parece tener un gran valor informativo, se propone, de distintas formas, el control de la intensidad por medio de tareas con el máximo número posible de repeticiones en el caso de cargas submáximas. Así, por ejemplo, según Hartmann y Tünnemann (1993), una cierta carga presenta una intensidad del 80% cuando es posible realizar de 10 a 12 repeticiones; sin embargo,

otros autores¹⁴ utilizan otros tipos de valores.

Como ya se ha aludido a informes contradictorios según los distintos autores, de ninguna manera hay que considerar definida claramente la relación entre intensidad del esfuerzo y el número máximo de repeticiones. De ese modo se elaboran revisiones que están formadas, por un lado, por la dependencia del ejercicio llevado a cabo y de los datos individuales. Buskies (1999a) informó, por ejemplo, al referirse a la diferencia de sexos, de una triplicación del número posible de repeticiones posibles en el caso de *press* de pierna en comparación con la flexión de pierna para intensidades por debajo del 70% de 1 RM, así como de manifiestas diferencias interindividuales. Por lo tanto, no hay que tomar en serio las recomendaciones globales de las intensidades de entrenamiento sobre la base de un número máximo de repeticiones. De hecho, existe la opción de poder controlar las intensidades sin necesidad de tener en cuenta 1 RM, por lo que sigue siendo atractiva, aunque también discutible, la dependencia cualitativa entre el número posible de repeticiones y la intensidad, aunque si se tiene el propósito de controlar la intensidad, todavía es necesaria una manifiestamente mejorable compenetración científica del entrenamiento.

Otra alternativa fue propugnada especialmente por el grupo de trabajo de

Buskies en Bayreuth: el control del esfuerzo por medio de la sensación subjetiva del mismo. En numerosos análisis sobre el entrenamiento de fuerza orientado al *fitness* (el último de Buskies, 1999b) se pudo comprobar que con la tarea de llevar a cabo repeticiones durante el tiempo necesario hasta conseguir una sensación de esfuerzo «de media a fuerte» se puede llegar a alcanzar unas adaptaciones de resistencia de fuerza y también (en menor medida que en los grupos intensivos de trabajo de contraste) unas mejoras de la fuerza máxima. Sin embargo, esto ocurre con esfuerzos fisiológicos claramente disminuidos y sin riesgos de lesión que pocas personas experimentadas emplean en caso de cargas máximas.

El camino aquí propuesto muestra sólo, desde el punto de vista del deporte de *fitness*, ventajas conceptuales. Si los métodos desarrollados sobre esta base de «entrenamiento ligero de fuerza» sufren una protección experimental, en especial en situaciones de campo, entonces se comprobaría una contribución científica del entrenamiento para el entrenamiento de fuerza en el deporte del *fitness*, lo que puede deberse a la aplicación de métodos científicos de comportamiento. Aquí se expresa la capacidad de carga específica de la ciencia del entrenamiento que resulta de disponer, por encima del canon metodológico de investigación, de más ciencias de referencia.

¹⁴Por ejemplo, Komi y Häkkinen, 1989; Rieckert, 1993; Starischka, 1995.

5.2.4 FLEXIBILIDAD Y *FITNESS*

La movilidad ocupa, bajo capacidades condicionales, una posición especial, ya que está más emparentada con las condiciones de rendimiento constitucional que con las energéticas o informativas, como ya se ha comentado en el Apartado 2.2.1.4. Por lo tanto, en el entrenamiento del *fitness* adopta un papel importante, ya que simultáneamente, en las distintas facetas del deporte del *fitness*, aparecen a menudo varias de las indicaciones del entrenamiento de la flexibilidad:

1. Incremento de la amplitud de movimiento. Con un entrenamiento de flexibilidad regular e intensivo, estamos capacitados para aumentar de forma fehaciente la amplitud de las articulaciones. La ganancia de flexibilidad posible por medio del entrenamiento fue fijada, por ejemplo, por Wiemann y Klee (2000), en un 8%. En el entrenamiento de *fitness* este potencial se puede utilizar para:
 - ▶ Contrarrestar limitaciones de movilidad surgidas con el transcurso de los años, y que ya se impusieron en la temprana edad escolar.
 - ▶ En los tipos de deporte con exigencias directas de movilidad (por ejemplo, gimnasia con y sin aparatos) se asegura la capacidad de rendimiento.
2. Efectos preventivos. Los ejercicios de flexibilidad se cuentan como repertorio estándar de las medidas preventivas de los deportistas. Entre ellos hay que considerar un gran espectro de distintas medidas que se emplean según el campo de aplicación del deporte del *fitness*:
 - ▶ Por medio de la creación de reservas de movilidad (Schnabel, Harre y Borde, 1994) se pueden llevar a cabo movimientos elásticos, económicos y poco propensos a las lesiones, ya que no transcurren más allá del borde del límite de la amplitud.
 - ▶ Calentamiento. Para la preparación de contracciones máximas (¡competición y entrenamiento!), en el ámbito del calentamiento se estira la musculatura para evitar lesiones causadas por la aparición de esfuerzos repentinos (profilaxis de lesiones a corto plazo). Se va imponiendo de un modo creciente que se deben practicar ejercicios activo-dinámicos, ya que los rendimientos de fuerza explosiva, tras un estiramiento intensivo (pasivo) se reducen temporalmente (Hennig y Podziedny, 1994); a menudo se subestima la intensidad del estiramiento pasivo (Wiemann y Klee, 2000), y los efectos de ambos métodos sobre la movilidad se pueden considerar como equivalentes.

- ▶ Desequilibrios musculares. Cuando el aparato locomotor se ve cargado y forzado unilateralmente en un punto, como ocurre en los ejercicios intensivos de algunos tipos de deporte, o en las cargas unilaterales de la vida cotidiana, existe el peligro de desequilibrios musculares, es decir, la musculatura que se emplea se acorta y los antagonistas se ven debilitados y sobreestirados. Sin una compensación, esto llevaría a debilidades posicionales (reversibles) o incluso a lesiones posturales (irreversibles). Por lo tanto, la «fórmula de terapia» reza: ¡Estira la musculatura que esté acortada y fortalece la débil! Este principio no debe utilizarse exclusivamente en la terapia, sino también debe tenerse en cuenta en los planes de entrenamiento del deporte del *fitness*. Primero hay que analizar la carga muscular de la forma preferida de *fitness*. Así, los jugadores de contragolpe (por ejemplo, en el tenis) tienden a sufrir desequilibrios en el hombro, ya que aquí se ven acortados especialmente grupos musculares del movimiento de golpeo (anteversión, aducción, rotación interna), mientras que los antagonistas (retroversión, abducción y rotación externa) tienden a una atenuación. Sobre la base de tal investigación se puede crear un programa de estiramiento, con un efecto preventivo para el acortamiento.
- ▶ Metodológicamente se puede recurrir a métodos de estiramiento intensivos (pasivoestáticos), ya que aquí está en primer plano el más alto grado posible de efectividad.
- ▶ Regulación del tono. El tono muscular, la tensión básica de la musculatura, se ve regulado por parte del sistema neurovegetativo. El estrés y el nerviosismo, así como también el entrenamiento de fuerza, pueden llevar a una elevación del tono; el defecto de movimiento, por el contrario, puede llevar a una disminución del tono. Tanto un tono muscular demasiado elevado, que se presenta como una sensación de nerviosismo, como un tono bajo, que se denota por una sensación de laxitud, hay que considerarlos como negativos, ya que en el sentido de la promoción de la salud se aspira a un tono muscular óptimo. El entrenamiento de flexibilidad ofrece posibilidades de intervención en lo que concierne a ambos (véase Apartado 2.2.1.4). Mientras que el *stretching* y los métodos de relajación tienen un efecto de reducción del tono, los métodos de estiramiento activo pueden implantarse para una elevación del tono. Sin embargo, este interesante ámbito de control del tono, tanto en el entrenamiento de *fitness* como en el terapéutico, está poco explicado desde un punto de vista de la ciencia del entrenamiento.

3. Efectos psíquicos. Ya que en el entrenamiento del *fitness* se crea una exigencia englobadora dirigida hacia la meta de la práctica del deporte, como es el caso de los deportes de rendimiento que maximizan primariamente el rendimiento, los efectos psíquicos que se pueden conseguir por medio de un entrenamiento de flexibilidad adquieren una gran importancia.

- ▶ Con ello se puede recurrir de nuevo a la regulación de tono, que se ha comentado en el último párrafo, observada desde un punto de vista terapéutico. Sin embargo, se presenta simultáneamente también una categoría central para la definición de bienestar, pero que es poco conciliable con un tono muscular elevado o bajo.
- ▶ Los métodos de relajación implantados en el contexto del entrenamiento de estiramiento ofrecen igualmente esta «doble evidencia», ya que la capacidad de relajación puede ser también considerada como medida para el fortalecimiento de la capacidad de defensa frente a esfuerzos físicos.
- ▶ La percepción de cambio de tensión y relajación unidas a un entrenamiento de flexibilidad, la creación de una «sensación muscular» y el aprendizaje, resultante de ellos, de la percepción cor-

poral se pueden implantar para conseguir un concepto corporal mejorado que, como una faceta de la autoestima, puede ayudar a llevar a cabo las funciones compensatorias diarias de un deporte de *fitness*.

El **entrenamiento de flexibilidad** en el deporte de *fitness* muestra un espectro total de indicaciones posibles que, según las perspectivas del objetivo, dispone de distintos significados. Es digno de remarcar que, parcialmente, también se pueden deducir consecuencias metodológicas contrarias, por lo que también en el deporte del *fitness* es necesaria una guía precisa de los contenidos de los objetivos del entrenamiento.

5.2.5 PESO CORPORAL, ALIMENTACIÓN Y FITNESS

Tanto en el objetivo primario del concepto de *fitness* orientado a la salud, como también en el objetivo secundario de la serie de motivaciones para el deporte del *fitness*, encontramos el deseo de controlar, por medio de una actividad deportiva, el peso corporal. Los motivos de ello son, por una parte, el factor de riesgo del «sobrepeso» o, para denominarlo mejor, obesidad (adiposidad), que está en estrecha relación con muchas enfermedades (diabetes, insuficiencia cardíaca, hiperlipemia, gota, etc.) (Weineck,

2005). Por otra parte, no podemos poner en tela de juicio la afirmación de que la práctica de un deporte exige un consumo de energía y, como consecuencia, influye positivamente en el balance energético (es decir, la diferencia entre la absorción y el consumo de energía), por lo que la mayoría de las personas han desarrollado una «expectativa consecuente» (Schwarzer, 1992) en lo que concierne al control de peso mediante la práctica de un deporte.

La ciencia del entrenamiento, debe tratar de responder a lo siguiente:

1. ¿Según qué criterios se deben formular objetivos relativos al peso corporal?
2. ¿Cómo funciona el mecanismo de regulación del peso corporal?
3. ¿Qué resultados arroja como programa conceptual para un programa de intervención?

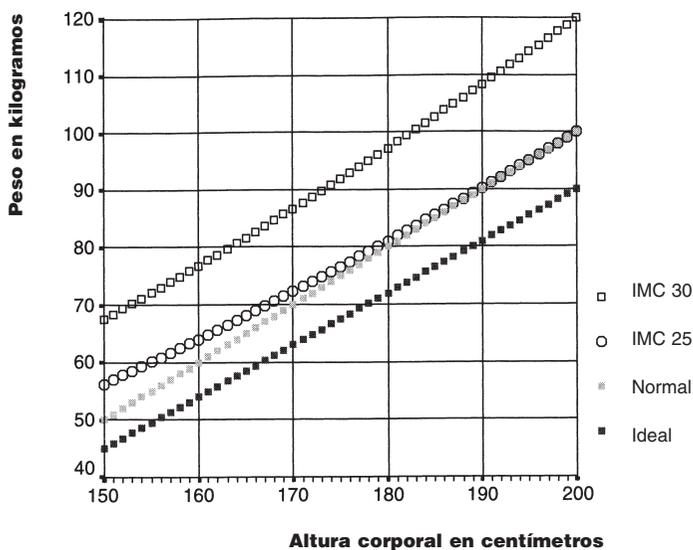


Figura 5.9 Distintas normas de peso corporal dependiendo de la altura corporal.

Planteamientos para el peso corporal. El tema sobre el peso corporal al que se aspira dispone de muchas respuestas que, en su resultado final,

pueden discrepar unas de las otras (Buskies y Boeck-Behrens, 1996; Figura 5.9):

- ▶ La norma de peso Broca se calcula sencillamente con la fórmula: altura de cuerpo (en cm) – 100.
- ▶ Un planteamiento más serio, el peso ideal según Broca, resta a este valor un 10% (mujeres 15%) con la argumentación de que con estas cifras existe una menor propensión a las enfermedades.
- ▶ En el índice de masa corporal (IMC), la altura del cuerpo (en metros) aparece elevada al cuadrado, por lo que resultan líneas características de forma no lineal. Un IMC de 25 se toma como la frontera entre el peso normal y un ligero sobrepeso, en el caso de un IMC por encima de 30 comienza el sobrepeso que debe ser corregido.
- ▶ Las cifras de medida examinadas hasta ahora se diferencian según los sexos y/o según la constitución, lo que hace necesarios planteamientos individualizados de objetivos.
- ▶ Otras tablas normativas se deducen de las estadísticas de supervivencia de los seguros estadounidenses.
- ▶ Un planteamiento de gran importancia es también la determinación de la composición corporal por medio de la división de la masa cor-

poral en aquellas partes que tienen grasa corporal y las libres de grasa (*lean body mass*). De todas formas, aparecen problemas de medición, tanto en los métodos de impedancia, en los que se mide la resistencia eléctrica del cuerpo (balanza de impedancia), como también en la medida del grosor de los pliegues de la piel con unas pinzas de pliegues cutáneos (Caliper).

- ▶ En vista de los problemas existentes a la hora de hacer un planteamiento objetivo para el peso corporal, los métodos subjetivos merecen una valoración. El peso del bienestar es el que ocupa el lugar más relevante y es aquél con el que, por medio de una alimentación y un movimiento razonables, cada individuo se siente satisfecho.

Mecanismo de regulación del peso corporal. La regulación del peso corporal se puede interpretar, en el caso más sencillo, como un equilibrio dinámico, o también –en el lenguaje de la creación de modelos– como un «sistema de una memoria», en el que el contenido coyuntural de la memoria representa el peso corporal actual. El contenido de la memoria depende de dos procesos, el abastecimiento de energía y el gasto de la misma.¹⁵ Como se señala en la Figura 5.10, el abasteci-

¹⁵En esta observación no se tienen en cuenta las oscilaciones de peso corporal a corto plazo motivadas por la ingestión o cesión de alimento, así como por la pérdida temporal de líquido que, en el caso de deportistas, puede llegar a ascender hasta a 2 kg.

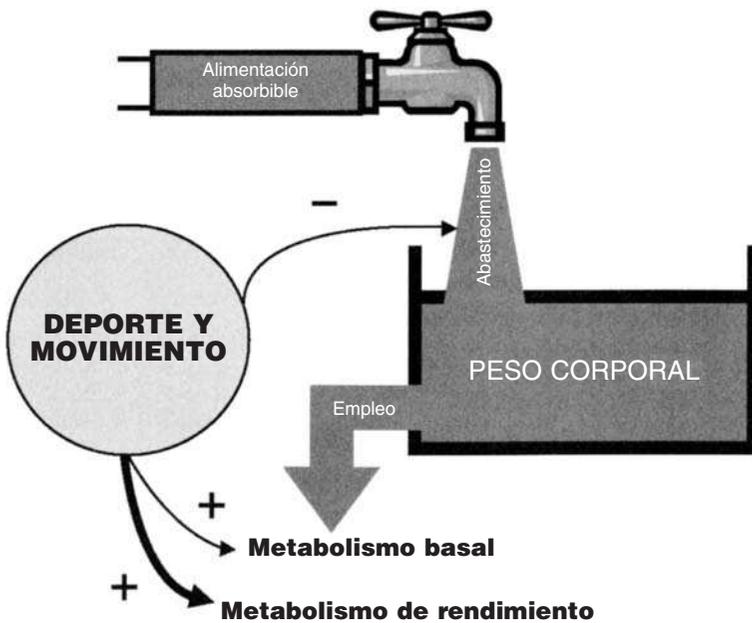


Figura 5.10 Equilibrio dinámico de la regulación del peso corporal.

miento de energía se determina por medio de la ingestión de alimentos, y el empleo de la energía, por medio del metabolismo basal y el metabolismo de rendimiento, es decir, la energía de movimiento utilizada.

Si ahora sólo consideramos la vía de influjo directo que es el metabolismo de rendimiento ascendente, por el que por medio de la práctica de un deporte se puede controlar el peso corporal, entonces el balance resulta realmente pobre: ¡Una carrera de media hora a 9 km por hora es suficiente, por ejemplo, para compensar el «des-

liz» de media tableta de chocolate (300 kcal)! El consumo de energía se eleva con intensidad creciente, pero estas intensidades sólo se pueden mantener por completo durante un reducido período de tiempo. Una estrategia prometedora sería, por lo tanto, mantener durante todo el día un movimiento moderado (estar de pie), lo que también supone un consumo de energía de, aproximadamente, 800 kcal.

Pero también hay que señalar las posibilidades de influencia indirecta de la práctica del deporte sobre la regulación del peso corporal:

- ▶ El metabolismo se programa con elevados caudales máximos y baja formación de reservas de grasa.
- ▶ El metabolismo basal se eleva por medio de la modificación de la composición corporal, ya que el metabolismo basal del tejido muscular es más elevado que el del tejido adiposo.
- ▶ El comportamiento alimentario puede regularse adecuadamente a base de impedir la ingestión no funcional de alimentos.

Planteamientos para intervenir en la reducción de peso. Observando el mecanismo de la regulación del peso corporal se hace evidente que controlar el peso corporal sólo con la prácti-

ca de un deporte parece poco prometedora. Mejor debe compensarse por la vía del abastecimiento de energía, es decir, de la ingestión de alimentos. Para ello no se deben plantear dietas a corto plazo, sino llevar a cabo unas modificaciones de comportamiento a largo plazo en relación con una alimentación pobre en calorías, rica en sustancias de lastre y pesada exactamente, así como evitar comportamientos erróneos de alimentación (comedores adictos y compulsivos). Desde el punto de vista del empleo de la energía, no sólo hay que tener en cuenta la práctica del deporte como capacidad de regulación, sino todo el comportamiento de movimiento. Hay que aspirar a un modo de vida más intensivo en movimiento.

Nota complementaria: montar en bicicleta para ir a trabajar

Para comprobar la efectividad de un comportamiento terapéutico que se incluye en el marco de una intensificación de movimiento en la vida cotidiana de muchas personas, se llevó a cabo un análisis univariante de series temporales basado en la costumbre de acudir al trabajo utilizando una bicicleta (Lames 1999c). La persona que lleva a cabo el experimento acudió a su trabajo en coche entre los meses de enero a abril, y de ma-

yo a agosto fue en bicicleta (ida y vuelta 24 km). Sobre una base de datos diarios se tomaron registros de algunos parámetros somáticos y psicológicos. La Figura 5.11 muestra la evolución del peso corporal que, tras un «tiempo de incubación» de aproximadamente 6 semanas desde el comienzo del experimento, mostró una clara reducción evaluada aproximadamente en 2,5 kg.

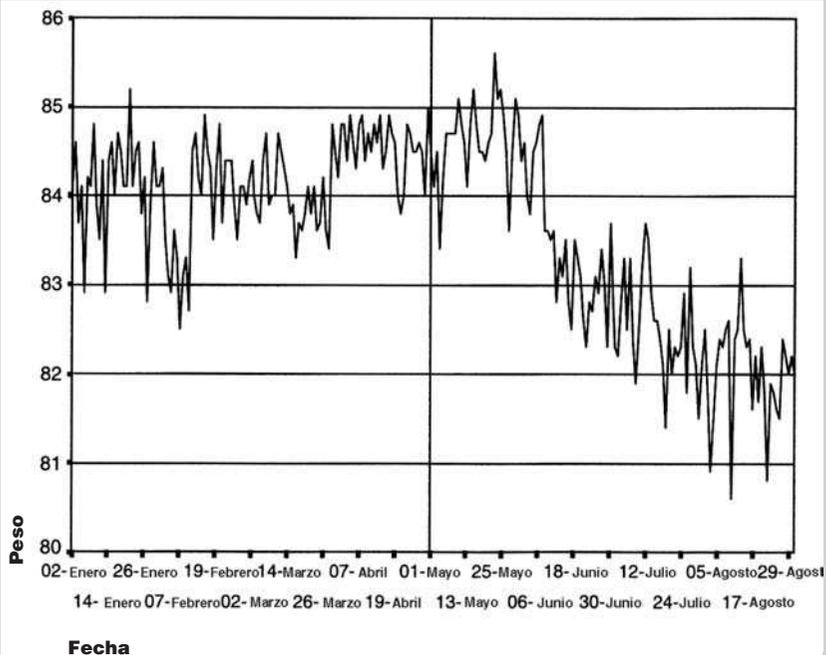


Figura 5.11 Peso corporal antes y después de ir al trabajo en bicicleta (Lames, 1999c).

5.3 CIENCIA DEL ENTRENAMIENTO Y DEPORTE TERAPÉUTICO Y PARA PERSONAS MAYORES

En este apartado se van a tratar de forma conjunta los dos campos de aplicación del deporte de salud y para personas mayores, ya que hay una relación muy estrecha entre ellos. Tanto la salud, como la edad tienen que ver con la práctica del deporte, y

en el caso de edades más avanzadas la mayoría de las veces constituye un motivo predominante, en cuyos fundamentos teóricos se pueden encontrar muchos rasgos en común. Otra función de este apartado es explicar los fundamentos conceptuales sobre los que se puede edificar una actuación científica del entrenamiento en los campos del deporte terapéutico y de edad. Se explican como ámbitos de experiencia y recetas prácticas para intervenciones deportivas de salud que existen en un

número muy grande. Los fundamentos metodológicos de principios prácticos, que también se utilizan para el deporte terapéutico y para personas de edad, se encuentran en el Capítulo 2 y el Apartado 5.2.

5.3.1 FUNDAMENTOS CIENTÍFICOS DE LA SALUD

La amplia propagación del concepto «deporte de salud» (o «deporte terapéutico») no debe confundirnos por estimar que los fundamentos de su contenido tengan obligatoriamente que ser objeto de un consenso general. Una «comisión de salud» designada por la DSB (Deutscher Sportbund) propuso la siguiente definición:

«El **deporte terapéutico o de salud** es un esfuerzo físico activo, regular y sistemático que tiene el objetivo de favorecer, obtener o restablecer la salud en todos sus aspectos, tanto somática como psicosocialmente» (Deutscher Sportbund, 1993, 198).

Esta definición despertó grandes críticas (Balz, 1993; Beckers y Brux, 1993; Tischbier, 1993) con los siguientes argumentos:

- ▶ También por medio de otras actividades, además de los esfuerzos, se pueden obtener efectos que favorezcan la salud, como, por ejem-

plo, la relajación, la sensibilización, las experiencias físicas o la meditación.

- ▶ Se observa en la creación del concepto un dominio de la intervención médica que es rechazado a pesar de que se acepten los aspectos psicosociales de la salud. Como concepto básico de salud se identifica y es rechazado el modelo de factores de riesgo.
- ▶ El intento de asignar a ciertas formas de práctica de deporte la etiqueta de «deporte de salud» implica que todas las restantes formas de deporte no han sido merecedoras de esta etiqueta. Esto contradice la opinión de que el fomento de la salud es una característica común a todas las formas de práctica del deporte.
- ▶ Finalmente, se arguye que una utilización unilateral de la práctica deportiva no es lícita para una única perspectiva de objetivo; también en este sentido se trata, en el «deporte de salud», de una creación inadmisibles de conceptos.

La dificultad de una clara y conceptual **delimitación del deporte de salud** determina que, por todas partes donde se realice el deporte terapéutico, exista predominio del objetivo relacionado con la salud,

pero que este objetivo no se persiga de una forma dominante. En este sentido, el deporte escolar y también los deportes de rendimiento son una parte integrante del deporte terapéutico.

I. Concepto de salud

El uso del concepto «deporte de salud» lleva a su punto culminante la pregunta sobre los objetivos de salud que se deben perseguir por medio del deporte. Sin embargo, esto depende del concepto de salud que se sustente. En los últimos años se ha dado un giro en la forma de pensar por el que, junto con las formas de consideración médica de la salud, se han implantado también opiniones científicas sociales y de comportamiento. Este desarrollo se ha institucionalizado con el respaldo político de la nueva disciplina «Ciencias de la salud», por ejemplo, por medio de la creación de la organización de investigación «Public Health» (Salud pública) en cinco universidades alemanas en 1993 (Hurrelmann y Laaser, 1993).

La ciencia del entrenamiento, gracias a una amplia actividad en las adaptaciones físicas corporales, presenta de forma natural una afinidad hacia las formas de actuación médica. Cuando, de todas formas, se trata de la concepción de intervenciones del deporte terapéutico, es necesario crear un conjunto que abarque la «oferta» de conceptos teóricos de exigencia de salud.

Un concepto estricto de salud se orienta a la ausencia de enfermedad que, como concepto de promoción de la salud, se corresponde con el modelo de factores de riesgo. Esto prevé una promoción de la salud que combata los factores de riesgo, es decir, los estadios anteriores a la enfermedad.

El modelo de factores de riesgo fue criticado duramente.

Desde un punto de vista metodológico es criticable, en primer lugar, la definición de factores de riesgo, según la cual una característica representa ya un factor de riesgo cuando se demuestra su dependencia estadística con la aparición de una enfermedad. (*Ejemplo:* Cuanto más elevado sea el peso corporal, mayor es la probabilidad de enfermedades por oclusión de las arterias.)

Esto no permite explicaciones causales, no se basa en un modelo de génesis de enfermedad, a menudo no explica la naturaleza estadística del factor de riesgo y, además, pueden existir explicaciones contradictorias sobre los umbrales necesarios de observación y tratamiento.

El fundamento histórico del modelo de factores de riesgo es el clásico paradigma entre el agente patógeno y la enfermedad. De hecho es muy efectivo en la lucha contra enfermedades infecciosas, pero fracasa en relación con el actual sistema sanitario, sobre todo en las enfermedades agravantes causadas por la civilización (enfermedades cronicodegenerativas, como el cáncer, o los trastornos cardiocircula-

torios, trastornos psicosomáticos, como la depresión, adicciones o también la debilidad inmunológica u otros trastornos de salud causados por una alimentación errónea, defectos de movimiento, angustia, ruido o estrés). Éstas aparecen junto a vías causales somáticas, psíquicas y sociales, cuya acción combinada casi no se puede aclarar. Incluso los factores de riesgo identificables (ruido, estrés) casi no se pueden combatir, ya que las enfermedades de la civilización no se pueden considerar como una consecuencia de comportamientos individuales erróneos, sino como, esencialmente, «costes de la forma moderna de vida» (Hurrelmann, 1991).

Por estos motivos en las ciencias de salud se han implantado otros modelos de factores de riesgo. Se ha hecho muy conocido el modelo salutogénico¹⁶ de Antonovsky (1979; 1987), que plantea las ideas de factores de detección y de protección y establece el *continuum* salud–enfermedad. Mayor aceptación dentro del círculo de ciencias de la salud obtuvieron los modelos psicológicos y sociológicos que se establecen sobre el paradigma esfuerzo–superación. En la Figura 5.12 están representadas las ideas básicas de este modelo. Se parte principalmente de una cadena de acción dinámica condiciones de vida–persona–estado de salud. La suposición funcional cen-

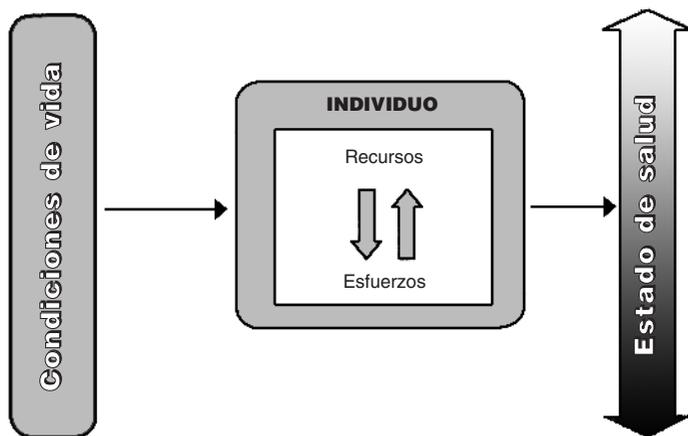


Figura 5.12 Modelo terapéutico teórico del estrés.

¹⁶Salutogenese-Modell en el original (N. de la T.).

tral de este modelo es que primero se crean en la persona los procesos de superación como resultado del estado de salud (dinámico y cambiante). De estas reflexiones nace el siguiente resumen de términos de salud (Lames y Kolb, 1997):

Un concepto de salud que se estima oportuno para la cimentación básica de las intervenciones del deporte terapéutico realza las siguientes características:

1. La salud es un concepto global que integra factores médicos, psicosomáticos, sociales y ecológicos.
2. La salud es un término procedimental que describe temporalmente relaciones modificables entre el individuo y su entorno.

3. La salud sólo se comprende como una posición coyuntural establecida sobre un *continuum* salud-enfermedad.

II. Promoción y prevención de la salud

Otro concepto más de las ciencias de la salud es el gran significado práctico, para la ciencia del entrenamiento, de la diferenciación de los distintos escalones de prevención. En su delimitación terminológica, Laaser y Hurrelmann (1998) persiguieron un punto de vista teórico de intervención, es decir, clasificaron los escalones de prevención según el momento, la implantación de objetivos y el grupo de objetivos (véase Tabla 5.2).

Ya que la ciencia del deporte es responsable de la cimentación científica

Tabla 5.2 Escalones de prevención y sus características según Laaser y Hurrelmann (1998).

Escalón de prevención	Primordial	Primario	Secundario	Terciario
Descripción	Promoción de la salud	Prevención primaria	Tratamiento precoz	Rehabilitación
Momento temporal	En condiciones de salud	Factores reconocibles de riesgo	Estadio temprano de enfermedad	Según el tratamiento de la enfermedad
Grupo de objetivo	Población	Grupos de riesgo	Pacientes	En rehabilitación
Puntos de planteamiento	Modos y hábitos de vida	Comportamiento y factores de riesgo	Rescate de la enfermedad	Recaídas y enfermedades concomitantes
Orientación	Ecológica	Preventiva	Correctora	Compensadora

ca práctica del deporte desde una perspectiva integral, es muy importante diferenciar conceptualmente en el deporte de salud los correspondientes escalones de prevención. Para cada escalón no sólo se persiguen distintos objetivos, lo que hace necesario el empleo de distintos contenidos, sino que también se diferencian notablemente los criterios que se consultan para la valoración del éxito de una intervención. Así, para las exigencias de salud por medio del deporte es, por ejemplo, un objetivo primario promover un modo de vida con más movimiento por medio de una reforzada actividad deportiva, y para conseguir este objetivo concreto, se deben controlar «objetivamente» los factores de riesgo especial, como el sobrepeso, mediante una intervención preventiva primaria.

Otro aspecto destacable de las ciencias de la salud, en especial en relación con la promoción de la salud, es la doble alineación de intervenciones tanto en su influencia en el comportamiento individual como también en los comportamientos ecológicos y sociales. En las ciencias de la salud ha surgido la convicción de que las intervenciones que sólo se dirigen a crear modificaciones individuales de comportamiento «la mayoría de las veces sólo muestran efectos continuos en el caso de una minoría altamente motivada formada por personas dotadas de un alto nivel de autoconfianza» (Badu-

ra, 1993, 78). Para conseguir efectos persistentes, cada intervención debe intentar, en el campo correspondiente, influir en las condiciones concretas de vida y en los comportamientos sociales.

El aspecto de la promoción de la salud orientada al comportamiento fue tratado detalladamente en la Ottawa Charta de la WHO¹⁷ (1986), que entendía especialmente la promoción de la salud desde este aspecto. Los puntos de partida de la promoción de la salud orientada al comportamiento están constituidos por la mejora de las condiciones de vida medioambientales y sociales, la promoción de las condiciones institucionales y sociales, así como el refuerzo de los recursos sociales, como las redes y las relaciones.

5.3.2 FUNDAMENTOS DEL CONCEPTO DE LAS INTERVENCIONES DEPORTIVAS TERAPÉUTICAS

De la idea de modelo descrita para la salud y la promoción de la salud se pueden deducir puntos de planteamiento para las intervenciones deportivas terapéuticas. En cuanto a su contenido, se trata de reforzar al individuo para que supere episodios de estrés. Los posibles puntos de planteamiento pretenden influir en las condiciones de vida de tal modo que afecten lo menos posible a su salud o bien que tengan un efecto favorecedor sobre la misma (orientación del compor-

¹⁷ Carta de Ottawa de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (N. de la T.).

tamiento). De cara al individuo hay que reforzar fundamentalmente los recursos disponibles para poder afectarle positivamente en futuros episodios de estrés. Por ello es importante dotar de un amplio significado el concepto de «recursos»:

Los **recursos de salud** son todos aquellos factores que resultan apropiados para apoyar la superación terapéutica de cargas durante los episodios de estrés. Se diferencia entre recursos externos e internos, así como corporales, físicos y sociales (Becker, 1992). El refuerzo de los recursos es el objetivo central de las intervenciones en el deporte terapéutico.

Ante este trasfondo científico de la salud se puede, por un lado, basar de un modo derivado el potencial del deporte para la promoción de la salud y, por otro lado, se pueden explicar los fundamentos conceptuales según los cuales una intervención puede ser desarrollada hasta alcanzar su objetivo de promoción de la salud. El potencial favorecedor de la salud del deporte se puede tratar en dos aspectos: sus características fortalecedoras de recursos y su actividad especial como forma de comportamiento terapéutico.

I. Atributos fortalecedores de los recursos en el deporte

En estas, forzosamente breves, líneas sólo se puede presentar de un modo abreviado un resumen sobre los efectos fortalecedores de los recursos y hay que remitirse a gran cantidad de referencias¹⁸. En la siguiente enumeración hay que tener en cuenta que la aclaración detallada de los efectos fortalecedores de los recursos persiste de hecho como una tarea de la investigación básica de las disciplinas científicas deportivas orientadas a la salud, pero no existe motivo para dudar de la afirmación generalizada sobre los efectos del deporte como fortalecedor de recursos. De hecho, la aclaración de los distintos efectos de la práctica del deporte en relación con los recursos independientes, con las formas de práctica del mismo, con los grupos de objetivos, *setting* (puesta en escena) institucional, etc., representan un valioso conocimiento básico para la concepción de intervenciones deportivas de salud, aunque en casos independientes no se alcancen buenos resultados en las pruebas experimentales o cuando todavía no se hayan aclarado los verdaderos mecanismos de efecto.

Según Becker (1992) se han estimado como grupos de recursos:

- ▶ *Salud física habitual*. El aumento del *fitness* por medio de la activi-

¹⁸Por ejemplo, Bouchard *et al.*, 1990; 1994; Folkins y Syme, 1981; Hollmann *et al.*, 1983; McDonald y Hodgdon, 1991; Schwenkmezger, 1993; Schlicht, 1994, o bien Schwarzer, 1992.

dad deportiva está estudiado exactamente en el ámbito de la ciencia del entrenamiento. Se conocen métodos exactos y económicos que pueden ser reforzados con resistencia, fuerza, velocidad, movilidad y coordinación. Se supone la evidencia de una disminución de trastornos de salud gracias a la actividad deportiva, al menos en la autopercepción de la persona que realiza el deporte. La posibilidad de aumento del bienestar actual por medio de la actividad deportiva se puede aceptar como probada, mientras que no son evidentes las muestras de un aumento duradero en el tiempo del bienestar habitual (Abele, Brehm y Gall, 1991; Frank, 1991).

- ▶ *Constitución física.* Los ajustes funcionales y morfológicos de las cargas deportivas constituyen un ámbito de trabajo procedente de la medicina deportiva. En este campo se han probado gran cantidad de adaptaciones, de modo que se puede suponer que existe un efecto duradero de la práctica del deporte sobre los recursos (resumen, por ejemplo en Bouchard *et al.*, 1990; 1994; Hollmann y Hettinger, 2000; Rieckert, 1986; Weineck, 2005). La siguiente enumeración representa una selección especialmente preventiva de adaptaciones relevantes:

- Disminución de la frecuencia del pulso en reposo.

- Mejora del balance de oxígeno en el miocardio.
- Reducción de la producción de catecolaminas.
- Disminución de la viscosidad de la sangre.
- Mejora del perfil de las lipoproteínas del plasma (HDL/LDL).
- Influencia positiva sobre el sistema inmunológico en caso de cargas moderadas.

- ▶ *Características psíquicas.* Influencia positiva sobre las predisposiciones a la vulnerabilidad, como las que pueden suponer la depresión y la angustia. Se pueden aceptar elevados efectos sobre la sensación de autoestima, ya que la superación de las obligaciones deportivas o el mantenimiento de un entrenamiento regular, posiblemente favorece dichos efectos (Schwarzer, 1992). Es dudosa la comprobación de una mayor tolerancia frente al estrés. Para la formación de actitudes de protección y mantenimiento se pueden emplear las experiencias directas de Bandura (1977) para el deporte: la autoefectividad se establece directamente a base del dominio, por medio del esfuerzo propio, de situaciones de requerimiento.

- ▶ *Comportamiento habitual de salud.* Quien practica un deporte con regularidad es, en raras ocasiones, un fumador empedernido. La práctica de un deporte es válida por sí

misma como un comportamiento protector de la salud, pero también existen claros indicios sobre los efectos asociados con otros modos de comportamiento de salud: bajo consumo de alcohol, alimentación sana y amplias medidas de higiene (Dai *et al.*, 1990). La influencia de la práctica del deporte o la actividad corporal sobre la morbilidad y la mortalidad se analizan en numerosos estudios epidemiológicos y experimentales. Estos resultados están poco unificados y es recomendable aceptarlos sólo después de una observación diferenciada.

- ▶ *Recursos psicosociales externos.* Con la mayoría de las formas de práctica de deporte se asocian intensos contactos sociales. Tienen lugar en localizaciones específicas propias, como son las asociaciones deportivas, los centros de *fitness*, etc. Por este motivo, se puede esperar un efecto fortalecedor del recurso en lo que se refiere al apoyo social e institucional por medio de la práctica del deporte (Schwenkmezger, 1993).
- ▶ *Recursos físicos externos.* La disponibilidad de lugares para el desarrollo del deporte, de materiales y de oportunidades para la práctica del mismo puede emplearse como recurso para la promoción de la salud orientada hacia el comportamiento. Desempeña un papel importante como determinante de la

participación en el deporte, que, de ese modo, puede verse afectado por medidas políticas sanitarias y que fomenten la organización.

El deporte es un medio al que las distintas ciencias de la salud atribuyen un amplio espectro de **efectos que fortalecen los recursos**. De especial significado es el conocimiento de que no sólo se ven influidos activamente los recursos físicos gracias a la práctica del deporte, sino que también existen efectos que se pueden observar en el ámbito psicosocial.

II. El atractivo de la práctica del deporte

El elevado atractivo de la práctica de un deporte establece una sustancial diferencia con otras medidas de comportamientos asociados a la promoción de la salud. Así, la limitación del consumo de alcohol o el abandono del tabaco representan intervenciones penosas que la sociedad clasifica, sólo de forma parcial, como promotoras de efectos positivos y que, en ocasiones, van en contra de una promoción del estatus social como elemento funcional de conducta (Franzkowiak, 1986). Pero casi no se puede concebir un contexto social en el que la antideportividad signifique una fuente de prestigio social. Para el elevado atractivo del deporte como medio promotor de la

salud se pueden hacer responsables, por ejemplo, los siguientes aspectos:

- ▶ En el caso de una actividad en carne propia, es decir, que actúa sobre el propio cuerpo, los efectos, no discutibles y comprobados, de la práctica del deporte sobre la capacidad de rendimiento corporal y el conocimiento de una influencia favorable de numerosos parámetros relevantes para la salud contribuyen a la creación de una convicción ampliamente extendida, la denominada «promesa de salud del deporte» (por ejemplo, Mrakez, 1986). Bajo esta terminología se entiende tanto el lema «¡Deporte es salud!» como también la variante dirigida a la acción «¡Practica el deporte y te mantendrás/llegarás a estar sano!». Independientemente de su contenido de verdad y de las necesarias diferenciaciones científicas, esta afirmación global goza de un elevado grado de expansión. Esto es válido en la misma medida tanto para las personas activas, deportivamente hablando, como para las no activas (Abele–Brehm y Brehm, 1990). La promesa de salud del deporte puede considerarse como el «capital» de la promoción de la salud por medio del deporte.
- ▶ Otro aspecto del atractivo del deporte se describe mediante el lema «deportividad», que ha llega-

do a convertirse en un valor guía de nuestra sociedad (Kaschuba, 1989). Un modo de vida deportivo es válido hoy en día como expresión de flexibilidad de espíritu, apertura social, elegancia y sensibilidad, es decir, de valores de alta estima en una sociedad de ocio, sin clases y postindustrial. Rittner (1985), por medio de la deportividad, encuentra que queda demostrada la capacidad de rendimiento individual, la presencia psicofísica, la vitalidad, el *fitness* y la actividad. El nuevo y simbólico papel del cuerpo en la sociedad moderna se ha descrito de formas variadas desde un punto de vista sociológico del deporte (por ejemplo, Bette, 1989; 1992).

- ▶ Finalmente, supone conjeturar más sobre el atractivo de la práctica del deporte en asociaciones con formas de deporte de rendimiento y de alto rendimiento. Las relaciones, sólo disponibles superficialmente desde un punto de vista de la ciencia del entrenamiento, entre la práctica de un deporte de rendimiento o de masas pueden dar ocasión, después, para múltiples formas de identificación. Los numerosos modelos personales (estrellas del deporte), la permanente presencia en los medios de comunicación, así como la dimensión de la discusión en público de los temas deportivos, elevan el atractivo de la propia actividad en el sentido de un «sen-

timiento de pertenencia¹⁹ valorado positivamente».

El atractivo de la práctica del deporte, alimentado para una gran parte de la población²⁰ por las promesas de salud del deporte, el significado de un estilo de vida deportivo y el efecto mediático de modelo de los deportes de elevado rendimiento pueden ser considerados, junto con los efectos objetivos de refuerzo de los recursos, como un capital de promoción de la salud por medio del deporte. Estas dos circunstancias deberían representar el hilo conductor en la concepción de intervenciones deportivas terapéuticas.

5.3.3 ASPECTOS CIENTÍFICOS DEL ENTRENAMIENTO DEPORTIVO PARA PERSONAS MAYORES

En la observación de la ciencia del entrenamiento predominan, hasta ahora, las interpretaciones deportivas del rendimiento del deporte de mayores. Este empleo de su tradicional, y pleno de éxito, paradigma de grupos de edad elevada es inteligible y también exigido, ya que en la tendencia de pluralización de estilos de vida y de

marchas triunfales del culto al cuerpo, el deporte de rendimiento para personas mayores experimenta un creciente significado, tanto cualitativo como cuantitativo (Conzelmann, 1993 y Apartado 5.1.5). De todos modos hay que constatar que, hasta la fecha, no se ha desarrollado ninguna «clase especial de deporte de rendimiento para mayores» que se ocupe de las particularidades de este grupo de objetivo de entrenamiento de rendimiento deportivo, entre los que, por ejemplo, se incluyen los modelos especiales de carrera (los que se incorporan de forma tardía), las distintas situaciones de motivación o también los aspectos críticos como, por ejemplo, la pregunta sobre una excesiva creación de reservas de adaptación (véase Figura 3.4) o la propensión a las lesiones en los deportes de rendimiento practicados por personas mayores.

En este apartado se va a tratar la parte predominante cuantitativa del ámbito de acción del deporte de mayores, en la que no se importan modelos de deportes de otros campos de aplicación, sino que se buscan conceptos propios. Éste es un pensamiento relativamente nuevo en la investigación científicodeportiva sobre las personas mayores, ya que anteriores opiniones estaban acuñadas sobre una organización compensatoria orientada a la fun-

¹⁹ Para la caracterización de esta orientación del comportamiento es apropiado el fenómeno BIRG (*Basking In Reflected Glory* = «Tomando el sol en la gloria reflejada») descrito por Cialdini *et al.*, (1976) entre los espectadores del deporte, ya que los deportistas de salud, en cierto modo, se alimentan de la popularidad subyacente a los deportes de alto rendimiento.

²⁰ Los aspectos comentados del atractivo de la práctica de un deporte pueden, sin embargo, no ser considerados como unas características positivas. Cuando la promesa de salud se acapara «ideológicamente», cuando los estilos de vida se ven sometidos a rápidos cambios causados por las modas y si se dan los fenómenos como el alejamiento de los deportistas de sus compañeros o semejantes, o los deportes de alto rendimiento son valorados de modo negativo, queda afectado el capital natural del deporte.

ción del deporte para mayores: «La edad de mayor éxito es la no edad» (Dittmann-Kohli, 1989, 306), la edad como «episodio vital crítico» (Kleiber y Filsinger, 1989) o las consignas deportivas «quedarse en los 20 años hasta los 40», «escapar corriendo a un ataque al corazón», o también «el retraso o la compensación de efectos aminorantes del rendimiento» (Steinbach, 1982, 15).

Entre tanto, también en el deporte de mayores surge una utilización reforzada de la ciencia deportiva que ha llevado a la ciencia básica de la gerontología a una transformación de las opiniones. Desde el punto de vista gerontológico, sólo se critica que la edad se ha recubierto de modelos de significación de otros ámbitos, lo que lleva a crear un modelo de déficit o incluso un modelo de enfermedades asociadas a la edad (Allmer, 1998; Kolb, 2000).

En contraposición a ello se deben tratar las particularidades con las que nos encontramos en esta etapa de la vida y, ante este trasfondo, preguntarnos cómo se puede contribuir, con el deporte, a alcanzar con éxito una edad avanzada. Para ello hay que eliminar los prejuicios que, por ejemplo por medio de capacidades físicas de rendimiento, constituyen una condición previa necesaria para alcanzar una edad avanzada y que, empíricamente, no se pueden justificar (Mayer y Baltes,

1996). En adelante hay que superar la pérdida natural de la capacidad de rendimiento, lo que favorece una «resignación constructiva» (Kemper, 1990) sin llegar a los modelos de déficit del deporte. Finalmente, en el campo del empleo del deporte para mayores debemos referirnos especialmente al hecho de que todavía no está implícita, al menos de forma empírica, una capacidad de entrenamiento de las personas mayores, y esto también debe entrenarse²¹.

Como ya se ha mencionado al comienzo de este apartado, entre las bases conceptuales del deporte de salud y el deporte de mayores existen fuertes desavenencias. También en el deporte de mayores se trata de un refuerzo integrador de los recursos por medio del deporte, lo que, de todos modos, está específicamente remarcado. Allmer (1998) cita dos grupos objetivo de actividades de movimiento y de deporte en la edad avanzada:

1. *La obtención/mejora de la capacidad funcional.* No sólo se tiene en cuenta la capacidad funcional física, sino también la psíquica y la social. Los objetivos concretos se derivan de exigencias que lleva consigo la autosuperación diaria.
2. *La obtención/mejora del bienestar.* De nuevo aquí se refiere, en general, al bienestar físico, psíquico y

²¹En este contexto a menudo se cita también el «legionario» estudio de Fiatarone *et al.* (1994), que, con una pequeña prueba aleatoria con hombres de más de 90 años en quienes, por medio de un entrenamiento intensivo de fuerza, se pudo conseguir una ganancia de fuerza no sólo por una activación neuronal mejorada, sino también por el aumento de la masa muscular.

social, donde se persigue obtener una duradera alegría de vivir.

Baumann (1992) nombra una serie de objetivos concretos y de efectos que deben ser tratados específicamente en el deporte para mayores:

- ▶ Mejora de la situación social por medio de la sociabilidad, los rasgos en común, la comunicación, cooperación, intercambio social, integración social en un grupo.
- ▶ Impedimento de las modificaciones negativas gracias a un cambio de rol condicionado por la edad.
- ▶ Fortalecimiento de la identidad social (*role-taking*).
- ▶ Fortalecimiento de la identidad personal (*role-making*).
- ▶ Fortalecimiento de la propia imagen (experiencia de éxito).
- ▶ Mejora de la competencia subjetiva vivida.
- ▶ Estructuración temporal por medio de practicar deporte regularmente.
- ▶ Estilo significativo de vida.
- ▶ Efectos positivos sobre la capacidad de rendimiento mental (memoria a corto plazo).
- ▶ Mejora de la competencia diaria.

En este punto queda claro que tampoco en el deporte para mayores hay objetivos deportivos de rendimiento, sino que se persiguen objetivos específicos del campo de aplicación, se presenta un ámbito de actividad para la ciencia del entrenamiento (Starischka, 1995). En el caso de la función científica de intervenciones en el deporte para mayores, la ciencia del entrenamiento, debido a su situación de interés especial, puede llevar a cabo aportaciones importantes para la concepción, análisis de efectividad y desarrollo para la solución de modelos. La creación de objetivos complejos del deporte para mayores y los procesos a largo plazo que se analizan y la difícil reconstrucción de los efectos de programa favorecen un acceso que, con una gran experiencia, está marcado por el análisis de las intervenciones deportivas.

En el **campo de aplicación del deporte para personas mayores** no sólo quedan abiertas muchas preguntas científicas sobre el entrenamiento en la rama del deporte de rendimiento para edades avanzadas. También el significado cuantitativo y de relevancia social del deporte para mayores «adecuado a la edad», debido a las nuevas concepciones orientadas científicamente y a las validaciones empíricas pendientes,

ofrecen posibilidades para la creación de un perfil propio de la ciencia del entrenamiento.

5.4 LA CIENCIA DEL ENTRENAMIENTO Y EL DEPORTE ESCOLAR

Si se aplica la definición formulada en el Apartado 1.2 sobre el entrenamiento en el deporte escolar, se reconocerá rápidamente que también esto representa un campo de aplicación «regular» de la ciencia del entrenamiento, puesto que aquí se ejercitan, de forma sistemática y planificada, capacidades que se consiguen en o a través del deporte. Pero en el deporte escolar se trata de un ámbito social en gran medida diferenciado, cuya misión está estipulada por el sistema estatal de educación y de cuya aplicación temporal se ocupan las disciplinas científicas propias: pedagogía y didáctica del deporte.

Esto significa que, para la ciencia del entrenamiento, aquí existe otro tipo de aportación que exige un modo de trabajo distinto si se la compara con otros campos de aplicación. Los objetivos de la enseñanza del deporte no se formulan por la ciencia del entrenamiento, como ocurre, por ejemplo, en el deporte de rendimiento. Antes bien, estos objetivos se ven como interpreta-

ciones de la organización social de la escuela, de su misión y de sus posibilidades de contribución en el deporte. No hay que pasar por alto que se han desarrollado un gran número de interpretaciones con respecto al tema de la pedagogía y la didáctica del deporte. Esto, sin embargo, no puede conducir a que la contribución de la ciencia del entrenamiento en el deporte de colegio no muestre ninguna relación con respecto a las hipótesis didacticopedagógicas, ni justifica la actual abstinencia que se observa en la ciencia del entrenamiento con respecto a este campo de aplicación.

El **deporte escolar** es un campo de aplicación «regular» de la ciencia del entrenamiento, si se tiene en cuenta su naturaleza. Además, sólo se pueden formular los objetivos y los contenidos teniendo en cuenta la organización social de la escuela. Esto requiere una estrecha colaboración con las disciplinas de la didáctica y de la pedagogía del deporte, que son responsables de las interpretaciones de la misión de la escuela en el deporte escolar y en el desarrollo de los conceptos del deporte escolar, de los cuales se pueden extraer los objetivos más concretos.

5.4.1 FUNDAMENTOS DIDACTI-COPEPAGÓGICOS

La relación entre entrenamiento y deporte escolar se interpreta de forma muy variada en la ciencia deportiva y en la práctica del deporte escolar. Por un lado se opina sobre la identidad: el deporte escolar es el entrenamiento destinado a un grupo especial de personas dentro de un escenario institucional también especial. Esta interpretación es propia de Frey y Hildebrandt (1995), para los cuales el entrenamiento está en un primer plano. El denominado por Balz (1992) «concepto del tipo de deporte» orienta totalmente la enseñanza deportiva como concepto didáctico de los tipos de deporte, por lo que la enseñanza cambia con respecto al entrenamiento convencional. En la anterior República Democrática Alemana se comprende la pedagogía deportiva como método deportivo que representaba una parte de la enseñanza del entrenamiento (Hummel).

También hay otro aspecto de la situación: el entrenamiento y el deporte escolar se ven como «fuego y agua» (Kurz, 1978). La ciencia del entrenamiento haría bien en no olvidar estas interpretaciones o en no caer en el esquema «amigo-enemigo», sino que debería reconocer los conceptos que están detrás de estas interpretaciones. También para futuras discusiones sobre el reparto de papeles entre la ciencia del entrenamiento y la didáctica del deporte, es indispensable informarse sobre los conceptos

que se manejan hoy en día, de la forma en que a continuación se va a tratar.

Un primer camino de la crítica afecta a la deportivización de la educación física. A principios de la década de 1970, la República Federal incluyó, asociado a la reforma de la educación, un desarrollo que trajo consigo un cambio en la práctica del deporte escolar (Grössing, 1997; Kurz, 1990). Las disciplinas deportivas, con su variedad y su organización, instauraron el rendimiento y la competición en la enseñanza del deporte. Disolvieron los conceptos hasta entonces establecidos sobre la educación física, que se centraban predominantemente en la contribución de la actividad corporal con respecto al conjunto de la educación de la persona (Schmitz, 1973; Hecker, 1974; Grupe, 1984). Mientras que debemos hacer constar que esta evolución ha sido positiva, puesto que la realidad social tiene el deporte más en cuenta, los críticos descubren una dominancia de la cultura deportiva que, de forma monopolística, subyuga todas las demás formas de expresión y ámbitos de la acción del movimiento.

Un segundo camino, procedente de la objeción contra «entrenamiento» en la enseñanza deportiva, son los proyectos alternativos de didáctica deportiva. Éstos también son variados y tienen una argumentación diferenciada.

- ▶ La enseñanza abierta de los deportes (Hildebrand y Laging, 1981) se

orienta hacia un concepto global de movimiento y elabora con los deportistas ideas y ofertas de movimiento, como lugares de juegos de aventura, circo o taller de movimientos en los que se mantiene el ritmo en las necesidades de movimientos de los escolares.

- ▶ La concepción didáctica de la experiencia corporal busca, gracias al redescubrimiento del cuerpo, una enseñanza moderna y actual (Bette, 1989; 1992). Además, se intenta, tanto a través de formas de movimiento no deportivas de culturas exóticas o expresivas, como gracias a una mediación acentuada en las disciplinas deportivas tradicionales (por ejemplo, atletismo; Treutlein, 1986), desplazar la reivindicación de la experiencia corporal.
- ▶ Una posición más radical es aquella que pretende una despedagogización de la enseñanza de programas deportivos. En su libro *Von der Last mit der Lust im Schulsport* (Del esfuerzo a la satisfacción en el deporte escolar), Volkamer (1987) indica una función efectiva que va más allá de la enseñanza del deporte, es decir, un papel que es contrario al de las enseñanzas «pedagogizadas» del resto de las asignaturas. Volkamer aboga por utilizar los espacios libres que sólo ofrece la enseñanza deportiva a fin de liberarla de su

entrada en los conceptos didácticos.

El último tipo de argumentación incide en el denominado debate de instrumentalización (Schaller, 1992; Beckers, 1993). El punto de partida son los conceptos didácticos que sólo se formulan unilateralmente para la consecución de objetivos extradeportivos (salud, aprendizaje social, experimentación del cuerpo). Según Schaller (1992), estas metas, legítimas pero «extradeportivas», se deberían tener en cuenta como «metas secundarias», como efectos secundarios de la práctica deportiva. Beckers (1993) se refiere claramente a una posición en contra de una enseñanza deportiva que no se deja instrumentalizar por los objetivos de la escuela como institución ya que, entonces, esta área pierde toda su legitimidad. La enseñanza de deportes se caracteriza porque resuelve o puede resolver diferentes propósitos. Se trata, por tanto, de fundamentar y encontrar decisiones normativas sobre los fines que se persiguen. En el colegio no se puede poner en primer plano el tema deportivo, sino el interés del escolar y con ello el cometido del colegio como institución escolar, debería representar el punto de partida de estas reflexiones.

Si se va más allá de la pedagogía y la didáctica deportiva, surge en el pensamiento general de la sociedad y también en la política un gran consenso sobre el potencial, las metas y la misión de la enseñanza de deportes que,

por ejemplo, se han formulado en la Agenda de Berlín como posición de la UNESCO. Los niños deberían ser educados para unas prácticas deportivas que podrían producirse durante toda su vida; se debería fomentar su desarrollo mental y físico; se debería desarrollar el entendimiento del rol del movimiento en el ámbito del fomento de la salud y, con ello, fortalecer la autoestima y la confianza en uno mismo; se apoya el desarrollo social mediante la superación de las derrotas y las victorias, mediante la experimentación de la cooperación y de la competición, y se los prepara para el campo profesional a través del deporte, el cual siempre servirá como grata referencia.

En la **discusión de la didáctica deportiva** de los últimos años se ha sacado la conclusión de un *roll-back* en cuyo ámbito se da casi una orientación exclusiva a la enseñanza del deporte en las distintas disciplinas deportivas y se dedica a conceptos motivados por la didáctica. Esto representa, a primera vista, un retroceso en la contribución de la ciencia del entrenamiento, puesto que el concepto del entrenamiento ofrece margen suficiente para un trabajo en colaboración, con principios más o menos implicados en la orientación de las disciplinas deportivas.

En este contexto se critica también el comportamiento de la ciencia del entrenamiento si (Frey y Hildebrandt, 1995):

- ▶ representa proyectos didácticos propios, que propugnen exclusivamente el desarrollo físico;
- ▶ sin una base científica suficiente formula «requisitos mínimos» en cuanto a cantidad e intensidad de la enseñanza deportiva para asegurar las adaptaciones de resistencia, fuerza o flexibilidad;
- ▶ la situación institucional de la escuela (número y distribución de horas, vacaciones, etc.) ve casi como un estorbo las condiciones de margen para el «programa de entrenamiento» que se ha de llevar a término.

La respuesta a la negativa de tener que adaptar los deseos o lo realizable a las condiciones del colegio y la persistencia en los preceptos antiguos de enseñanza es previsible. Si la ciencia del entrenamiento cree que bajo las condiciones actuales no se está en situación de ofrecer una contribución positiva al escolar con respecto al desarrollo corporal y al estado de salud, entonces es seguro que se trata casi siempre de una existencia crónica de problemas financieros que ya no contemplan como metas obligadas de enseñanza las que no se pueden conseguir, como ocurre, por ejemplo, en el

caso actual del plan de enseñanza del deporte en la región federal de Renania del Norte. En vez de quejarnos de esta situación, la ciencia del entrenamiento debe reflexionar sobre qué parte de culpa o fracaso tiene en todo este proceso.

Con el trabajo sobre *Acción federativa en el deporte de base*, iniciado por la Federación Alemana de Deportes (Deutscher Sportbund = DSB), se quiere llamar la atención sobre lo pobre del deporte escolar que surge con diferentes grados de gravedad en los varios tipos de enseñanzas del deporte de cada una de las regiones federales de Alemania (véase

Tabla 5.3). Se están realizando actuaciones en cada una de las regiones federales que llaman la atención sobre la cada vez peor situación del deporte escolar y que exigen actuaciones y consecuencias políticas. La tendencia internacional (Hardmann y Marshall, 2000), que indica un empeoramiento en la calidad y cantidad del deporte escolar, debería afrontarse a través de investigaciones de la ciencia del entrenamiento. Junto con la descripción de la cantidad mínima de enseñanzas, faltan conceptos para un aprovechamiento óptimo de los recursos existentes.

Tabla 5.3 Enseñanza del deporte en los planes de estudio. Horas semanales en cada uno de los grupos de edad y número total de horas después de 13 años de escolarización (Helmke, 2000).

Región Federal	Clase 1-4	Clase 5-6	Clase 7-10	Clase 11-13	Total
Bremen	12	6	12	9	1.560
Hessen (Hesse)	12	6	9 + 2	9	1.520
Brandenburg (Brandeburgo)	10	6	12	8	1.440
Baden-Württemberg	12	6	11	6	1.400
Berlin	12	6	11	6	1.400
Schleswig-Holstein	10	6	12	7	1.400
Rheinland-Pfalz (Renania-Palatinado)	12	6	10	6	1.360
Nordrhein-Westfalen (Renania del Norte-Westfalia)	12	4 + 8	8 + 16	9	1.320-1.800
Niedersachsen (Baja Sajonia)	11	4	8	6	1.320
Thüringen (Turingia)	10	6	9 + 3	4	1.280
Sachsen (Sajonia)	12	5 + 1	8 + 4	4	1.160 + 200
Mecklenburg-Vorpommern (Mecklenburgo-Pomerania)	11	6	8	4	1.160
Sachsen-Anhalt (Sajonia-Anhalt)	11	6	8	4	1.160
Hamburg (Hamburgo)	8	6	8	6	1.120
Bayern (Baviera)	8 + 5	4 + 3	8 + 8	6 + 2	1.040 + 760
Saarland (Sarre)	8	4	8	6	1.040

No se debería olvidar y, sobre la base de la importancia del deporte escolar para la reafirmación científica de la ciencia deportiva en las universidades, se deberían perseguir **esfuerzos de investigación** conjuntos entre la didáctica, la pedagogía deportiva y la ciencia del entrenamiento con el objetivo de la fundamentación científica de una enseñanza de deportes actual orientada hacia el futuro.

5.4.2 CONTRIBUCIÓN DE LA CIENCIA DEL ENTRENAMIENTO AL DEPORTE ESCOLAR

La contribución de la ciencia del entrenamiento al deporte escolar se expresa allí donde se puede fundamentar científicamente el método práctico. En el Apartado 1.5 se trató sobre el espectro de estrategias de investigación que se incluyen para la fundamentación del tratamiento práctico. En este espectro se puede ver más claro la contribución de la ciencia del entrenamiento al deporte escolar.

I. Investigación básica

A la investigación básica pertenece, en primer lugar dentro del ámbito del deporte escolar, la documentación del entorno. Esto también resulta interesante desde el punto de vista científico, puesto que se ha de conocer exactamente el campo sobre el cual se va a intervenir. Actualmente existen múltiples fallos con respecto a la documentación de la situación real de la enseñanza de los diversos tipos de

deportes. En parte se deben a la explosividad política de los datos y en parte a las complicaciones para la obtención de dichos datos, puesto que éstos se tienen que obtener *in situ* en cada una de las escuelas, pero también se debe a la complicación de las leyes en cuanto a la protección de datos. Esto significa en la práctica que una investigación representativa en el deporte escolar sólo se puede resolver a través de una «acción concertada» entre el Ministerio, la administración del colegio, la dirección del mismo, los profesores y los investigadores.

En el contexto de la documentación del marco del *setting* del deporte escolar interesa la frecuencia real de la enseñanza de deportes, que tendría que compararse con la frecuencia prevista en el plan de estudios (véase Tabla 5.3). Relacionado con ello se tendrían que documentar las razones de una suspensión y responder a la pregunta de si la enseñanza de deportes está por encima de las posibilidades generales. También hay que documentar el problema de la madurez deportiva en su conjunto y en sus circunstancias (edad, sexo, tipo de institución, contenidos de la enseñanza deportiva). Junto con estas condiciones cuantitativas se requieren estudios con respecto a la calidad de la enseñanza de deportes:

- ▶ Apenas hay nada disponible recientemente, exceptuando a Frey, con respecto a estudios relativos al tiempo efectivo de movimiento y a su intensidad. Sólo por medio de

las investigaciones de Frey se puede averiguar la efectividad de la enseñanza de deportes en relación con las adaptaciones corporales. Los estudios existentes informan de un alarmante índice de actividad, fijado entre 5-10 minutos en una hora hasta un «máximo» de 17 minutos. Esto no sólo se debe a la limitación organizativa de un 70% de los 45 min disponibles, sino a una falta de conocimiento del problema o de las competencias metodológicas para organizar un máximo de tiempo de actividad en las condiciones dadas.

- ▶ La calidad de la información deportiva se ve claramente a través del volumen de enseñanzas impartidas sobre materias ajenas al ramo. Esta prevalencia procede, hasta ahora, de comunicados de centros oficiales, y debería complementarse por medio de estudios «epidemiológicos».
- ▶ Finalmente, la frecuencia de accidentes y lesiones en la enseñanza es un tema que requiere una investigación intensiva. No tiene sentido ignorar la cara oculta de la enseñanza de deportes, que se presenta como un ámbito de frecuentes lesiones. Mucho mejor sería hacer un estudio intensivo de la causa de esos accidentes, con un exhaustivo análisis de los orígenes y una representación metodológica orientada a la mejora de la situación.

Aquí el objetivo debería ser la caracterización de los contenidos de la enseñanza también desde la perspectiva del riesgo de accidentes y lesiones en las condiciones del deporte escolar y, además, elaborar contenidos alternativos.

Otros temas «clásicos» de una investigación fundamental de la ciencia del entrenamiento en el deporte escolar es la documentación de la evolución del desarrollo, del análisis de los efectos del entrenamiento y, basándose en ellos, la fijación de los plazos para el cumplimiento de los objetivos del desarrollo físico en la edad escolar. La fuerte discusión sobre «la mejor edad motriz» o por las «fases sensibles» (véase Apartado 5.1.5) ha mostrado que, a pesar de opiniones encontradas y poco críticas, no se ha hallado la prueba científica de tales fases y posiblemente no se va a conseguir nunca probando en una generalidad, puesto que se tiene que partir de desarrollos individuales y comportamientos específicos por cada ejercicio de aprendizaje.

La misión del diagnóstico práctico de rendimiento (Letzelter y Letzelter, 1982a) es la de preparar normas de contraste y métodos de evaluación para la práctica. Independientemente de la discusión didáctica sobre la valoración de la enseñanza deportiva, el diagnóstico de rendimiento también es indispensable para la dirección de los procesos de intervención y aprendizaje en la enseñanza, y representa con ello

una exigencia autorizada en la ciencia del entrenamiento. Este diagnóstico tiene que realizarse tanto con extensos estudios representativos, como era tradición en la anterior República Democrática Alemana (Crasselt, Israel y Richter, 1984; Hirtz, 1985; Winter, 1975), como con investigaciones con respecto a la autenticidad de los métodos evaluativos del deporte escolar (Letzelter y Letzelter, 1979; 1982b).

II. Investigación aplicada

La investigación aplicada se ha designado en el Capítulo 1.5 como «parte nuclear» de la ciencia del entrenamiento. En el campo de aplicación del deporte escolar se vuelve aquí al desarrollo de los conceptos de la enseñanza con respecto a una problemática determinada y a la evaluación de la efectividad y de la eficacia. La elección de los problemas a tratar, así como su traslación concreta a una serie de enseñanzas, sólo tiene sentido en estrecha colaboración con la pedagogía y la didáctica del deporte.

Por regla general, las funciones de la investigación aplicada sólo se resuelven por medio de experimentos en los que se tiene que equilibrar la preferencia por una validez externa o interna. También la inclusión en el contexto de la enseñanza de deportes acarrea consecuencias metodológicas, puesto que, por ejemplo, las sesiones experimentales van a tratar siempre sobre enseñanzas o cursos y no sobre los individuos, y por ello, el recluta-

miento se tiene que orientar siempre siguiendo los preceptos del sistema escolar (obligación de la asistencia a las clases, curso elegido o participación voluntaria frente a clasificación aleatoria).

Nota complementaria: estudios relacionados con la aplicación al deporte escolar

Son ejemplares en este apartado tres investigaciones en las que la fuerza del método experimental se muestra en dos dominios clásicos (planteamiento de ciclos y planificación del método) y en un programa de investigación correspondiente a un concepto abierto del entrenamiento (planificación del contenido).

1) Sobre el planteamiento de ciclos en el entrenamiento deportivo escolar

En una investigación de Diekmann y Letzelter (1987) participaron 132 escolares, de los cuales, los 66 (33 muchachos y otras tantas muchachas) incluidos en el grupo de entrenamiento, cumplieron, además de las clases de deporte, un programa de entrenamiento de 12 semanas para el desarrollo de la fuerza (2 sesiones de entrenamiento de 30 min). Especialmente interesante en la investigación es el diseño de sec-

ción longitudinal, puesto que la intervención sobre los 3 años consecutivos (edad media de los participantes 8, 9 y 10 años) se produjo en las 12 semanas posteriores a las vacaciones de verano. La Figura 5.13 da una visión sobre las diferencias alcanzadas en el salto con el estudio de los resultados de un test de fuerza explosiva. Los autores sacan las siguientes conclusiones del experimento:

- ▶ La fuerza del salto se desarrolla, independientemente de los pro-

cesos de madurez, también por un entrenamiento adecuado al período de edad analizado.

- ▶ Los progresos en el entrenamiento se consiguen en cualquier edad y a cualquier nivel.
- ▶ El progreso alcanzado en el entrenamiento persiste por lo menos durante un año, es decir, en los intervalos de pausa del entrenamiento no se sufre una regresión completa del rendimiento.

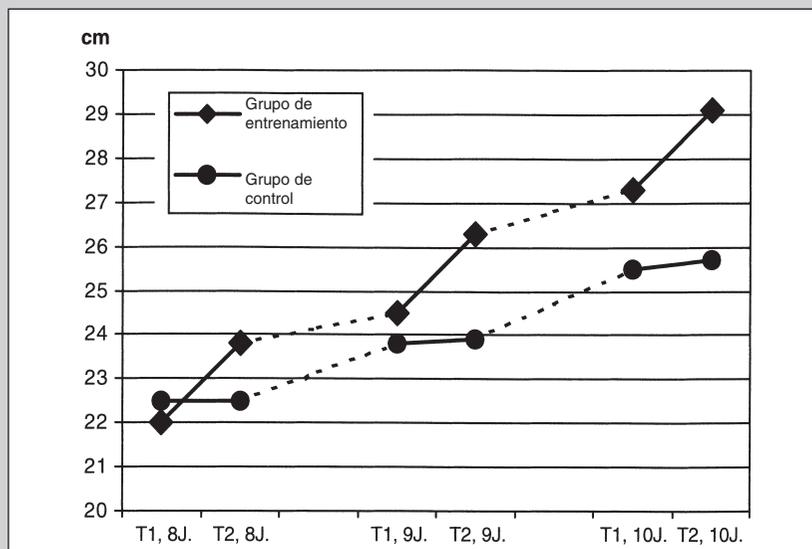


Figura 5.13 Resultados de un experimento de investigación con intervenciones para la mejora de la fuerza explosiva en el salto (según Diekmann y Letzelter, 1987, explicación en el texto).

Hay que designar como especialmente alentador el último resultado, puesto que significa que la intervención acentuada en el deporte escolar no se puede observar como algo momentáneo, sino que se pueden conseguir efectos a largo plazo. Parecidos efectos duraderos se consiguieron en el estudio de corte longitudinal de Greifswald 1975–1982 (Hirtz, 1985) que se centra en las capacidades coordinativas acentuadas de la enseñanza deportiva en la escuela primaria.

Estos resultados no están en concordancia con los supuestos de adaptación convencionales que observan la falta de estímulos de adaptación como algo reversible. Posiblemente exista en la edad escolar un efecto cambiante con los procesos de maduración que conduce a un progreso persistente procedente de intervenciones individuales. Por lo tanto, no es justo exigir la aplicación durante todo el año de modelos de periodización del deporte escolar de rendimiento (Frey y Hildebrandt, 1995).

2) Sobre la planificación metodológica en el entrenamiento deportivo escolar

En la enseñanza de deportes el entrenamiento en circuito es un método ideal para mejorar el estado de la forma física. Sus ventajas

ya fueron descritas hace bastantes años por Scholich (1974), quien presenta también los métodos de entrenamiento de esta forma de organización. El entrenamiento en circuito se puede llevar a cabo con dosis fijas y también con tiempo fijo, sobre todo para mejorar la resistencia (Letzelter y Letzelter, 1986). ¿Qué método es preferible en la enseñanza del deporte? ¿Cuál de ellos da lugar a mejores adaptaciones?

En un experimento de 2 meses de duración se comparó la efectividad de los métodos. El control de éxito se evaluó con el «test de estado de forma de Bayern» (Letzelter y Letzelter, 1982) con alumnos de secundaria que se dividieron en dos grupos. Éstos realizaron un entrenamiento idéntico, hasta en el número de repeticiones. Los alumnos que habían entrenado siguiendo el método de tiempo fijo habían realizado tantas repeticiones como fuera posible por estación, y los que habían seguido el método de dosis fijas el primer mes realizaron el 50% y el segundo el 60% del máximo de repeticiones.

Resultado. En lo que se refiere a la mejora de efectos, el método de tiempo fijo obtiene resultados mucho más halagüeños que el método de dosis fijas, el cual, sin una obligación de control consistente y a causa de la falta del carácter

de competición, no incluye estímulos tan masivos. El método de tiempo fijo provoca un incremento del cansancio que, si no tuviera el carácter de competición, no sería alcanzable. Este método es idéntico al caso concreto del «método hasta el agotamiento». Especialmente apreciable es la superioridad de la batería de pruebas, puesto que en un aumento de un 5% en el método de dosis fijas hay un 14% de aumento en el método de tiempo fijo y en el de control (véase figura 5.14).

3) Sobre la planificación de contenidos en el deporte escolar

En un estudio de Küssner se realizó una sesión de clases de 12 semanas de voleibol en cuatro enseñanzas de nivel superior de secundaria siguiendo un concepto de disciplina deportiva y un concepto propio desarrollado de las disciplinas deportivas de moda ($n = 120$). Se trata, por lo tanto, de un tipo de investigación que compara dos tratamientos alternativos que son contemplados como dos caminos efectivos. Este tipo de investigación es válido para inter-

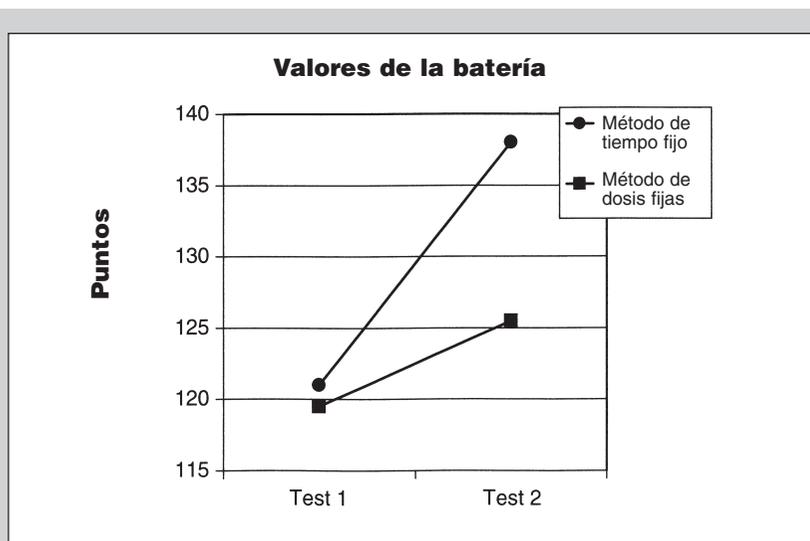


Figura 5.14 Aumento de entrenamiento de resistencia según los métodos de tiempo fijo y de dosis fijas (Letzelter y Letzelter, 1986).

pretar el efecto diferente de los métodos de procedimiento, de los cuales pueden extraerse principios prácticos más relevantes que de las simples indicaciones de cambios, puesto que aquí es posible la comparación de diferentes principios.

Otra característica del estudio resulta de la pretensión de comparar los conceptos didácticos. Puesto que éstos, por regla general, persiguen un espectro de metas, el análisis de la efectividad

tiene que ser amplio, lo que quiere decir que tiene que intentar incluir en la prueba aleatoria la existencia de áreas comunes con respecto a las expectativas de cambios. Junto con la capacidad y las habilidades, este concepto de disciplinas deportivas de moda es también una característica social y psíquica, lo mismo que ocurre con la cuestión de hasta qué punto es bueno inducir a un compromiso en un deporte extraescolar de tendencia.

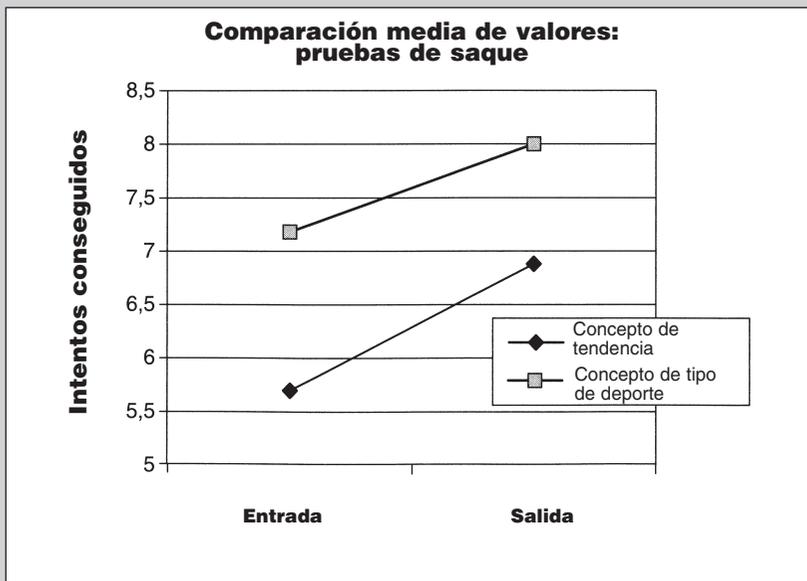


Figura 5.15 La efectividad de dos conceptos didácticos alternativos para facilitar tipos de deporte de tendencia.

Los resultados corresponden en parte a las expectativas. Si bien en el grupo que realiza el deporte de moda, no hay pérdidas en los ámbitos de aprendizaje motor (véase Figura 5.15), los efectos que se muestran en casi todos los objetivos restantes se diferencian según el grupo al que pertenezcan. Sobre todo se da como regla general que no hay una superioridad en conceptos de nuevo desarrollo. Esto conduce a las siguientes reflexiones:

- ▶ Los resultados subrayan la necesidad de una ratificación de la superioridad de un método procedimental alternativo. En la práctica de la investigación se observa esto muy rara vez, pero los efectos positivos, por sí solos, no aportan ninguna conclusión sobre el método de procedimiento óptimo.
- ▶ La cuestión investigada se ha mostrado como especialmente exigente, puesto que se tiene que intentar demostrar, bajo condiciones de campo con fuerzas de efectos relativamente bajas, que existen diferencias en la efectividad de dos métodos de procedimiento.
- ▶ Si se analiza la autenticidad de los resultados (método de ensayo, tratamiento, implementación), entonces se observa que

los efectos del deporte escolar parten en menor medida del concepto didáctico y más de los contenidos controlados. Esto apoya los conceptos teóricos de la formación que hoy en día vuelven a renacer y en los que desempeña un papel central el análisis material.

III. Investigación en la evaluación

Finalmente, también se ponen a disposición de la ciencia del entrenamiento las investigaciones del deporte escolar desde la perspectiva de la evaluación con el fin de fundamentar la práctica de una forma científica. Se trata, pues, de valorar con metodología científica las intervenciones en el deporte escolar. Para ello hay que poner en claro que el concepto de evaluación aquí representado se desarrolló con el *research evaluation* estadounidense (Bank y Lames, 2000), que se diferencia del concepto de evaluación alemán, que está relacionado con la investigación curricular teniendo en cuenta, sobre todo, el contexto. Mientras que Letzelter examina predominantemente la consecución de objetivos y las relaciones *input-output* en la enseñanza (Kordes, 1983), la investigación de la evaluación es bastante más amplia. También pertenece a sus funciones la valoración del concepto y la implementación, y el análisis de efectividad no sólo se limita a los objetivos de aprendizaje en su sentido más concreto, sino también a las conse-

cuencias «sistemáticas» de la intervención (véase Capítulo 1).

Una aplicación temporal adecuada para un principio teórico de evaluación sería la concepción, implementación, examen de efectividad y eficacia de las unidades de enseñanza que van a formar el ámbito organizativo de la enseñanza de deportes en el futuro. Estas unidades de enseñanza son aproximadamente períodos de 10 semanas de enseñanzas de deportes que tratan un tema determinado. La organización de las unidades en objetivos físicos y deportivos, pero también psíquicos, sociales y de comportamiento, requiere una evaluación detallada para conseguir una valoración adecuada.

El papel de la ciencia del entrenamiento en estas investigaciones se va a representar de manera diferente en cada caso, dependiendo de que en el debate se antepongan las reflexiones normativas o si afecta más a su ámbito tradicional, es decir, a las adaptaciones físicas en los estímulos del movimiento. Aparte de esto, en otros campos de aplicación se propondría hacer que el conocimiento adquirido en las evaluaciones se convierta en un buen compañero para cuestiones metodológicas en la didáctica del deporte, lo que seguramente es también una atractiva perspectiva para el desarrollo de la ciencia del entrenamiento. Se parte de una competencia representada en la Figu-

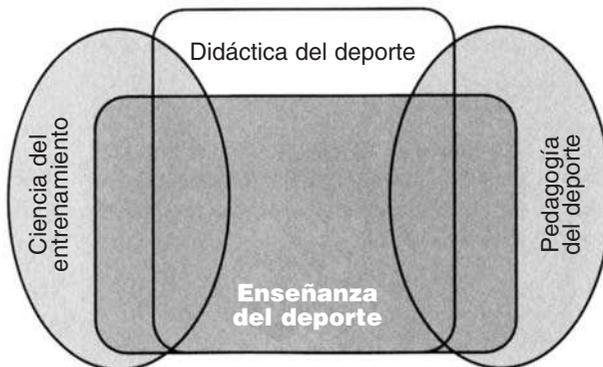


Figura 5.16 Contribución de la didáctica deportiva, de la pedagogía del deporte y de la ciencia del entrenamiento en la enseñanza de los deportes.

ra 5.16 entre la ciencia del entrenamiento, la didáctica del deporte y su pedagogía para la enseñanza de los deportes. Todas las disciplinas están predestinadas a planteamientos especiales, pero la intervención más detallada la ofrece la didáctica del deporte, en la que cada una de las cuestiones planteadas se resuelve mediante los contenidos. La enumeración de las direcciones de investigación de la actual enseñanza, según Balz (1997), muestra, sin embargo, que aún hay suficiente espacio para que otras disciplinas puedan introducirse en este campo de aplicación.

Los principios evaluativos no deberían referirse sólo a las unidades de enseñanza, sino también a preguntas de si los ejercicios y las expectativas han sido resueltos a largo plazo. Es decir, si funciona la promoción de las capacidades físicas, si se han creado los recursos protectores de la salud o si los objetivos que van más allá de la escuela se han conseguido a través del deporte, como, por ejemplo, una motivación persistente para la práctica del deporte o la capacitación para comenzar una actividad deportiva elegida por uno mismo. Todos los objetivos perseguidos o los compromisos de efectividad del deporte escolar son puestos a prueba. Partiendo de esto, la evaluación es una herramienta para reaccionar frente a las frecuentes exigencias de la sociedad. Actualmente aparecen requisitos que afectan al potencial del deporte escolar en lo que se refiere a la

prevención de la violencia (Lames y Vogt, 1999).

Además, aquí se habla sobre otra faceta de la investigación de la evaluación que desempeña un papel especial en relación con el deporte escolar: la función *enlightenment* (Weiss, 1977). La experiencia de la investigación de la evaluación muestra que los resultados concretos de las evaluaciones tienen, a menudo, poca influencia sobre el siguiente desarrollo del programa. Por eso se formuló demasiado pronto la función de que los políticos, periodistas y otros sectores de opinión fueran informados de los resultados de la evaluación para así influir sobre el clima en el que se toman decisiones políticas. Puesto que el tipo y el modo de cómo se toma una decisión política en el contexto del deporte escolar no es, según Weiss (1982), de ningún modo la aplicación de una teoría racional de la decisión, sino antes bien un cúmulo de intereses, compromisos y efectos recíprocos, la ilustración se ha de realizar de un modo informal y especial, por ejemplo, mediante la puesta en acción de los medios de comunicación o a través del establecimiento de contactos personales entre los evaluadores y los órganos de decisión. Una campaña tal que se pudiera realizar como «acción concertada» entre pedagogos, didácticos, científicos del entrenamiento, médicos y psicólogos podría, con toda seguridad, prestar una contribución decisiva para el progreso del deporte escolar.

El espectro de las estrategias de investigación y el estado actual de las enseñanzas dejan aún un gran espacio para el **compromiso de la ciencia del entrenamiento en el deporte escolar**. Además, todos los afectados tienen que tener claro que en este campo de aplicación se trata de influir en las decisiones políticas.

5.5 CUESTIONES PROPUESTAS PARA EL CONTROL DEL APRENDIZAJE

1. ¿Cómo se puede definir el talento deportivo?
2. ¿Qué criterios son los ideales para el diagnóstico del talento deportivo?
3. ¿Qué caracteriza el entrenamiento de puestos de medida?
4. ¿En qué se diferencian los análisis de esfuerzos en el transcurso del entrenamiento y los del efecto en el entrenamiento?
5. ¿En qué se diferencian el deporte de rendimiento, el de mantenimiento y el de salud o terapéutico?
6. ¿Por qué la resistencia tiene una especial importancia en el deporte de mantenimiento y en el de salud?

7. ¿Qué métodos son los más adecuados para el control de la intensidad en el entrenamiento de fuerza y resistencia orientados al *fitness* y a la salud?
8. ¿Qué efectos tiene la alimentación y el movimiento sobre la regulación del peso corporal?
9. ¿Qué características hace especialmente atractiva la práctica deportiva para la promoción de la salud?
10. ¿Qué metas persiguen las intervenciones de la ciencia del entrenamiento que están concebidas según el modelo teórico del estrés con el propósito de la promoción de la salud?
11. ¿Qué objetivos persiguen las intervenciones de la ciencia del entrenamiento que están concebidas según el modelo de factores de riesgo, con el propósito de la prevención primaria?
12. ¿Qué características especiales señalan qué tipo de deporte es el adecuado para las personas mayores?
13. ¿Qué papel desempeña el entrenamiento en los conceptos didácticos individuales del deporte escolar?
14. ¿Qué contribuciones puede ofrecer la ciencia del entrenamiento en lo que se refiere a la fundamentación teórica y a la organización práctica de la enseñanza de los deportes?

BIBLIOGRAFÍA

- Abele A. y Brehm W. (1990). Wer ist der «typische» Fitneß - Sportler? Ein Beitrag zur Analyse der Sportpartizipation im Erwachsenenalter (¿Quién es el «típico» deportista de *fitness*? Un artículo para el análisis de la participación en el deporte de las personas mayores). *Spectrum der Sportwissenschaften*, 2, 4-32.
- Abele A., Brehm W. y Gall T. (1991). Sportliche Aktivität und Wohlbefinden (Actividad deportiva y bienestar). En: A. Abele y P. Becker (eds.). *Wohlbefinden. Theorie-Empirie-Diagnostik* (págs. 279-296). Weinheim; Juventa.
- Adams J. (1971). A closed-loop theory of motor learning (Una teoría de ciclo cerrado para el aprendizaje motor). *Journal of Motor Behavior*, 3, 111-150.
- Allmer H. (1998). «Mens sana in corpore sano». Zauberformel für Bewegung – und Sportaktivitäten mit Älteren? («Mens sana in corpore sano». ¿Fórmula mágica para las actividades de movimiento y deportivas de las personas mayores?). En: H. Mechling (ed.). *Training im Alterssport* (págs. 39-50). Schorn-dorf; Hofmann.
- Antonovsky, A. (1979). *Health, Stress, and Coping* (Salud, estrés y cómo sobre-llevarlo). San Francisco; Jossey – Bass.
- Antonovsky A. (1987). *Unraveling the Mystery of Health* (Desenmarañando el misterio de la salud). San Francisco; Jossey-Bass.
- Argyris C., Putnam R. y Smith D. M. (1985). *Action Science* (Ciencia de la acción). San Francisco; Jossey -Bass.
- Astrand P.-O. (1993). Ausdauersport (Deporte de resistencia). En: R. J. Shepard y P.-O. Astrand (eds.). *Ausdauer im Sport* (págs. 22–29). Colonia; Deutscher Ärzte-Verlag.
- Astrand P.-O. y Rodahl K. (1986). *Textbook of Work Physiology* (Libro de texto de trabajos de Fisiología). Nueva York; McGraw – Hill.
- Badtke G. (ed.) (1995). *Lehrbuch der Sportmedizin* (Manual de medicina deportiva). Heidelberg; Hüthig.
- Badura B. (1993). Soziologische Grundlagen der Gesundheitswissenschaften (Fundamentos sociológicos de las ciencias de la salud). En: K. Hurrelmann y U. Laaser (eds.). *Gesundheitswissenschaften* (págs. 63 - 87). Weinheim; Beltz.
- Ballreich R. (1972). Probleme und Methoden der Bewegungsforschung (Problemas y métodos de la investigación del movimiento). *Sportwissenschaften* 2, 9-32.

- Ballreich R. (1980). Aspekte der Modellierung in der Biomechanik des Sports (Aspectos de la modelización en la biomecánica deportiva). En: W. Baumann (ed.). *Biomechanik und sportliche Leistung* (págs. 113-128). Schorndorf; Hofmann.
- Ballreich R. (1996). Grundlagen der Modellmethode (Fundamentos del método de modelos). En: R. Ballreich y W. Baumann (eds.). *Grundlagen der Biomechanik des Sports* 2ª ed., págs. 118-159). Stuttgart; Enke.
- Ballreich R. y Gabel H. (1975). Einfluß von Schrittlänge und Schrittfrequenz auf die Laufzeit in Sprintdisziplinen (Influencias de la longitud y la frecuencia del paso en los tiempos conseguidos en carreras en las disciplinas de *sprint*). *Leistungssport* 5 (5), 346-351.
- Ballreich R. y Kuhlow A. (1975). Trainingswissenschaft. Darstellung und Begründung einer Forschungs und Lehrkonzeption. (Ciencia del entrenamiento. Presentación y fundamentos de una concepción de investigación y enseñanza). *Leistungssport* 5, 95-103.
- Ballreich R. y Kuhlow A. (eds.) (1980). *Beiträge zur Biomechanik des Sports* (Artículos sobre la biomecánica del deporte). Schorndorf; Hofmann.
- Balz E. (1992). Fachdidaktische Konzepte oder: Woran soll sich der Schulsport orientieren? (Conceptos disciplinarios específicos, o ¿hacia dónde debe orientarse el deporte escolar? *Sportpädagogik* 16, 13-22.
- Balz E. (1993). «Gesundheitssport» –ein Unwort («Deporte de salud»: una «no palabra»). *Sportwissenschaft* 23, 308-311.
- Balz E. (1997). Zur Entwicklung der sportwissenschaftlichen Unterrichtsforschung in Westdeutschland (Sobre el desarrollo de las investigaciones de la enseñanza de la ciencia deportiva en Alemania Occidental). *Sportwissenschaft* 27, 249-267.
- Bandura A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioural change (Autoeficacia: hacia una teoría unificada del cambio de comportamiento). *Psychological Review* 84, 191-215.
- Banister E. W. (1982). Modeling Elite Athletic Performance (Modelizando los logros de la elite atlética). En: J. D. MacDougall, H. W. Wenger y H. J. Green (eds.). *Physiological Testing of Elite Athletes* (págs. 403-425). Champaign I. L., Human Kinetics.
- Barlow N. D. y Hersen M. (1984). *Single Case Experimental Design* (Diseño de casos experimentales sencillos) (2ª ed.). Nueva York, Wiley.
- Barth B. (1994). Strategie und Taktik im Wettkampfsport (Estrategia y táctica en el deporte de competición). *Leistungssport*. 24 (3), 4-12.
- Barth B., Röth N. y Brehme M. (1976). Psychophysiologische Untersuchungsmethoden bei Fechtern (Métodos de análisis psicofisiológicos en la esgrima). *Medizin und Sport* 16, 304-309.

- Bauersfeld K.-H. y Schröter G. (1979). *Grundlagen der Leichtathletik* (Fundamentos del atletismo). Berlín, Sportverlag.
- Bauersfeld M. y Voss G. (1992). *Neue Wege im Schnelligkeitstraining* (Nuevos rumbos en el entrenamiento de velocidad). Münster, Philippka.
- Baum K. y Essfeld D. (1988). Leistungslimitierende Stoffwechselgrößen im Volleyball (Magnitud del metabolismo limitante del rendimiento en el voleibol). En: F. Dannenmann (Red.). *Training und Methodik des Volleyballspiels* (págs. 65-73). Ahrensburg, Czwalina.
- Baumann H. (1992). Altern und körperliches Training (Mayores de edad y entrenamiento físico). Berna, Huber.
- Baur J., Bös K. y Singer R. (eds.) (1994). *Motorische Entwicklung. Ein Handbuch* (Desarrollo motor. Un manual). Schorndorf, Hofmann.
- Becker P. (1992). Seelische Gesundheit als protektive Persönlichkeitseigenschaft (Salud mental como característica protectora de la personalidad). *Zeitschrift für Klinische Psychologie* 21, 64-25.
- Beckers E. (1993). Der Instrumentalisierungs-Vorwurf: Ende des Nachdenkens oder Alibi für die eigene Position (Reproche de la instrumentalización. Fin de la reflexión o la coartada para la propia posición). *Sportwissenschaft* 23, 233-258.
- Beckers E. y Brux A. (1993). Zur Definition von «Gesundheitssport» (Sobre la definición del «deporte de salud»). *Sportwissenschaft* 23, 312-314.
- Beckmann J. y Kazen M. (1994). Action and state orientation and the performance of top athletes (Acción y orientación de la condición física y logros de atletas de elite). En: J. Kuhl y J. Beckmann (eds.). *Volition and Personality. Action Versus State Orientation* (págs. 439-451). Seattle, Hogrefe y Huber.
- Beckmann J. y Strang H. (1991). Handlungskontrolle im Sport. (Control de acción en el deporte). *Sportpsychologie* 5 (4), 5-15.
- Berbalk A. (1994). Eine Studie zur absoluten und relativen Herzgröße bei Ausdauersportlern und – sportlerinnen (Un estudio sobre la capacidad cardíaca absoluta y relativa en deportistas [hombres y mujeres] de resistencia). *Schriftenreihe zur angewandten Trainingswissenschaft* 1, 5-15.
- Berger J. (1982). Die zyklische Gestaltung des Trainingsprozesses unter besonderer Berücksichtigung der Periodisierung des Trainingsjahres (La organización cíclica del proceso de entrenamiento bajo la consideración especial de la periodificación en el año de entrenamiento). *Medizin und Sport* 22, 282-286.
- Berger J. y Minow H.-J. (1984). Der Mikrozyklus in der Trainingsmethodik (El microciclo en la metodología de entrenamiento). *Theorie und Praxis der Körperkultur* 33, 133-140.
- Berger J. y Minow H.-J. (1985). Der Makrozyklus in der Trainingsmethodik (El macrociclo en la metodología de entrenamiento). *Theorie und Praxis der Körperkultur* 34, 373-381.

- Berger J. y Minow H.-J. (1990). Der Mesozyklus in der Trainingsmethodik (El mesociclo en la metodología de entrenamiento). *Theorie und Praxis der Körperkultur* 39, 263-268.
- Bernstein N. A. (1969). *The coordination and regulation of movement* (La coordinación y regulación del movimiento). Londres, Pergamon.
- Bernstein N. A. (1988). *Bewegungsphysiologie* (Fisiología del movimiento) (2ª ed.). Leipzig, Barth.
- Bette K. – H. (1989). *Körperspuren – Zur Semantik und Paradoxie moderner Körperlichkeit* (Huellas físicas – Sobre la semántica y las paradojas de la moderna corporalidad). Berlín, de Gruyter.
- Bette K. – H. (1992). *Theorie als Herausforderung* (Teoría como desafío). Aquisgrán, Meyer y Meyer.
- Binz K. (1984). Die Bedeutung der Ausdauer für Training und Spiel (El significado del rendimiento para el entrenamiento y el juego). *Fußballtraining* 2 (3), 27-35.
- Blaser P., Witte K. y Stucke, C. (eds.) (1994). *Steuer – und Regelvorgänge der menschlichen Motorik* (Procesos de control y regulación en la motricidad humana). St. Augustin, Academia.
- Blume D. – D. (1978). Zu einigen wesentlichen theoretischen Grundpositionen für die Untersuchung der koordinativen Fähigkeiten (Sobre algunas posiciones teóricas básicas para el análisis de las capacidades coordinativas). *Theorie und Praxis der Körperkultur* 27, 29-36.
- Blume D.–D. (1981). Kennzeichnung koordinativer Fähigkeiten und Möglichkeiten ihrer Herausbildung im Trainingsprozeß (Descripción de las capacidades coordinativas y las posibilidades de su formación durante el proceso de entrenamiento). *Wissenschaftliche Zeitschrift der DHfK Leipzig* 22 (3), 17.
- Boeck–Behrens W.–U. y Buskies W. (1996). *Gesundheitsorientiertes Fitnessstraining. Band 1: Fitness – Grundlagen, Krafttraining, Beweglichkeitstraining* (Entrenamiento de *fitness* orientado a la salud. Tomo 1: *Fitness*. Fundamentos, entrenamiento de fuerza y entrenamiento de movilidad) (2ª ed.). Lüneburg, Wehndemeier y Pusch.
- Böning D. (2000). Muskelkater. (Agujetas). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 51, 63-64.
- Born A. (1994). Taktisches Handeln und Taktiktraining – Organisation-sebenen und Organisationsprinzipien (Acción táctica y entrenamiento de táctica. Planos y principios de organización). En: R. Brack, A. Hohmann y H. Wieland (eds.). *Trainingssteuerung* (págs. 231-237). Stuttgart, Nagelschmid.
- Bös K. (1994). *Handbuch motorischer Tests* (Manual de tests motores). Göttingen, Hogrefe.

- Bös K. y Mechling H. (1983). *Dimensionen sportmotorischer Leistungen* (Dimensiones de rendimientos motores del deporte). Schorndorf, Hofmann.
- Bossel H. (1994). *Modellbildung und Simulation* (Organización de modelos y simulación). (2ª ed.). Braunschweig, Vieweg.
- Bouchard C., Shepard R.J. y Stephens T. (eds.) (1994). *Physical activity, fitness, and health* (Actividad física, fitness y salud). Champaign IL, Human Kinetics.
- Bouchard C., Shepard R. J., Stephens T. H., Sutton J. R. y McPherson B. D. (eds.) (1990). *Exercise, fitness, and health* (Ejercicio, fitness y salud). Champaign IL, Human Kinetics.
- Brack R. y Hohmann A. (1986). Theoretische Grundlagen und praktische Anwendung der Steuerung und Regelung des Sportspieltrainings (Fundamentos teóricos y empleo práctico del control y la regulación del entrenamiento de los juegos deportivos). En: R. Andresen (ed.) *Beiträge zur Sportspielforschung* (125-144). Ahrensburg, Czwalina.
- Brack R., Hohmann A. y Wieland H. (eds.) (1994). *Trainingssteuerung. Konzeptionelle und methodische Aspekte* (Control del entrenamiento. Aspectos conceptuales y metodológicos). Stuttgart, Naglschmid.
- Braumann K. M., Busse M. y Maassen N. (1987). Zur Interpretation von Laktatleistungskurven (Sobre la interpretación de las curvas rendimiento – ácido láctico). *Leistungssport* 17, 35-38.
- Brocke B. (1980). Wissenschaftstheoretische Grundlagenprobleme der Angewandten Psychologie (Problemas fundamentales de la teoría científica de la psicología aplicada). *Zeitschrift für Sozialpsychologie* 1, 207-224
- Brüggemann G. P. y Krahl H. (2000). *Belastungen und Risiken im weiblichen Kunstturnen* (Esfuerzos y riesgos en la gimnasia artística femenina). Schorndorf, Hofmann.
- Bubeck D. (1999). *Methodik des Schnelligkeitstrainings* (Metodología del entrenamiento de velocidad). (Manual incompleto). Stuttgart, IfS.
- Bührle M. y Schmidtbleicher D. (1981). Die Komponenten der Maximal – und Schnellkraft (Los componentes de la fuerza máxima y la fuerza rápida). *Sportwissenschaft* 11, 11-27.
- Bührle M. (1985). Dimensionen des Kraftverhaltens und ihre spezifischen Trainingsmethoden (Dimensiones del comportamiento de fuerza y sus métodos específicos de entrenamiento). En: M. Bührle (ed.). *Grundlagen des Maximal – und Schnellkrafttrainings* (págs. 82-111). Schorndorf, Hofmann.
- Bulgakova N. (1978). *Auslese und Vorbereitung junger Schwimmer* (Selección y preparación de los jóvenes nadadores) (en ruso). Moscú Fizkultura i Sport.
- Bunge M. (1967). *Scientific Research II: The search for truth* (Investigación científica II: La búsqueda de la verdad). Berlín; Springer.
- Buskies W. (1999a). Zur Problematik der Trainingsintensitätssteuerung im Krafttraining mittels Prozent –angaben auf der Basis von Maximalkrafttests

- (Sobre la problemática del control de la intensidad del entrenamiento de fuerza por medio de datos porcentuales sobre la base de tests de fuerza máxima). En: J. Wiemeyer (ed.). *Forschungsmethodologische Aspekte von Bewegung, Motorik und Training im Sport* (págs. 181-185). Hamburgo; Czwalina.
- Buskies W. (1999b). Sanftes Krafttraining nach dem subjektiven Belastungsempfinden versus Training bis zur muskulären Ausbelastung (Entrenamiento ligero de fuerza de acuerdo con las sensaciones subjetivas de esfuerzo versus entrenamiento hasta llegar a la sobrecarga muscular). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 51, 316-320.
- Buskies W. y Boeck-Behrens W. U. (1996). *Gesundheitsorientiertes Fitnessstraining. Band 2: Ausdauertraining, Ernährung, Entspannung* (2ª ed.). (Entrenamiento de *fitness* orientado a la salud. Tomo 2: Entrenamiento de resistencia, alimentación y relajación). Lüneburg, Wehde-meier y Pusch.
- Buskies W., Kläger, G. y Riedel H. (1992). Möglichkeiten zur Steuerung der Belastungsintensität für ein breitensportlich orientiertes Laufausdauertraining (Posibilidades para el control de la intensidad de carga en un entrenamiento guiado de resistencia en carreras). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 43, 248-260.
- Carl K. (1983). *Training und Trainingslehre in Deutschland* (Entrenamiento y enseñanza del entrenamiento en Alemania). Schorndorf, Hofmann.
- Carl K. (1988). *Talentsuche, Talentauswahl und Talentförderung* (Búsqueda, selección e investigación de talentos). Schorndorf, Hofmann.
- Carl K. (1989). *Trainingswissenschaft – Trainingslehre* (Ciencia del entrenamiento-enseñanza del entrenamiento). En: H. Haag, B.G. Strauß y K. Heine (Red.). *Theorie – und Themenfelder der Sportwissenschaft*. (págs. 216-228). Schorndorf, Hofmann.
- Carl K. (1992). *Trainingswissenschaft* (Ciencia del deporte). En: P. Röthig (ed.). *Sportwissenschaftliches Lexikon* (6ª ed., págs. 530-531). Schorndorf, Hofmann.
- Cialdini R. B., Borden R. J., Thorne A., Walker M. R., Freeman S. y Sloan L. R. (1976). Basking in reflected glory (Tomando el sol en la gloria reflejada). *Journal of Personality and Social Psychology* 34, 366-375.
- Clijisen L. P. V. M., Van De Linden J., Welbergen E. y Boer R. W. (1988). En: B. R. Burke y M. N. Nelson (eds.). *Medical and Scientific Aspects of Cycling* (Aspectos médicos y científicos del ciclismo) (págs. 133-144). Champaign D., Human Kinetics.
- Conzelmann A. (1993). *Wett kampfsport in der zweiten Lebenshälfte am Beispiel der Seniorenleichtathletik* (Deporte de competición en la segunda mitad de la vida tomando como ejemplo el atletismo sénior). Colonia, Strauß.
- Conzelmann A. (en imprenta). Modelle sensitiver Phasen als Leitkonzepte für ein entwicklungsgemäßes Training im Kindes – und Jugendalter (Modelo de

- fases sensitivas como concepto introductorio para un entrenamiento guiado en el desarrollo en la edad infantil y juvenil). En: A. Hohmann D. Wick y K. Carl (eds.). *Talent im Sport*.
- Cook T. D. y Campbell D. T. (1979). *Quasi – experimentation: Design and Analysis Issues for Field Settings* (Cuasi experimentación. Diseño y análisis extraídos de ajustes de campo). Chicago, Rand McNally.
- Costill D. L., Bowers, R., Branam G. y Sparks, K. (1971). Muscle glycogen utilisation during prolonged exercise on successive days (Utilización del glucógeno por los músculos durante ejercicios a lo largo de días consecutivos). *Journal of Applied Physiology* 31, 834-838.
- Counsilman J. E. (1977). *Schwimmen. Technik – Trainingsmethoden – Trainingsorganisation* (Natación. Técnica, métodos y organización del entrenamiento) (4ª ed.). Bad Homburg, Limpert.
- Crasselt W., Israel S. y Richter H. (1984). Schnellkraftleistungen im Alternsgang. (Rendimientos de elasticidad a lo largo del transcurso de los años.) *Theorie und Praxis der Körperkultur* 33, 423-431.
- Czwalina C. (1980). Zur Bewertung sportspielerischer Leistungen (Sobre la valoración de los rendimientos de juegos deportivos). En R.: Andresen y G. Hagedorn (eds.). *Beobachten und Messen im Sportspiel* (págs. 25-32). Berlín, Barteis y Wernitz.
- Czwalina C. (1992). Gütekriterien in der beobachtenden Sportspielforschung (Criterios de calidad en la investigación de observación de juego deportivo). En: G. Hagedorn, N. Heymen (eds.) y B. Garvs (Redactor colaborador). *Methodologie der Sportspielforschung* (págs. 61-72). Ahrensburg, Czwalina.
- Czwalina C. (1994). Sportspielforschung und Praxisrelevanz - Methoden, Theorien, Modelle (Investigación del juego deportivo y relevancia de la praxis. Métodos, teorías, modelos). En: R. Ansorge (ed.). *Universität Hamburg 1994. Schlaglichter der Forschung zum 75. Jahrestag* (págs. 369-391). Berlín, Hamburgo, Dietrich Reimer.
- Dai ST., Marti B., Rickenbach M. y Gutzwiller F. (1990). Sport korreliert mit günstigen Lebens – gewohnheiten (Deporte en relación con adecuados hábitos de vida). *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin* 38, 71-77.
- Daug, R. (2000). *Evaluation sportmotorischen Messplatztrainings im Spitzensport* (Evaluación del entrenamiento motor deportivo en «puestos de medición» en deportes de elite). Colonia, Strauß.
- Daug R., Mechling H., Blischke K. y Olivier N. (1991a). Sportmotorisches Lernen und Techniktraining zwischen Theorie und Praxis (El aprendizaje motor deportivo y las técnicas de entrenamiento entre la teoría y la praxis). En: R. Daug et al. (eds.). *Sportmotorisches Lernen und Techniktraining* (Tomo 1, págs. 19-32). Hofmann, Schorndorf.

- Daug's R., Blischke K., Marschall F. y Müller H. (1990; 1991 b). Video-technologien für den Spitzensport (Tecnologías de vídeo para el deporte de elite). *Leistungssport* 20 (6), 12-17; 21 (1), 50-55.
- Deiss D. y Pfeiffer U. (eds.). (1991). *Leistungsreserven im Schnellkrafttraining* (Reservas de rendimiento en el entrenamiento de elasticidad). Berlín, Sportverlag. Deutscher Sportbund (DSB, Kommission Gesundheit) (1993). Ein Vorschlag zur Definition des Begriffs Gesundheitssport. *Sportwissenschaft* 23, 197-199.
- Diekmann W. y Letzelter M. (1987). Stabilität und Wiederholbarkeit von Trainingszuwachs durch Schnellkrafttraining im Grundschulalter (Estabilidad y posibilidad de repetición por medio del entrenamiento de fuerza explosiva en la edad escolar temprana). *Sportwissenschaft* 17, 280-293.
- Dittmann-Kohli F. (1989). Erfolgreiches Altern aus subjektiver Sicht (Edad adecuada desde un punto de vista subjetivo). En: P. B. Baltes, M. Kohli y K. Sames (eds.). *Erfolgreiches Altern* (págs. 301-307). Berna, Huber.
- Djatschkow W. M. (1977). Die Steuerung und Optimierung des Trainingsprozesses (Control y optimización del proceso de entrenamiento). (2ª ed.). Berlín, Barteis y Wemitz.
- Diemer A. (1994). Systematik der Wissenschaften (Sistemática de las ciencias). En: H. Seiffert y G. Radnitzky (eds.). *Handlexikon zur Wissenschaftstheorie* (2ª ed., págs. 344-352). Múnich, dtv.
- Eberspächer H. (1990). *Mentale Trainingsformen in der Praxis. Ein Handbuch für Trainer und Sportler* (Formas de entrenamiento mental en la práctica. Un manual para entrenadores y deportistas). Oberhaching, Sport inform.
- Edelmann-Nusser J., Hohmann A. y Henneberg B. (2001). Prognose der olympischen Wettkampfleistung im Schwimmen (Pronóstico del rendimiento de competición olímpica en la natación). En: *Leistungssport* 3, 20-23.
- Edington D. W., Edgerton V. R. (1976). *The Biology of Physical Activity* (La biología de la actividad física). Boston, Houghton Mifflin.
- Effendy A. O. (1996). *Sonification*. (Sonificación). Schorndorf, Hofmann.
- Ehlenz H., Grosser M. y Zimmermann E. (1985). *Krafttraining* (Entrenamiento de fuerza). (2ª ed.). Múnich, BLV.
- Elias N. y Dunning E. (1970). The Quest for Excitement In Unexciting Societies (La búsqueda de la excitación en sociedades desapasionadas). En: G. Lüschen (ed.). *The crosscultural analysis of sport and games* (págs. 31-51). Champaign IL, Human Kinetics.
- Elliot J. (1991). *Action Research for Educational Change* (Investigación de la acción para el cambio educacional). Buckingham, Open University Press.
- Falk B. (1996). Physiological and Health Aspects of Exercise In Hot and Cold Climates (Aspectos fisiológicos y de salud en los ejercicios en climas cálidos

- y fríos). En: O. BAR-OR (ed.). *The Child and Adolescent Athlete* (págs. 326-349). Oxford: Blackwell Science.
- Fetz F. y Hatzl T. (1997). Sensomotorische Steuerungsfähigkeit im Sport (Posibilidad de control sensoriomotor en el deporte). En: E. Kornexl, T. Hatzl y B. Hotter (eds.). *150 Jahre Sport an der Universität Innsbruck* (págs. 169-212). Innsbruck, Universität Innsbruck.
- Fiatarone M.A. et al. (1994). Exercise training and nutritional supplementation for physical frailty in very elderly people (Ejercicios de entrenamiento y suplemento nutricional para la debilidad física en personas de edad muy avanzada). *New England Journal of Medicine*, 330, 1769-1775.
- Findeisen D. G. R., Linke, P. y Pickenhain L. (1980). *Grundlagen der Sportmedizin* (Fundamentos de la medicina deportiva). Leipzig, Barth.
- Fleck S. J. y Kraemer W. J. (1997). *Designing Resistance Training Programs* (Diseño de programas de entrenamiento de resistencia). Champaign IL, Human Kinetics.
- Foerster H. Von (1988). Abbau und Aufbau (Disminución de la fuerza física y reconstrucción). En: F.B. Simon (ed.). *Lebende Systeme* (págs. 19-33). Berlín, Springer.
- Folkins C. H. y Syme W. (1981). Physical fitness training and mental health (Entrenamiento de fitness físico y salud mental). *American Psychologist* 36, 373-389.
- Foster C., Snyder A. y Welsh R. (1999). Monitoring of training. Warm up and performance in athletes (Monitorización del entrenamiento. Calentamiento y rendimiento de los atletas). En: M. Lehmann et al. (eds.). *Overload, Performance Incompetence, and Regeneration In Sport* (págs. 43-51). Nueva York, KluwerAcademic / Plenum Publishers.
- Frank R. (1991). Körperliches Wohlbefinden, (Bienestar físico). En: A. Adele y P. Becker (eds.). *Wohlbefinden* (págs. 71-96). Weinheim, Juventa.
- Franks I. E. y Miller G. (1986). Eyewitness testimony in sport (Testimonios presenciales en deporte). *Journal of Sport Behavior* 9, 38-45.
- Franzkowiak P. (1986). Kleine Freuden, kleine Fluchten. Alltägliches Risikoverhalten und medizinische Gefährdungsideologie (Pequeñas satisfacciones, pequeñas huidas. Comportamientos diarios de riesgo e ideología médica de la amenaza). En: E. Wenzel (ed.). *Die Ökologie des Körpers* (págs. 121-174). Frankfurt del Meno a.M., Suhrkamp.
- Frester R. (1972). Der Belastungssymptomtest – Ein Verfahren zur Analyse der Verarbeitung psychisch belastender Bedingungen bei Sportlern (Test de síntoma de esfuerzo, un procedimiento para la elaboración de las condiciones psíquicas que afectan a los deportistas). En: P. Kunath (Dir. Gral.). *Beiträge zur Sportpsychologie* (Tomo I, págs.148-161). Berlín (Este), Sportverlag.

- Frester R. (1974). Einige Probleme und Erfahrungen bei der Objektivierung von Komponenten de aktuellen psychophysischen Zustandes (Algunos problemas y experiencias para la objetivación de los actuales componentes psicofísicos de estado). En P.: Kunath (Drtor. Gral.). *Beiträge zur Sportpsychologie* (tomo 2, págs. 191-202) Berlín (Este), Sportverlag.
- Frester R. (2000). *Erfolgreiches Coaching* (Coaching (preparación) adecuada). Gotinga, Vandenhoeck und Ruprecht.
- Frey G. (1981). Training im Schulsport (El entrenamiento en el deporte escolar). Schorndorf, Hofmann.
- Frey G. (1992). Die Trainingswissenschaft und ihre Identitätsprobleme (La ciencia del entrenamiento y sus problemas de identidad). En: H. Gabler y U. Göhner (eds.). *Für einen besseren Sport* (págs. 252-263). Schorndorf, Hofmann.
- Frey G. y Hildebrandt E. (1994). *Einführung in die Trainingslehre. Teil 1: Grundlagen* (Introducción a la enseñanza del entrenamiento. Parte 1: Fundamentos). Schorndorf, Hofmann.
- Frey G. y Hildebrandt E. (1995). *Einführung in die Trainingslehre. Teil 2: Anwendungsfelder* (Introducción a la enseñanza del entrenamiento. Parte 2: Campos de aplicación). Schorndorf, Hofmann.
- Frey S. y Frenz, H. – G. (1982). Experiment und Quasi – Experiment im Feld (Experimentos y cuasi experimentos en el campo). En: J.–L. Patry (ed.). *Feldforschung* (págs. 229-258). Berna, Huber.
- Frey G. (en imprenta). Möglichkeiten und Grenzen des Beitrags der Trainingswissenschaft für den Schulsport (Posibilidades y límites de la actuación de la ciencia del deporte en el deporte escolar). En: M. Lames et al. (eds.). *Trainingswissenschaft und Schulsport*. Hamburgo, Czwalina.
- Friedmann B. (2000). Entwicklungen im Höhenttraining: Trends und Fragen (Desarrollos en el entrenamiento en altura: tendencias y preguntas). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin*, 51, 418-423.
- Fritsch W. (1990). *Handbuch für das Rennrudern* (Manual para remeros). Aquisgrán, Meyer y Meyer.
- Fröhner B. (1994). Aktuelle Computer – und Videotechnologie zur systematischen Untersuchung des technisch – taktischen Handelns im Volleyball aus individueller und mannschaftstaktischer Sicht. (Tecnología actual de ordenador y vídeo para el análisis sistemático de la acción tecnicotáctica en el voleibol desde un punto de vista individual y de táctica de equipo). *Schriftenreihe zur angewandten Trainingswissenschaft* 51, 49-67.
- Fröhner G. (1993). *Die Belastbarkeit als zentrale Größe im Nachwuchstraining* (Posibilidad de esfuerzo como magnitud central en el entrenamiento de jóvenes). Münster, Philippka.

- Fuchs M. y Reiss M. (1990). *Höhentraining* (Entrenamiento en altura). Münster, Philippka.
- Fuchs R. (1997). *Psychologie und körperliche Bewegung* (Psicología y ejercicio físico). Gotinga, Hogrefe.
- Fürst D. O. (1999). Titin, ein molekularer Gigant regiert im quergestreiften Muskel. (Titina, un gigante molecular que gobierna la musculatura estriada). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 50,218-222.
- Gabler H. (1972). *Leistungsmotivation im Hochleistungssport* (Motivación de rendimiento en el deporte de alto rendimiento). Schorndorf, Hofmann.
- Gabler H. (1999). Coaching als Betreuung im Wettkampf (Coaching como asesoramiento en la competición). En: G. Thieß y P. Tschiene (eds.). *Handbuch zur Wettkampflehre* (págs. 111-122). Aachen, Meyer y Meyer.
- Gerok W. (1990). Ordnung und Chaos als Elemente von Gesundheit und Krankheit (Orden y caos como elementos de salud y enfermedad). En: W. Gerok (ed.). *Ordnung und Chaos in der unbelebten und belebten Natur* (págs. 19-41). Stuttgart, Hirzel.
- Goldspink G. (1994). Zelluläre und molekulare Aspekte der Trainingsadaptation des Skelettmuskels (Aspectos celulares y moleculares de la adaptación al entrenamiento de los músculos del esqueleto). En: P. V. Komi (ed.). *Kraft und Schnellkraft im Sport* (págs. 213-231). Colonia, Deutscher Ärzte-Verlag.
- Gollhofer A. (1987). Komponenten der Schnellkraftleistung im Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus (Componentes del rendimiento de elasticidad en el ciclo de estiramiento y acortamiento). Erlensee, SFT-Verlag.
- Griffin L. A., Oslin J. L. y Mitchell S. A. (1995). An Analysis of Two Instructional Approaches to Teaching Net Games (Un análisis de métodos de enseñanza para los juegos de red). *Research Quarterly for Exercise and Sports* 66 (Supl.) A-64.
- Groeben N., Wahl D., Schlee J. y Scheele B. (1988). *Forschungsprogramm Subjektive Theorien. Eine Einführung in die Theorie des reflexiven Subjekts* (Programa de investigación de teorías subjetivas. Una introducción a las teorías de sujetos reflexivos). Tubinga, Francke.
- Gros H. J. y Kunkel V. (1990). Biomechanical Analysis of the Pole Vault (Análisis biomecánico del salto de pértiga). *New Studies in Athletics, Supl.* 1990, 219-260.
- Grosser M. (1991). *Schnelligkeitstraining* (Entrenamiento de velocidad). München, BLV.
- Grosser M. (1997). Trainingswissenschaftliche Aspekte zur Schnelligkeit (Aspectos científicos del entrenamiento para la velocidad). En: H. – P. Born, N. Hölting y K. Weber (eds.). *Schnelligkeit im Tennis* (págs. 20-27). Hamburgo, Edition Czwalina.

- Grosser M., Brüggemann H.-G. y Zintl F. (1986). *Leistungssteuerung in Training und Wettkampf* (Control del rendimiento en el entrenamiento y la competición). Múnich, BLV.
- Grössing St. (1997). *Einführung in die Sportdidaktik* (Introducción a la didáctica del deporte) (7ª ed.). Wiesbaden, Limpert.
- Grupe O. (1984). *Grundlagen der Sportpädagogik*. Schorndorf, Hofmann.
- Guba E.G. y Lincoln Y.S. (1989). *Fourth generation evaluation* (Evaluación de cuarta generación). Newbury Park, CA, Sage.
- Güllich A., Pitsch W., Papathanassiou V. y Emrich E. (2000). Zur Rolle von Trainingsempfehlungen im Nachwuchsleistungssport. 1. Teil: Das synthetische a priori im Leistungssport (Sobre el papel de las recomendaciones de entrenamiento en el deporte juvenil de rendimiento. Parte 1: Lo sintético a priori en el deporte de rendimiento). *Leistungssport* 30 (5), 45-52.
- Gundlach H. (1980). *Zu den Strukturmerkmalen der Leistungsfähigkeit, der Wettkampfleistung und des Trainingsinhaltes in den Schnellkraft - und Ausdauersportarten* (Sobre las características de estructura de la capacidad de rendimiento en la competición y del contenido de entrenamiento en los tipos de deporte de elasticidad y de resistencia). Disertación B. Leipzig, DHfK.
- Gutewort W. y Pöhlmann R. (1968). Biomechanik–Motorik. (Biomecánica–motricidad). 15, 595-604.
- Hase H. (1982). Einführung in die Forschungsmethoden der Sportpsychologie (Introducción a los métodos de investigación de la psicología del deporte). En: R. Ballreich, W. Baumann, H. Haase, H.. – V. Ulmer y U. Wasmund - Bodenstedt (eds.). *Trainingswissenschaft 1* (Ciencia del entrenamiento 1) (págs. 135-244). Bad Homburg, Limpert.
- Hagedorn G. (1992). Vielseitigkeit in Training und Wettkampf (Variedad en el entrenamiento y la competición). *Leistungssport* 22, 50-54.
- Hahn E. (1989). Coaching (Preparación). *Sportpsychologie* 3 (1), 5-8.
- Haken H. (1990). Synergistik. *Eine Einführung* (Sinergia. Una introducción). Berlín, Heidelberg, Springer.
- Hansen G. y Lames M. (2001). Die Qualitative Spielbeobachtung. Eine Beobachtungsvariante zur Trainings – und Wettkampfsteuerung im Spitzensport (La observación cualitativa del juego. Una variante de observación para el control del entrenamiento y la competición en los deportes de elite). *Leistungssport* 31 (1), 63-70.
- Hardman K. y Marshall J. (2000). *Worldwide Survey of the State and Status of School Physical Education* (Examen mundial del estado y las condiciones de la educación física escolar). Manchester, University of Manchester.
- Harre D. (1971; 1974; 1979). *Trainingslehre* (Enseñanza del entrenamiento). Berlín (Este), Sportverlag.

- Harre D. y Schnabel G. (1993). Zur Entstehung, zum Stand und zur weiteren Entwicklung der Trainingswissenschaft (Sobre la forma, la situación y el posterior desarrollo de la ciencia del deporte). En: D. Marten y St. Weigblt (eds.). *Trainingswissenschaft – Selbstverständnis und Forschungsansätze* (págs. 23-36). St. Augustin, Academia.
- Harsany L. y Martin M. (1986). Athlete schoolchildren: How their physical capacities develop. (Atletas escolares: cómo desarrollar sus capacidades físicas). *New Studies in Athletics* 4, 81-90.
- Hartmann J. y Tünnhmann H. (1988). *Das große Buch der Kraft* (El gran libro de la fuerza). Berlín, Sportverlag.
- Heck H. (1990). *Energiestoffwechsel und medizinische Leistungsdiagnostik* (Metabolismo de energía y diagnóstico médico de rendimiento). Schorndorf, Hofmann.
- Heck H., Hess G. y Mader A. (1985). Vergleichende Untersuchung zu verschiedenen Laktat – Schwellenkonzepten (Análisis comparativo para los diversos conceptos de los umbrales de ácido láctico). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 36, 19-25; 40-52.
- Hecker G. (1974). *Leistungsentwicklung im Sportunterricht* (Desarrollo de rendimiento en la enseñanza del deporte). (2ª ed.). Weinheim, Beltz.
- Heckhausen H. (1997). Achievement motivation and its constructs: A cognitive model (Motivación para logros y su construcción: un modelo cognitivo). *Motivation and Emotion* 1, 283-329.
- Heinemann K. (1980). Einführung in die Soziologie des Sports (Introducción a la sociología del deporte). Schorndorf, Hofmann.
- Heller K. A. (en imprenta). Theoretische Aspekte und empirische Befunde zur Hochleistungs – und Expertiseforschung unter besonderer Berücksichtigung sportlicher Talente (Aspectos teóricos y análisis empíricos para la investigación de alto rendimiento y de expertización bajo la consideración especial del talento deportivo). En: A. Hohmann, D. Wick y K. Carl (eds.). *Talent im Sport*.
- Helmke Ch. (2000). Die Zahl der Sportstunden hat sich drastisch reduziert (El número de horas de deporte se ha reducido). *Sportunterricht* 49, 122-124.
- Hempel C. G. y Oppenheim P. (1948). Studies in the Logic of Explanation (Estudios según la lógica de la explicación). *Philosophy of Science* 15, 135-175.
- Hennig E y Podzielny, S. (1994). Die Auswirkungen von Dehn und Aufwärmübungen auf die Vertikalsprungleistung (Los efectos de los ejercicios de estiramiento y calentamiento en el rendimiento del salto vertical). *Deutsche Zeitschrift für sportmedizin* 45, 253-260.

- Henrikson J. (1993). Zellulärer Stoffwechsel und Ausdauer (Metabolismo celular y resistencia). En: R. J. Shepard, P.C. Astrand (eds.). *Ausdauer im Sport* (págs. 59-72). Colonia, Deutscher Ärzte-Verlag.
- Hettinger T. (1964). *Isometrisches Muskeltraining* (Entrenamiento muscular isométrico). Stuttgart, Thieme.
- Heuer H. (1988). Motorikforschung zwischen Elfenbeinturm und Sportplatz (Investigación motriz entre la torre de marfil y el centro de deportes). En: R. Daus (eds.). *Neuere Aspekte der Motorik – Forschung* (págs. 52-69). Clausthal – Zellerfeld, dvs. Hildebrandt R. y Laging R. (1981). *Offene Konzepte im Sportunterricht* (Conceptos abiertos en la enseñanza del deporte). Bad Homburg, Limpert.
- Hildenbrandt E. (1973). Trainingslehre (Enseñanza del entrenamiento). En: O. Grupe (ed.). *Einführung in die Theorie der Leibeserziehung* (págs. 299-322). Schorndorf, Hofmann.
- Hirtz P. (1977). Struktur und Entwicklung koordinativer Leistungsvoraussetzungen bei Schulkindern (Estructura y desarrollo de las condiciones previas de rendimiento coordinativo en niños de edad escolar). *Theorie und Praxis Körperkultur* 26, 503-510.
- Hirtz P. (Red.). (1985). *Koordinative Fähigkeiten im Schulsport* (Capacidades coordinativas en el deporte escolar). Berlín, Sportverlag.
- Hirtz P. (1994). Koordinative Fähigkeiten (Capacidades coordinativas). En: G. Schnabel D. Harre y A. Borde (eds.). *Trainingswissenschaft* (págs. 137-146). Berlín, Sportverlag.
- Hirtz P. (2000). Gleichgewichtskompetenz als Konstrukt und Konzept (Competencia del equilibrio como hipótesis de trabajo y concepto). En: P. Hirtz, A. Hotz y G. Ludwig (eds.). *Gleichgewicht* (págs. 51-65). Hofmann, Schorndorf.
- Hirtz P. y Starosta, W. (1989). Zur Existenz sensibler und kritischer Perioden in der Entwicklung der Bewegungskoordination (Sobre la existencia de períodos sensibles y críticos en el desarrollo de la coordinación de movimiento). *Leistungssport* 19 (6), 11-16.
- Hoffmann J. (1993). *Vorhersage und Erkenntnis* (Predicciones y conocimiento). Göttingen, Hogrefe.
- Hohmann A. (1985). *Zur Struktur der komplexen Sportspielteistung* (Sobre la estructura del rendimiento deportivo complejo). Ahrensburg, Czwalina.
- Hohmann A. (1986). Trainingswissenschaftliche Analyse eines einjährigen Trainingsprozesses im Wasserball (Análisis científico del entrenamiento de un proceso de entrenamiento de un año en waterpolo). *Leistungssport* 16 (5), 5-10.

- Hohmann A. (1994a). *Grundlagen der Trainingssteuerung im Sportspiel* (Fundamentos del control del entrenamiento en los juegos deportivos). Hamburgo, Czwalina.
- Hohmann A. (1994b). Konzept der wissenschaftlichen Trainingsberatung (Concepto de la consulta científica del entrenamiento). En: R. Brack, A. Hohmann y H. Wieland (eds.). *Trainingssteuerung* (S: 15–29). Stuttgart, Naglschmind.
- Hohmann A. (1996). Zum langfristigen Aufbau des Taktiktrainings (Sobre la construcción a largo plazo del entrenamiento de táctica). En: S. Starischka K. Carel y J. Krug (eds.). *Schwerpunktthema «Nachwuchstraining»* (págs. 64-75). Erlensee, SFT – Verlag.
- Hohmann A. (1997a). Wettkampfdiagnostik (Diagnóstico de competición). En: G. Thieß, P. Tschiene y H. Nickel (Editores). *Der sportliche Wettkampf* (págs. 144-190). Münster, Philippka.
- Hohmann A. (1997b). Training des Apnoetauchens (Entrenamiento del buceo de apnea). En: H. J. Roggenbach (ed.). *Tauchmedizinische Fortbildung* (tomo 4, págs. 57-79). Stuttgart, Naglschmid.
- Hohmann, A. (1999a). Anwendungen – und Grundlagenorientierung in der Trainings – und Bewegungsforschung (Orientación de aplicación y fundamentos en la investigación de entrenamiento y movimiento). En: J. Wiemayer (ed.). *Forschungsmethodologische Aspekte von Motorik und Training im Espora* (págs. 37-54). Hamburgo, Czwalina.
- Hohmann A. (1999b). Feldforschung in der Trainingswissenschaft (Investigación de campo en la ciencia del entrenamiento). En: A. Hohmann, E. Wichmann y K. Carl (eds.). *Feldforschung in der Trainingswissenschaft* (págs. 13-35). Colonia, Strauß.
- Hohmann A. y Brack R. (1983). Theoretische Aspekte der Leistungsdiagnostik im Sportspiel (Aspectos teóricos del diagnóstico de rendimiento en el juego deportivo). *Leistungssport* 13 (2), 5-10
- Hohmann, A. y Carl K. (en imprenta). Zum Stand der Talentforschung im Sport (Sobre el estado de la investigación de talentos en el deporte). En: A. Hohmann D. Wick y K. Carl (eds.) *Talent im Sport*.
- Vohmann A., Daum M. y Dierks B. (1997). Zu quantitativen Kriterien der individuellen Volleyball Leistung (Sobre los criterios cuantitativos del rendimiento individual en voleibol). En: B. Hoffmann y P. Koch (eds.). *Integrative Aspekte in Theorie und Praxis der Rückschlagspiele* (págs. 109-120). Hamburgo, Czwalina.
- Hohmann A., Dierks B., Luhnenschloß D., Seidel I., Daum M., Griebisch A. y Wichmann E. (2001) *Schnelligkeit im Nachwuchsleistungssport* (Velocidad en los deportes de rendimiento juvenil) (informe incompleto). Magdeburg, lfs.

- Hohmann A. y Edelmann – Nusser J. (2001). Technische Systeme bei der Trainingssteuerung (Sistemas técnicos en el control del entrenamiento). En: A. Hummel y A. Rütten (eds.) *Handbuch Sporttechnologie* (págs. 161-173). Schorndorf, Hofmann.
- Hohmann A. y Frase R. (1992). Analysis of swimming speed and energy metabolism in competition water polo games (Análisis de la velocidad de natación y metabolismo energético en juegos de competición de waterpolo). En: D. Maclaren, T. Reilly y A. Lees (eds.). *Swimming Science VI* (págs. 313-319). Londres, E & F Spon.
- Hohmann, A. y Rütten A. (1995). Wissenschaftliche Trainingsberatung – Ein interdisziplinäres Konzept (Consejo de entrenamiento científico. Un concepto interdisciplinario). *Sportwissenschaft* 25, 137-157
- Hohmann A., Wichmann E. (2001). Die DEL – Analyse. Eine Methode zur Trainings – Wirkungs – Analyse (El análisis DEL. Un método para análisis de efecto del entrenamiento). *Sportwissenschaft* 2, 173-187
- Hohmann A., Wichmann E. y Carl K. (eds.). (1999). *Feldforschung in der Trainingswissenschaft* (Investigación de campo en la ciencia del entrenamiento). Colonia, Strauß.
- Hollmann W. (1963) *Höchst – und Dauerleistungsfähigkeit des Sportlers* (Capacidad de rendimiento de resistencia y en altura de los deportistas). München, Barth.
- Hollmann W. y Hettinger T. (1976; 2000). *Sportmedizin – Arbeits – und Trainingsgrundlagen* (Fundamentos de la medicina del deporte, del trabajo y del entrenamiento). Stuttgart, Schattauer.
- Hollmann W. Rost R., Dufaux B. y Liesen H. (1983). *Prävention und Rehabilitation von Herz - Kreislaufkrankheiten durch Körperliches Training* (Prevención y rehabilitación de las enfermedades del sistema cardiocirculatorio por medio del entrenamiento físico) (2ª ed.). Stuttgart, Hippokrates.
- Hooper S. L. y Mackinnon L. T. (1999). Monitoring regeneration in elite swimmers (Monitorización de la regeneración en nadadores de elite). En: M. Lehmann et al. (eds.). *Overload, Performance, Incompetence and Regeneration in Sport* (págs. 139-148). Nueva York, Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Hossner E. – J. (1995). *Module der Motorik – Bausteine des Bewegens* (Módulo de motricidad. Pieza básica del movimiento). Schorndorf, Hofmann.
- Hossner E. – J. y Kortmann O. (1997). Der «TeBauTe – Volleyball» – Zur Validierung eines modularen Trainingskonzeptes (El voleibol «TeBauTe». Sobre la validación de un concepto modular de entrenamiento). En: F. Dannemann (Red.). *Volleyball'96* (págs. 119-139). Hamburgo, Czwalina.

- Hossner E. – J. y Roth K. (2000). *Sportspiele vermitteln* (Intervenir en juegos deportivos). Manuscrito. Heidelberg, Issw.
- Hotz A. (1993). Lernen und Lehren – Theorie und Praxis. *Maggingen 10*, 18-22.
- Hotz A. (1997). Die Wettkampfdurchführung (La realización de la competición). En: G. Thieß, P. Tschiene y H. Nickel (eds.). *Der sportliche Wettkampf* (La competición deportiva) (págs. 112-142). Münster, Philippka.
- Howald (1985). Morphologische und funktionelle Veränderungen der Muskelfaser durch Training (Morfología y modificaciones funcionales de la fibra muscular por el entrenamiento). En: M. Bührle (ed.). *Grundlagen des Maximal – und Schnellkrafttrainings* (págs. 35-52). Schorndorf, Hofmann.
- Hume D. (1973 [1748]). *Ein Traktat über die menschliche Natur* (Un tratado sobre la naturaleza humana). (Nachdruck). Hamburgo, Meiner.
- Hummel A. (en imprenta). Trainingswissenschaft und Sportpädagogik; Geschichte, aktuelles Verhältnis und Perspektiven aus der Sicht der neuen Bundesländer (Ciencia del entrenamiento y pedagogía del deporte. Historia, comportamiento actual y perspectivas desde el punto de vista de los nuevos Länder). En: M. Lames et al. (eds.). *Trainingswissenschaft und Schulsport*. Hamburgo, Czwalina.
- Hurrelmann K. (1991). *Sozialisation und Gesundheit* (Socialización y salud) (2ª ed.). Weinheim, Juventa.
- Hurrelmann K. y Laaser U. (1993). Gesundheitswissenschaften als interdisziplinäre Herausforderung: Zur Entwicklung eines neuen Arbeitsgebietes (Ciencias de la salud como desafío interdisciplinario. Sobre el desarrollo de un nuevo ámbito de trabajo). K. Hurrelmann y U. Laaser (eds.), *Gesundheitswissenschaften* (págs. 3-25). Weinheim, Beltz.
- Huxley A. F. (1957). Muscle structure and theories of contraction (Estructura muscular y teorías sobre la contracción). *Progress in Biophysics and Biophysical Chemistry* 7, 255-318.
- Israel S. (1994). Die Auswirkungen eines Krafttrainings in Abhängigkeit von Lebensalter und Gesundheitszustand (Los efectos de un entrenamiento de fuerza en relación con la edad y el estado de salud). En: P. V. KOMI (ed.). *Kraft und Schnellkraft im Sport* (págs. 315-323). Colonia, Deutscher Ärzte-Verlag.
- Israel S. (1995). Grundprinzipien der biologischen Adaptation (Principios básicos de la adaptación biológica). En: G. Badtke (ed.). *Lehrbuch der Sportmedizin* (3ª ed., págs. 1-7). Heidelberg, Leipzig, Barth.
- Ivry R. (1993). Cerebellar involvement in the explicit representation of temporal information (Involucración del cerebelo en la representación explícita de la información temporal). En: P. Tallal, A. Galaburda, R. R. Llinas, L. von Euler (eds.). *Temporal information processing in the nervous system* (Vol. 682, págs. 214-230). Nueva York, NY, New York Academy of Science.

- Jäger K. y Oelschlägel G. (1980). *Kleine Trainingslehre Schülersport*. (Enseñanzas sencillas de entrenamiento para el deporte escolar). Sportverlag, Berlín.
- Jakowlew N.N. (1977). *Sportbiochemie* (Bioquímica deportiva). Leipzig, Barth.
- Janssen J.-P., Carl K., Schlicht W. y Wilhelm A. (eds.) (1996). *Synergetik und Systeme im Sport* (Sinergia y sistemas en el deporte). Schorndorf, Hofmann.
- Joch W. y Hasenberg, R. (1991). Lernalter und motorische Lernleistungen (Edad y rendimiento motor de aprendizaje). *Sportunterricht* 40, 216-222.
- Joch W., Hasenberg R. y Auerbach A. (1990). Zur Altersabhängigkeit motorischer Lernleistungen gibt es ein «bestes motorisches Lernalter»? (Sobre la relación de la edad con el aprendizaje del rendimiento motor. ¿Existe una «edad óptima de aprendizaje»?). *Sport praxis* 31 (5), 39-42.
- Karvonen M., Kentala K. y Mustala O. (1957). The Effects of Training on Heart Rate: A Longitudinal Study (Los efectos del entrenamiento en la frecuencia cardíaca. Un estudio longitudinal). *Annals of Medicine and Experimental Biology* 35, 307-315.
- Kaschuba W. (1989). Sportivität – Die Karriere eines neuen Leitwertes (Deportividad. La carrera de unos nuevos valores característicos). *Sportwissenschaft* 19, 154-171.
- Kavouras S. A. y Troup J. P. (1996). Growth and developmental changes in selected characteristics of elite age group swimmers (Crecimiento y cambios desarrollados en características seleccionadas en grupos de edad de la élite de la natación). En J. P. Troup, A. P. Hollander, D. Strass, S.W. Trappe. J.M. Cappaert y T.A. Trappe (eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming VII* (págs. 234-240). Londres, E & F Son.
- Keele S. W, Cohen A. e Ivry R. (1990). Motor programs: Concepts and issues (Programas motores: conceptos y cuestiones). En: M. Jeannerod (ed.). *Attention and performance XIII: Motor representation and control* (págs. 77-109). Hillsdale, NJ, Lawrence Earlbaum.
- Kemper J. (1990). *Alternde und ihre jüngeren Helfer* (Personas que envejecen y sus jóvenes ayudantes). Múnich, Basel.
- Kindermann W., Simon G. y J. Keul (1978). Dauertraining – Ermittlung der optimalen Trainings – herzfrequenz und Leistungsfähigkeit (Entrenamiento de resistencia. Comprobación de la frecuencia cardíaca óptima de entrenamiento y la capacidad de rendimiento). *Leistungssport* 8 (1), 34-39.
- Kindermann W. y Urhausen A. (1999). *Plötzlicher Herztod beim Sport* (Muerte cardíaca repentina en el deporte). Colonia, Strauß.
- Klee A. (1994). *Haltung, muskuläre Balance und Training* (Posición, balance muscular y entrenamiento). Frankfurt/M, Deutsch.
- Kleiber D. y Filsinger D. (eds.), (1989). *Altern – bewältigen und helfen* (Edad. Superar y ayudar). Heidelberg, Asanger.

- Knoll K. (1999). *Entwicklung von biomechanischen Messplätzen und Optimierung der Sporttechnik im Kunstturnen* (Desarrollo de puestos biomecánicos de medición y optimización de la técnica deportiva en la gimnasia artística). Colonia, Strauß.
- Knuttgen H. G. y Komi P. V. (1994). Basale Definitionen der muskulären Aktivität (Definiciones básicas de la actividad muscular). En: P. V. Komi (ed.). *Kraft und Schnellkraft im Sport* (págs. 15-16). Colonia, Deutscher Ärzte-Verlag.
- Koch P. (1997). Sportartübergreifende Ausbildung spezifischer koordinativer Fähigkeiten in den Individual – Rückschlagspielen (Información extendida para cada tipo de deporte de las capacidades específicas y coordinativas en juegos individuales de deportes de contragolpe). En: P. Hoffmann y P. Koch (eds.). *Integrative Aspekte in Theorie und Praxis der Rückschlagspiele* (págs. 25-39). Hamburgo, Czwalina.
- Kolb M. (2000). «Bewegtes Altern»: Perspektiven einer Sportgeragogik («Personas mayores que se mueven»). Perspectivas de una gerontología del deporte). *Sportwissenschaft* 30, 68-81.
- Komi P. V. y Häkkinen K. (1989). Maximalkraft und Schnellkraft (Fuerza máxima y elasticidad). En: A. Dirix et al. (eds.). *Olympia Buch der Sportmedizin* (págs. 157-167). Colonia, Deutscher Ärzte-Verlag.
- Konzag G. (1981). Zur Bedeutung und Diagnostik der Distribution und Konzentration der Aufmerksamkeit von Sportspielern (Sobre el significado y el diagnóstico de la distribución y concentración de la atención de los jugadores deportivos). En: H. Schellenberger (Drtror.). *Psychologie im Sportspiel* (págs. 36-59). Berlín (Este), Sportverlag.
- Konzag G. y Konzag I. (1978). *Übungsformen für die Sportspiele* (Formas de ejercicios para los juegos deportivos). Berlín (Este), Sportverlag.
- Konzag G. y Konzag I. (1981). Kognitive Funktionen in der psychischen Regulation sportlicher Spielhandlungen und Folgerungen für den Ausbildungsprozess (Funciones cognitivas en la regulación psíquica de las acciones de juego deportivo y consecuencias para los procesos de enseñanza). En: H. Schellenberger (Drtror.). *Psychologie im Sportspiel* (págs. 15-35). Berlín (Este), Sportverlag.
- Kordes H. (1983). Evaluation in Curriculumprozessen (Evaluación en los procesos de *curriculum*). En: U. Hameyer, K. Frey y H. Kraft (eds.). *Handbuch der Curriculumforschung* (págs. 267-301). Weinheim, Beltz.
- Kovar R. (1981). *Human Variation in Motor Abilities and its Genetic Analysis* (Variación de las habilidades motrices del hombre y su análisis genético). Praga. Faculty of Physical Education and Sport.

- Krampe R. T., Kliegl R., Mayr. U., Engbert R. y Vorberg D. (2000a). The Fast and the Slow of Skilled Bimanual Rhythm Production: Parallel versus Integrated Timing (La velocidad y la lentitud de la habilidad bimanual en la producción de ritmo. *Timing* en paralelo frente a *timing* integrado). *Journal of Experimental Psychology: Human Perception und Performance* 26, 206-233.
- Krampe R. T., Engbert R., Kliegl R. y Kurths J. (2000b). Koordination und Synchronisation der Hände beim rhythmischen Timing (Coordinación y sincronización de las manos en el *timing* rítmico). En: K. Müller y G. Aschersleben (eds.). *Rhythmus, ein interdisziplinäres Handbuch* (págs. 163-181). Berna, Huber.
- Kröger C. y Rom K. (1999). *Ballschule. Ein ABC für Spielanfänger* (Escuela de juegos de pelota. Un ABC para principiantes). Schorndorf, Hofmann.
- Krug J. (1992). Messplätze. Messplatztraining, cp-Training (Puestos de medición. Entrenamiento en puestos de medición. Entrenamiento cp). En: Institut Für Angewandte Trainingswissenschaft (ed.). *Messplätze für moderne Trainingskonzeptionen des Spitzensports* (págs. 4-14). Leipzig: IAT.
- Krug J., Carl K., Hartmann U., Hohmann A y Starischka S. (1998). Training im Alterssport aus der Sicht der Trainingswissen (Entrenamiento en deporte para mayores desde el punto de vista de los conocimientos del entrenamiento). En: H. Mechling (ed.). *Training im Alterssport* (págs. 200-215). Schorndorf, Hofmann.
- Krug J. y Minow H.-J. (Editores) (1995). *Sportliche Leistung und Training* (Rendimiento deportivo y entrenamiento). St. Augustin, Academia.
- Küchler J. y Leopold H. (2000). Ergebnisse der Wettkampfbeobachtung bei den XXV. Schwimmeuropameisterschaften vom 03–09.07.2000 in Helsinki (Resultados de la observación de competiciones en los XXV campeonatos de Europa de natación, desde el 03 al 09 – 07 – 2000 en Helsinki). En: W. Freitag (ed./red.). *Schwimmen Lernen und Optimieren* (Tomo 18, págs. 145-159). Rüsselheim, Selbstverlag.
- Küssner G. *Trendsportarten im Sportunterricht– Konzeption, Implementation und quasi – experimentelle Wirkungskreisanalyse eines Unterrichtsmoduls «Beachvolleyball»* (Tipos de deporte de moda y enseñanza del deporte. Concepciones, implementación y análisis de efectividad cuasi experimentales de un módulo de enseñanza de «voleyplaya»). Unv. Disertación. Rostock, Universität Rostock.
- Küssner G. y Lames M. Quasi experimentelle Studie zur Vermittlung von Beach – Volleyball an der Schule (Estudios cuasi experimentales para la intervención en el voleyplaya en la escuela). En: M. Lames et al. (ed.). *Trainingswissenschaft und Schulsport*. Hamburgo, Czwalina.
- Kuhl J. (1983). *Motivation. Konflikt und Handlungskontrolle* (Motivación. Conflicto y control de acciones). Heidelberg, Springer.

- Kuhl (1994). A theory of action and state orientations (Una teoría de la acción y el estado de la orientación). En: J. Kuhl y J. Beckmann (eds.). *Volition and Personality. Action Versus State Orientation* (págs. 946). Seattle, Hogrefe & Huber.
- Kuhlow A. (1975). Kugelstoss Maenner. Wettkampfanalyse – Olympische Spiele Muenchen 1972 (Lanzadores de peso masculinos. Análisis de competición. Juegos Olímpicos de Múnich 1972). En: R. Ballreich y A. Kuhlow (eds.). *Beitraege zur Biomechanik des Sports* (págs. 110-133). Schorndorf, Hofmann.
- Kupper K. (1990). Reflexionen zu Eignung Begabung Talent (Reflexiones sobre la aptitud, dones y talento). *Wissenschaftliche Zeitschrift der Fakultät für Sportwissenschaft der Universität Leipzig*, 31, 185-203.
- Kupper K. (1993). Theorie und Methodologie der Talenterkennung im Sport (Teoría y metodología en el reconocimiento del talento en el deporte). En: *Beihefte zu den Leipziger Sportwissenschaftlichen Beiträgen*, 5, 2-24.
- Kurz D. (1978). Zur Bedeutung der Trainingswissenschaft für den Sport in der Schule (Sobre el significado de la ciencia del entrenamiento para el deporte en la escuela). *Sportwissenschaft* 8, 125-141.
- Kurz D. (1990). *Elemente des Schulsports* (Elementos de deporte escolar) (3ª ed.). Schorndorf, Hofmann.
- Laaser U. y Hurrelmann K. (1998). Gesundheitsförderung und Krankheitsprävention (Exigencias de salud y prevención de enfermedades). En: K. Hurrelmann y U. Laaser (Editores). *Handbuch Gesundheitswissenschaften* (págs. 395-424). Weinheim, Juventa.
- Lames M. (1991). *Leistungsdiagnostik durch Computersimulation* (Diagnóstico de entrenamientos a través de simulación en ordenador). Frankfurt/M., Deutsch.
- Lames M. (1992a). Synergetik als Konzept in der Sportmotorik (Sinergia como concepto de la motricidad deportiva). *Sportpsychologie* 6 (3), 12-18.
- Lames M. (1992b). Zum Problem der Stabilität von Wettkampfverhalten im Sportspiel Tennis (Sobre el problema de la estabilidad del comportamiento en competición en el juego del tenis). En: G. Hagedorn y N. Heymen (eds.). *Methodologie der Sportspielforschung* (págs. 31-41). Ahrensburg, Czwalina.
- Lames M. (1994a). Zeitreihenanalyse in der Trainingswissenschaft. (Análisis de series temporales en la ciencia del entrenamiento). *Spectrum der Sportwissenschaften* 6 (1), 27-50.
- Lames M. (1994b). *Systematische Spielbeobachtung* (Observación sistemática de juego). Münster, Philippka.
- Lames M. (1996a). Aussagen der allgemeinen Wissenschaftstheorie für die Sport – und Trainingswissenschaft (Explicaciones de las teorías generales científicas para la ciencia deportiva y de entrenamiento). En: H. – A. Thorhauer, K.

- Carl y U. Türck - Noack (eds.). *Trainingswissenschaft – Theoretische und methodische Fragen in der Diskussion* (págs. 46-50). Colonia, Strauß.
- Lames M. (1996b). Die komplexe sportliche Leistung. Ein nichtlineares dynamisches System (El rendimiento deportivo complejo. Un sistema dinámico no lineal). En: J. P. Janssen, K. Carl, W. Schlicht y A. Wilhelm (eds.). *Synergetik und Systeme im Sport* (págs. 179-197). Schorndorf, Hofmann.
- Lames M (1997). Zeitreihenanalyse: Anwendungen in der Trainingswissenschaft (Análisis de series temporales. Aplicaciones en la ciencia del entrenamiento). En: J. Krug (Red.). *Zeitreihenanalyse und «multiple statistische Verfahren» in der Trainingswissenschaft* (págs. 45 – 57). Colonia, Sttauß.
- Lames M. (1999a). Evaluationsforschung in der Trainingswissenschaft (Investigación de evaluación en la ciencia del entrenamiento). En: A. Hohmann, E. Wichmann y K. Carl (eds.). *Feldforschung in der Trainingswissenschaft* (págs. 49-64). Colonia, Strauß.
- Lames M. (1999b). Fußball – Ein Chaosspiel? (Fútbol ¿un juego caótico?). En: J. – P. Janssen, A. Wilhelm y M. Wegner (eds.). *Empirische Forschung im Sportspiel* (Investigación empírica en el juego deportivo) (págs. 141-156). Kiel, Universität Kiel.
- Lames M. (1999c). Harald goes to work by bike. Measuring the effectiveness of a physical activity as health behavior by a single – case time – series analysis (Harald va a trabajar con la bicicleta. Midiendo la eficacia de una actividad física en los aspectos de la salud a través de un análisis sencillo de series temporales). En: R. Seiler (ed.). *European Yearbook of Sport Psychology* (págs. 38-57). St. Augustin, Academia.
- Lames M. (2000). Recent improvements of performance in men's track and field endurance disciplines (Recientes mejoras en los resultados de las disciplinas de resistencia masculinas de atletismo en pista y en campo). En: J. Avela, P. Komi y J. Komulainen (eds.). *Proceedings of the 5th Annual Congress of the European College of Sports Science* (pág. 422). Jyväskylä, Likes.
- Lames M. Der pragmatische Entschluss – Der Zweck als konstitutives Element der Modellbildung am Beispiel Sportspielbeobachtung (La decisión pragmática. El objetivo como elemento constituyente de la creación de modelo como ejemplo de la observación de juegos deportivos). En: J. PERL (ed.). *Sport und Informatik VII*. Colonia, Strauß.
- Lames M. y Hohmann A. (1997). Zur Leistungsrelevanz von Spielhandlungen im Volleyball (Sobre la relevancia del rendimiento en las acciones de juego del voleibol). En: B. Hoffmann y P. Koch (eds.). *Integrative Aspekte in Theorie und Praxis der Rückschlagspiele* (págs. 121–128). Hamburgo, Czwalina.
- Lames M., Hohmann A., Dierks B., Daum M., Fröhner, B., Seidel I. y Wichmann E. (1997). Top oder Flop: Die Erfassung der Spilleistung in den

- Mannschaftssportspielen (Exito o desastre. La comprensión del rendimiento de juego en los deportes de equipo). En: E. – J. Hossner y K. Roth (eds.). *Sport – Spiel – Forschung* (págs. 101-117). Hamburgo: Czwalina.
- Lames M. y Kolb M. (1997). *Gesund & Bewegt– Gesundheitsförderung in Sportverein* (Salud y ejercicio. Exigencias de salud en las asociaciones deportivas). St Augustin, Academia.
- Lames M. y Tattermusch, U. (1991). Zeitreihenanalytische Bestimmung der Stabilität taktischer Verhaltensweisen in Sportspielen am Beispiel Tennis (Determinación de análisis de series temporales de la estabilidad de los modos de comportamiento tácticos en los juegos deportivos, tomando como ejemplo el tenis). En: R. Daus y N. Oliver (eds.). *Sportliche Bewegung und Motorik unter Belastung* (págs. 170-175). Clausthal – Zellerfeld, dvs.
- Lames M. y Vogt M. (eds.) (1999). *Gewaltprävention durch Sport* (Prevención de la violencia por medio del deporte) (= Zeitschrift für Erlebnispädagogik, 19, Número 2). Lüneburg, Edition erlebnispädagogik.
- Lander H. J., Huth M. y Schack T. (1996). Die Abschätzung von Interventionseffekten mittels einer linearen Prä – Posttest – Analyse (La apreciación de los efectos de intervención por medio de un análisis lineal de test prepost). En: J. KRUG (Red.), *Zeitreihenanalyse und «multiple statistische Verfahren» in der Trainingswissenschaft* (págs. 59-84). Colonia, Strauß.
- Langhoff G. (1994). Zum zweckmäßigen Anwendung technisch – taktischer Leitbilder im Handballsport (Sobre la aplicación adecuada del modelo técnico-táctico en el deporte de balonmano). En: R. Brack, A. Hohmann y H. Wieland (eds.). *Trainingssteuerung. Konzeptionelle und trainingsmethodische Aspekte* (págs. 243-247). Stuttgart Naglschmid.
- Laucken U. (1989). Über ordentliches Denken (Sobre el pensamiento metódico). En: R. Daus y cols. (eds.). *Motorikforschung aktuell* (págs. 124-134). Clausthal – Zelleifeld, dvs.
- Lehmann F. (1997). Ansätze zur Effektivierung der Eignungsdiagnostik im Sprint (Planteamientos sobre la efectividad del diagnóstico de aptitud en el *sprint*). En: W. Joch y K. Wohlgefahrt (eds.). *Leichtathletik im Spannungsfeld von Tradition und Wandel* (págs. 67-78). Hamburgo, Edition Czwalina.
- Lehmann M., Foster C., Gastmann U., Keizer U. y Steinacker J. M. (eds.). (1999). *Overload, Performance incompetence, and Regeneration in Sport* (Sobrecarga, incompetencia de resultados y regeneración en el deporte). Nueva York, Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Lehmann M., Foster C. y Keul J. (1993). Overtraining in Endurance Athlets (Sobreentrenamiento en atletas de resistencia). *Medicine and Science in Sports arid Exercise* 25, 854-862.

- Letzelter H. y Engel K. (1980). Zur Bewegungspräzision von Volleyballspielern unterschiedlicher Leistungshöhe (Sobre la precisión de los jugadores de voleibol en las distintas alturas de rendimiento). *Leistungssport* 10, 224-229.
- Letzelter H. y Letzelter M. (1979). Zur Aussagekraft von Konditionstests: Der «allgemeine Konditionstest von Nordrhein – Westfalen». (Sobre el valor informativo del test de condición. El test general de condición de Nordrhein–Westfalen). *Sportunterricht* 28, 13 – 21.
- Letzelter H. y Letzelter M. (1982a). Die Struktur sportlicher Leistungen als Gegenstand der Leistungsdiagnostik in der Trainingswissenschaft (La estructura de los rendimientos deportivos como objeto de diagnóstico de rendimiento en la ciencia del entrenamiento). *Leistungssport* 12, 351-361.
- Letzelter H. y Letzelter M. (1982b). Zur Aussagekraft von Konditionstests: Der «Fitness – Test» von Bayern (Sobre el valor informativo del test de condición. El «test de fitness» de Baviera). *Sportunterricht* 31, 205-212.
- Letzelter H. y Letzelter M. (1984). Methodologische Barrieren einer wissenschaftlichen Trainingsberatung im Sportspiel (Barreras metodológicas para una consulta de entrenamiento científico en el juego del deporte). En: R. Andresen y G. Hagedorn (eds.). *Steuerung des Sportspiels in Training und Wettkampf* (págs. 27–48). Ahrensburg, Czwalina.
- Letzelter H. y Letzelter M. (1986). Krafttraining. *Theorie – Methoden – Praxis* (Entrenamiento de fuerza. Teoría, métodos, práctica). Reinbek, Rowohlt.
- Letzelter M. (1978). *Trainingsgrundlagen* (Fundamentos del entrenamiento). Reinbek, Rowohlt.
- Letzelter M. (1981) Belastung und Erholung im Sportunterricht (Esfuerzo y descanso en la enseñanza del deporte). *Sportpraxis* 1, 1-13, 2, 25-26, 3, 49-50, 4, 71-72.
- Letzelter M. (1981b). Der Beitrag der Trainingswissenschaft zur Theorie des sportlichen Talents (La contribución de la ciencia del entrenamiento para la teoría del talento deportivo). En: D. Augustin y N. Müller (Editores). *Leichtathletiktraining im Spannungsfeld von Wissenschaft und Praxis* (págs. 38-52). Niedernhausen, Schors.
- Letzelter M. (1986). Grenzen der Aussagekraft experimenteller Befunde für die Trainingspraxis (Límites del valor informativo de los análisis experimentales para la práctica del entrenamiento). En: H. Letzelter W. Steinmann y W. Freitag (Redact.). *Angewandte Sportwissenschaft* (5,104-114). Clausthal – Zellerfeld, dvs.
- Letzelter M., Letzelter S. y Fuchs P. (2000). Prioritätenkatalog der Sprintfähigkeiten in der Weltklasse (Catálogo de prioridades de la capacidad de *sprint* de la elite mundial). *Leistungssport* 30, 6, 56-62.
- Lienert G. A., Raatz U. (1998). *Testaufbau und Testanalyse* (Creación y análisis de test). Weinheim, Beltz.

- Liesen H. (1983). Training konditioneller Fähigkeiten in der Vorbereitungsperiode. (Entrenamiento de capacidades condicionales en el período de preparación para el entrenamiento en fútbol). *Fußballtraining* 1 (3),11-14.
- Liesen H. y Hillmann W. (1985). Neue Wege zu besserem Hockeytraining (Nuevos caminos para un mejor entrenamiento de hockey). *Deutsche Hockeytraining*. Parte 3ª. *Deutsche Hockeyzeitung* 38, 9, 6-7.
- Lippens V. (1988). Wenn sich Ruderer die Karten legen! Methoden und Möglichkeiten der Fehlerkorrektur unter besonderer Berücksichtigung der Innensicht (¿Cuando los remeros echan las cartas! Métodos y posibilidades de corrección de fallos bajo condiciones especiales desde un punto de vista personal). *Leistungssport* 18 (6), 27-32.
- Lippens V. (1997). *Auf dem Weg zu einer pädagogischen Bewegungslehre* (En la senda de una enseñanza pedagógica del ejercicio). Colonia, Strauß.
- Ljach W. I. (1998). Kinderhochleistungssport in Russland (Deporte infantil de alto rendimiento en Rusia). En: R. Daus, E. Emrich y C. Igel (eds.). *Kinder und Jugendliche im Leistungssport* (págs. 203-216). Schorndorf, Hofmann.
- Loibl J. (1994). Genetisches Lehren und Lernen im Sportspiel aus wahrnehmungstheoretischer Sicht (Enseñanza y aprendizaje genético en los juegos deportivos desde un punto de vista teórico de percepción). En: G. Hagerdon, N. Heymen y F. Borkenhagen (eds.). *Sportspiele – Konstanz und Wandel* (págs. 57-69). Ahrensburg, Czwalina.
- Lühnenschloss D. (1995). Wesen, Merkmale und Funktionen sportlicher Wettkämpfe (Esencia, características y funciones de las competiciones deportivas). *Leistungssport* 25 (1), 6-11.
- Martin D. (1980). *Grundlagen der Trainingslehre. Teil III: Die Steuerung des Trainingsprozesse* (Fundamentos de la enseñanza del entrenamiento. Parte III: El control del proceso de entrenamiento). Schorndorf, Hofmann.
- Martin D. (1991). Merkmale einer trainingswissenschaftlichen Theorie des Techniktrainings (Características de una teoría científica del entrenamiento de técnica). En: R. Daus et al. (eds.). *Sportmotorisches Lernen und Techniktraining* (Tomo I, págs. 53-77). Hofmann, Schorndorf.
- Martin D. (1993). Zum Selbstverständnis der Trainingswissenschaft (Sobre el aprendizaje de la ciencia del entrenamiento). En: D. Marten y S. T. Weigelt (eds.). *Trainingswissenschaft – Selbstverständnis und Forschungsansätze* (págs. 9-22). St. Augustin, Academia.
- Martin D. (1999). Prozeßbegleitende Trainings – und Wettkampfforschung mit wissenschaftsorientierter Betreuung im Spitzensport (Investigación de competición y entrenamiento de procesos con cuidados orientados científicamente a la ciencia del deporte de alta competición). En: A. Hohmann, K. Carl y E. Wichmann, (eds.). *Feldforschung in der Trainingswissenschaft* (págs. 36-48). Colonia, Strauß.

- Martin D., Carl K. y Lehnertz K. (1991). *Handbuch Trainingslehre* En castellano: *manual de metodología del entrenamiento deportivo*, Barcelona, Paidotribo, 2001. Schorndorf, Hofmann.
- Martin D., Nicolaus J., Ostrowski C. y Rost K. (1999). *Handbuch Kinder – und Jugendtraining* En castellano: *Metodología general del entrenamiento infantil y juvenil*, Barcelona, Paidotribo, 2004. Schorndorf, Hofmann.
- Martin D. y Weigelt St. (eds.) (1993). *Trainingswissenschaft – Selbstverständnis und Forschungsansätze* (Ciencia del entrenamiento. Autoentendimiento y planteamientos de investigación). St. Augustin, Academia.
- Matsudo V. K. R. (1996). Prediction of Future Athletic Excellence (Predicción de excelencia en futuros atletas). En: O. BAR – OR (ed.). *The Child and Adolescent Athlete* (págs. 92-109). Oxford, Blackwell Science.
- Matwejew L. P. (1981). *Grundlagen des sportlichen Trainings* (Fundamentos del entrenamiento deportivo). Berlín, Sportverlag.
- Maxeiner J. (1989). *Wahrnehmung, Gedächtnis und Aufmerksamkeit im Sport* (Apreciación, memoria y atención en el deporte). Schorndorf, Hofmann.
- Mayer K. – U. y Baltes P. B. (eds.) (1996). *Die Berliner Altersstudie* (El estudio de personas mayores de Berlín). Berlín. Mayring P. (1993). *Qualitative Inhaltsanalyse* (2ª ed.). Weinheim, Beltz.
- Mechling H. (ed.) (1998). *Training im Alterssport* (Entrenamiento en el deporte de mayores). Schorndorf, Hofmann.
- Mechling H. y Effenberg A.O. (1998). Perspektiven der Audiomotorik (Perspectivas de la audiomotricidad). *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge*, 39, 51-76.
- Mechling H. y Effenberg A. O. (1999). *Bewegungslehre – Bewegungswissenschaft* (Enseñanza del movimiento. Ciencia del movimiento). En: W. Günzel y R. Laging (eds.). *Neues Taschenbuch des Sportunterrichts* (págs. 45-77). Hohengehren, Schneider.
- Meinel K. (1960). *Bewegungslehre* (Enseñanza del movimiento). Berlín, Volk und Wissen.
- Meinel K. y Schnabel G. (1977). *Bewegungslehre* (Enseñanza del movimiento). (2ª ed.). Berlín, Volk und Wissen.
- Mellerowicz H. y Meller W. (1972). *Training. Biologische und medizinische Grundlagen und Prinzipien des Trainings* (Entrenamiento. Fundamentos biológicos y médicos y principios del entrenamiento). Berlín, Springer.
- Memmert D. y Roth K. (2000). *Diagnostik taktischer Leistungskomponenten: Spieltestsituationen und konzeptorientierte Expertenratings* (Componentes tácticos de diagnósticos de rendimiento. Situaciones de tests de juego y evaluación conceptual de los expertos). Manuscrito. Heidelberg, ISSW.
- Mendoza L. y Schöllhorn W. (1991). *Biomechanische Technikanalyse und bio-*

- mechanisch gestütztes Techniktraining (Análisis técnico biomecánico y entrenamiento técnico apoyado biomecánicamente). En: R. Daug, H. Mechling, K. Buschke y N. Olivier (eds.). *Sportmotorisches Lernen und Techniktraining* (págs. 11-15). Schorndorf, Hofmann.
- Messing M. y Lames M. (1991). Die komplexe sportliche Leistung aus systemtheoretischer Sicht (El rendimiento deportivo complejo desde un punto de vista teórico sistemático). *Leipziger Sportwissenschaftliche Beiträge* (antes Revista Científica de la Escuela Superior Alemana para la Cultura Física (DHfK)), 32 (1), 69-89.
- Mester J. y Perl J. (2000). Grenzen der Anpassungs – und Leistungsfähigkeit des Menschen aus systemischer Sicht (Límites de la capacidad de ajuste y de rendimiento humano desde un punto de vista sistemático). *Zeitreihenanalysen und ein informatisches Metamodell zur Untersuchung physiologischer Adaptationsprozesse. Leistungssport*, 30, 1, 43-51.
- Mrazek J. (1986). Psyche, Gesundheit und Sport - Zur subjektiven Wahrnehmung des Gesundheitsversprechens durch den Sport (Psique, Salud y deporte. Sobre la percepción subjetiva de las expectativas de salud por medio del deporte). En: E. Franke (ed.). *Sport und Gesundheit* (págs. 86-97). Reinbek, Rowohlt.
- Müller H. y Loosch E. (1999). Functional variability and an equifinal path of movement during targeted throwing (Variabilidad funcional y trayectoria equifinal del movimiento durante el lanzamiento). *Journal of Human Movement Studies* 36, 3, 103-126.
- Mujika I., Busso T., Geassant A., Chatard J. C., Lacoste L. y Barale F. (1996). Modelling the Effects of Training in Competitive Swimming (Modelización de los efectos del entrenamiento en la natación de competición). En: I. P. Troup, A. P. Hollander, D. Strass, S. W. Trappe, J. M. Cappaert y T. A. Trappe (eds.). *Biomechanics and Medicine in Swimming VII* (págs. 221-228). Londres: E & F Son.
- Mundy–Castle A. C. y Sugarman L. (1960). Factors influencing relations between tapping speed and alpha rhythm. *Electroenc. Clin. Neurophysiology* 12, 895-904.
- Neisser U. (1979). *Kognition und Wirklichkeit* (Cognición y realidad). Stuttgart, Kohlhammer.
- Nett T. (1964). *Das Training des Leichtathleten. Hürdenlauf, Sprung, Wurf, Mehrkampf* (El entrenamiento del atletismo. Carrera de vallas, salto, lanzamiento, lucha). Berlín. Bartels & Wemitz.
- Neumaier A. (1988). *Bewegungsbeobachtung und Bewegungsbeurteilung* (Observación y enjuiciamiento del movimiento). St. Augustin, Academia.
- Neumaier A. (1999). *Koordinatives Anforderungsprofil und Koordi-*

- nationstraining* (Perfil coordinativo de exigencia y entrenamiento de coordinación). Colonia, Strauß.
- Neumaier A. y Mechling H. (1994). Taugt das Konzept der «koordinativen Fähigkeiten» als Grundlage für sportartspezifisches Koordinationstraining? (¿Sirve el concepto de «capacidades coordinativas» como fundamento para el entrenamiento de coordinación específico de cada tipo de deporte). En: P. Blaser, K. Witte y CH. Stucke (eds.). *Steuer – und Regelungsvorgänge der menschlichen Motorik* (págs. 207-212). St. Augustin, Academia.
- Neumaier A. y Mechling H. (1995). Allgemeines oder sportartspezifische Koordinationstraining? Ein Strukturierungsvorschlag zur Analyse und zum Training spezieller koordinativer Leistungsvoraussetzungen (¿Entrenamiento de coordinación general o específico para cada deporte? Una propuesta de estructuración para el análisis y el entrenamiento de las condiciones previas de rendimiento coordinativas especiales). *Leistungssport* 25 (5), 14-18.
- Neumann G. (1993). Zum zeitlichen Ablauf der Anpassung, beim Ausdauertraining (Sobre la evolución temporal del ajuste en el caso de entrenamiento de resistencia). En: *Leistungssport* 23, 5, 9-14.
- Neumann G., Pfütznner A. y Berbalk A. (1998). *Optimiertes Ausdauertraining* (Entrenamiento de resistencia optimizado). Aquisgrán Meyer & Meyer.
- Neumann O. (1992). Theorien der Aufmerksamkeit: von Metaphern zu Mechanismen (Teorías de la atención. De las metáforas a los mecanismos). *Psychologische Rundschau*, 43, 83-101.
- Nitsch J. R. y Allmer H. (1976). Untersuchung zur Motivations – und Beanspruchungslage bei Handballspielen (Análisis de las situaciones de motivación y resistencia en el juego de voleibol). En: J. Nitsch y I. Udris (eds.). *Beanspruchung im Sport* (págs. 160-183). Francfort, Limpert.
- Nitsch J. R. y Munzert J. (1997a). Handlungstheoretische Aspekte des Techniktraining – Ansätze zu einem integrativen Modell (Aspectos teóricos de la acción del entrenamiento de técnica. Planteamientos para un modelo integrador). En: J.R. Nitsch et al. (eds.) *Techniktraining* (págs. 109-172). Hofmann, Schorndorf.
- Nitsch J. R. y Munzert J. (1997b). Theoretische Probleme der Bewegungsorganisation (Problemas teóricos de la organización del movimiento). En: J. R. Nitsch et al. (eds.). *Techniktraining* (págs. 50-71). Hofmann, Schorndorf.
- Nitsch J. R. y Neumaier A. (1997). Interdisziplinäres Grundverständnis von Training und Techniktraining (Entendimiento básico interdisciplinario de entrenamiento y entrenamiento técnico). En: J. R. Nitsch et al. (eds.). *Techniktraining* (págs. 37-49). Hofmann, Schorndorf. En cas-

- tellano: *Entrenamiento de la técnica. Contribuciones para un enfoque interdisciplinario*. Barcelona, Paidotribo, 2002
- Nöcker J. (1970). *Die biologischen Grundlagen der Leistungssteigerung durch Training* (Los fundamentos biológicos de la elevación del rendimiento por medio del entrenamiento). Schorndorf, Hofmann.
- Noth J. (1994). Die motorischen Einheiten (Las unidades motrices). En: P. V. Komi (ed.). *Kraft und Schnellkraft im Sport* (págs. 33-40). Colonia, Deutscher Ärzte – Verlag.
- Olivier N. (1996). *Techniktraining unter konditioneller Belastung*. (Entrenamiento técnico bajo carga condicional). Schorndorf, Hofmann.
- Pach M. (1991). *Empirische Untersuchung zur Abgrenzung verschiedener Kraftausdauerfähigkeiten* (Análisis empírico para la delimitación de las distintas capacidades de resistencia de fuerza). Disertación en la Universidad de Múnich, TU Múnich.
- Patry J. – L. (1982). Feldforschung – Laborforschung (Investigación de campo. Investigación de laboratorio). En: J. L. Patry (ed.). *Feldforschung* (págs. 17-42). Berna, Huber.
- Pauer T. (1996). Zur Entwicklung der Allgemeinmotorik bei leistungssportlich trainierenden Jugendlichen (Sobre el desarrollo de la motricidad general en el entrenamiento juvenil de deportes de rendimiento). En: H. Simons (Red.). *Sportwissenschaft und Sportlehrerausbildung* (págs. 54-75). Freiburg, Institut für Sport und Sportwissenschaft.
- Pawlik K. (1969). Modell – und Praxisdimensionen psychologischer Diagnostik (Dimensiones de modelo y de práctica del diagnóstico psicológico). En: K. Pawlik (ed.). *Diagnose der Diagnostik* (págs. 13-43). Stuttgart, Klett – Cotta.
- Pechtl V., Ostrowski C. y Klose S. (1993). Positionen zur Erarbeitung bundeseinheitlicher Kaderkriterien (Posiciones para la unificación de los criterios federales en la formación de cuadros). En: DSB/BAL (eds.). *Beiträge zur Förderung im Nachwuchsleistungssport* (págs. 7-30). Francfort/M., DSB.
- Peiper U. (1996). Muskulatur (Musculatura). En: R. Klinke y S. Silbernagl (eds.). *Lehrbuch der Physiologie* (págs. 79-104). Stuttgart, Nueva York, Thieme.
- Perl J. y Uthmann T. (1981). Optimierung von Strategien in 2-Personen-Sportspielen (Optimización de estrategias para juegos deportivos entre dos personas). *Methods of Operations Research* 44, 399-408.
- Perl J. y Uthmann T. (1987). Zur Entwicklung dynamischer Strategien in Rückschlagspielen (Sobre el desarrollo de las estrategias dinámicas en los juegos de contragolpe). *Sportwissenschaft* 17, 307-316.
- Perrez M. (1991). Wissenschaftstheoretische Grundbegriffe der klinisch – psychologischen Interventionsforschung (Términos básicos teóricos de la ciencia de la investigación de intervención clinicopsicológica). En: M. Perrez

- y U. Baumann (eds.). *Klinische Psychologie*. Tomo II: Intervention. (págs. 51-63). Berna, Huber.
- Perrez M. y Patry J. L. (1982). Nomologisches Wissen, technologisches Wissen. Tatsachenwissen – drei Ziele sozialwissenschaftlicher Forschung (Saber nomológico, saber tecnológico y el saber de la realidad: tres metas de investigación científica social). En: J. L. Patry (ed.) *Feldforschung* (págs. 45-66). Berna, Huber.
- Petermann F. (1978). *Veränderungsmessung* (Medida de las modificaciones). Stuttgart, Kohlhammer.
- Philipp M. (1999). Einsatz - Training versus Mehrsatz – Training (Entrenamiento de una fase versus entrenamiento de varias fases). *Leistungssport* 29 (4), 27-34.
- Popper K. (1971). *Logik der Forschung*. Tubinga, Mohr.
- Raab M. (1999). Taktiklernen im Sportspiel (Aprendizaje táctico en los juegos deportivos). En: J. Krug y C. Hartmann (eds.). *Praxisorientierte Bewegungslehre als ungewandte Sportmotorik* (págs. 93-99). St. Augustin, Academia.
- Radlinger L., Bachmann W., Homburg J., Leuenberger U y Thaddey G. (1998). *Rehabilitative Trainingslehre* (Enseñanza de entrenamiento rehabilitador). Stuttgart, Nueva York, Thieme.
- Reilly T., Bangsbo J. y Franks A. (2000). Anthropometric and physiological predispositions for elite soccer (Predisposición antropométrica y fisiológica en futbolistas de elite). *Journal of Sport Sciences* 18, 669-683.
- Reindell H., Roskamm H. y Gerschler W. (1962). *Das Intervalltraining* (El entrenamiento de intervalos). Múnich, Barth.
- Renick J. (1975). Zur Anwendung der mathematischen Spieltheorie auf Sport (Sobre el empleo en el deporte de la teoría matemática de los juegos). *Internationale Zeitschrift für Sportpädagogik* 12 (2), 23-31.
- Retter H. (1969). Zum gegenwärtigen Stand der Lehre von den Entwicklungsphasen in der Leibeserziehung (Sobre el estado actual de la enseñanza de las fases de desarrollo en la educación física). *Leibeserziehung* 18, 4-11.
- Rieckert H. (1986). *Leistungsphysiologie* (Fisiología del rendimiento). Schorndorf, Hofmann.
- Rieckert H. (1993). Krafttraining im Breitensport (Entrenamiento de fuerza en los deportes de masas). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 44, 312.
- Riepe L. (1994). Eine Schematheorie des taktischen Denkens im Sportspiel (Una teoría esquemática del pensamiento táctico en el juego deportivo). En: R. Brack, A. Hohmann y H. Wieland (eds.). *Trainingssteuerung* (págs. 238-242). Stuttgart Nagelschmid.
- Ring S. (1997). *Energiestoffwechsel im Sprintschwimmen* (Metabolismo energético).

- tico en la natación de *sprint*). Disertación en la Universidad de Colonia, DSHS.
- Rittner V. (1985). Sport und Gesundheit. Zur Ausdifferenzierung des Gesundheitsmotivs im Sport (Deporte y salud. Sobre la diferenciación del motivo de la salud en el deporte). *Sportwissenschaft* 15, 136-154.
- Ritzdorf W. (1982). *Visuelle Wahrnehmung und Antizipation* (Percepción visual y anticipación). Schorndorf, Hofmann.
- Robinson V. (1993). *Problem-based Methodology. Research for the Improvement of Practice* (Metodología basada en problemas. Investigación para la mejora de la práctica). Oxford, Pergamon Press.
- Rohmert W. y Rutenfranz J. (1975). *Arbeitswissenschaftliche Beurteilung der Belastung und Beanspruchung an unterschiedlichen industriellen Arbeitsplätzen* (Enjuiciamiento científico laboral del esfuerzo y la resistencia en los diversos puestos de trabajo industrial). Bonn, Bundesminister für Arbeitsplätze und Sozialordnung.
- Rossi P. H. y Freemann H. E. (1993). *Evaluation: A systematic approach* (Evaluación. Un acercamiento sistemático). (5ª ed.). Beverly Hills, CA, Sage.
- Rost K. y Martin D. (1997). Das Anschlußtraining – aktuelle und perspektivische Orientierung zur Entwicklung von Spitzenleistungen (El entrenamiento de conexión. Orientación actual y perspectiva para el desarrollo de los rendimientos extremos). En: D. Marten y J. Ziegler (eds.) *Nationales Nachwuchstrainings – system* (págs. 114-128). Aquisgrán, Meyer & Meyer.
- Rostock J. y Zimmermann K. (1997). Koordinationstraining als Fähigkeits – und Fertigkeitstraining (Entrenamiento de coordinación como entrenamiento de capacidad y habilidad). En: P. Hirtz y F. Nüske (eds.). *Bewegungskoordination und sportliche Leistung integrativ betrachtet* (págs. 182-186). Hamburgo, Czwalina.
- Roth K. (1982). *Strukturanalyse koordinativer Fähigkeiten* (Análisis de estructura de las capacidades coordinativas). Bad Homburg, Limpert.
- Roth K. (1989). *Taktik im Sportspiel* (Táctica en los juegos deportivos). Schorndorf, Hofmann.
- Roth K. (1990). Externe Validität und Problemkomplexität. Horizontale und vertikale Wege zu einer anwendungsorientierten Motorikforschung (Validez externa y complejidad de problemas. Caminos horizontales y verticales para una investigación motora orientada a su aplicación). *Sportwissenschaft* 20, 281-299.
- Roth K. (1991). Entscheidungsverhalten im Sportspiel (Comportamientos de decisión en los juegos deportivos). *Sportwissenschaft* 21, 229-246.
- Roth K. (1994). Steuerung des Taktiktrainings in den Sportspielen (Control del entrenamiento de táctica en los juegos deportivos). En: R. Brack, A. Hohmann

- y H. Wieland (eds.). *Trainingssteuerung* (págs. 56-73). Stuttgart, Naglschmid.
- Roth K. et al. (eds.) (1996). *Techniktraining im Spitzensport* (Entrenamiento de técnica en los deportes de alta competición). Colonia, Strauß.
- Roth K. Hossner E. J. (1992). *Methodische Übungsfolgen und empirische Problemen* (Series de ejercicios metódicos y problemas empíricos). En G. Hagedorn y N. Heymen (eds.) *Methodologie der Sportspielforschung* (págs. 184-195). Ahrensburg, Czwalina.
- Roth K. y Hossner E. J. (1997). *Sportspielforschung zwischen Trainerbank und Lehrstuhl* (Investigaciones sobre juegos deportivos desde el banquillo del entrenador hasta la silla del catedrático). En: E. J. Hossner y K. Ram (eds.) *Sport – Spiel – Forschung* (págs. 13-26). Hamburgo, Czwalina.
- Roth K. y Raab M. (1998). *Intentionale und inzidentelle Regelbildungsprozesse im Sportspiel* (Procesos de creación de reglas intencionales e incidentales en los juegos deportivos). En: BISp (ed.), *BISp - Jahrbuch 1997* (págs. 243-247). Colonia, BISp.
- Roth K. y Raab M. (1999). *Taktische Regelbildungen: «Mühsam, konzentriert, intentional oder mühelos, nebensächlich, inzidentell?»* (Creación de reglas tácticas: ¿difícil, concentrado, intencional o sin esfuerzo, secundario, incidental?). En: M. Wegner, A. Wilhelm y J. P. Janssen (eds.). *Empirische Foschung im Sportspiel* (págs. 73-84). Kiel, Universität Kiel.
- Roth K. y Schubert R. (1987). *Koordinationstraining mit jugendlichen Handballspielern* (Entrenamiento de coordinación con jugadores de balonmano jóvenes). *Handball-training* 9 (3/4), 3-13.
- Roth N. y Klingberg F. (1974). *Relations between psychomotoric reactivity, time memory and the level of vigilance* (Relaciones entre reactividad psicomotriz, tiempo de memoria y nivel de vigilancia). En: H. Matthies (ed.). *Neurobiological Basis of Memory Formation* (págs. 404-421). Berlín (Este), Volk und Gesundheit.
- Roux W. (1895). *Gesammelte Abhandlungen über Entwicklungsmechanik der Organismen. Band I: Funktionelle Anpassung* (Estudios de conjunto sobre la mecánica de desarrollo de los organismos. Tomo I: Ajuste funcional). Leipzig, Engelmann.
- Rudolph K. (1995). *Terminologische Klarheit als Grundlage der Trainingsanalysen* (Precisión terminológica como fundamento de los análisis de entrenamiento). En: W. Freitag (Ed./Red.). *Schwimmen – Lernen und Optimieren* (págs. 41-52). Rüsselsheim, Selbstverlag.
- Rudolph K. (2001). *Die Entwicklung des internationalen und nationalen Schwimmsports unter besonderer Berücksichtigung der Olympischen Spiele in Sydney 2000* (El desarrollo nacional e internacional de los deportes de natación bajo la consideración especial de los Juegos Olímpicos de Sidney

- 2000). *Leistungssport* 31 (1),48-55.
- Rütten A. (1989). Strukturmodelle und Meßmethoden in der Kristallisationstheorie (Modelos estructurales y métodos de medida en la teoría de la cristalización). *Sportwissenschaft* 19, 297-310.
- Sachsse H. (1994). Technologie (Tecnología). En: H. Seiffert y G. Radnitzky (eds.). *Handlexikon zur Wissenschaftstheorie* (págs. 361-365). München, dtv.
- Sahre E. (1994). *Handlungskontrolle im Basketball* (Control de acciones en el baloncesto). Aquisgrán, Meyer & Meyer.
- Sale D.G. (1994). Neurale Adaptation im Verlauf eines Krafttrainings (Adaptación neuronal en el transcurso de un entrenamiento de fuerza). En: P. V. Komi (ed.). *Kraft und Schnellkraft im Sport* (págs. 249-265). Colonia, Deutscher Ärzte – Verlag.
- Saltin B. (1986). Physiological adaptation to physical conditioning (Adaptación fisiológica para el condicionamiento físico). En: P. O. Astrand y G. Grimby (eds.). *Acta Med Scand. Symposium Series*, Número 2 (págs. 11-24). Estocolmo, Almqvist & Wiksell.
- Schaller H. J. (1992). Instrumentelle Tendenzen in der Sportpädagogik (Tendencias instrumentales en la pedagogía del deporte). *Sportwissenschaft* 22, 9-31.
- Schellenberger B. (1989). *Untersuchungsmethoden in der Sportpsychologie* (Métodos de análisis en la psicología del deporte). Berlín (Este), Sportverlag.
- Schewe H. (2000). *Biomechanik – wie geht das?* (Biomecánica ¿Cómo funciona?). Stuttgart, Nueva York, Thieme.
- Schindler G., Schnabel G. y Troosch F. (1970). Zur Prognose der Sportwissenschaft (Sobre pronósticos en la ciencia deportiva). *Wissenschaftliche Zeitschrift der DHfK* 12, 25-41.
- Schlicht W. (1991). Einzelfallanalysen – Mehr als «nur» ein qualitativer Ansatz (Análisis de casos independientes. Algo más que «solamente» un planteamiento cualitativo). En: R. Singer (ed.) *Sportpsychologische Forschungsmethodik* (págs. 77-82). Colonia, bps.
- Schlicht W. (1992). Das sportliche Training: Überlegungen auf dem Wege zu einem integrierten Belastungs – Beanspruchungs – Konzept (El entrenamiento deportivo. Reflexiones sobre los caminos para llegar a un concepto integrado de carga – exigencia). En: J. P. Janssen, W. Schlicht, H. Rieckert y K. Carl (eds.). *Belastung und Beanspruchung* (págs. 31-44). Colonia, Strauß.
- Schlicht W. (1994). Sport und Primärprävention (Deporte y prevención primaria). Göttingen, Hogrefe.
- Schlicht W. y Lames M. (1993). Wissenschaft und Technologie: Ideen zu einer Forschungskonzeption in der Trainingswissenschaft (Ciencia y tecnología. Ideas para una concepción de la investigación en la ciencia del entrenamiento). En: D. Marten y S. T. Weigelt (eds.). *Trainingswissenschaft –*

- Selbstverständnis und Forschungsansätze* (págs. 78-94). St. Augustin, Academia.
- Schlumberger A. y Schmidtbleicher D. (1999). Einsatz – Training als trainingsmethodische Alternative, Möglichkeiten und Grenzen (Entrenamiento de acción como alternativa metódica del entrenamiento. Posibilidades y límites). *Leistungssport* 29 (3), 9-11.
- Schmidt R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning (Un esquema teórico del aprendizaje de la habilidad motriz discreta). *Psychological Review* 82, 225-200.
- Schmidt R. A. y Lee T. D. (1999). *Motor Control and Learning. A Behavioral Emphasis* (Control motor y aprendizaje. Énfasis de comportamiento). Champaign IL, Human Kinetics.
- Schmidt R. F., Thews G. y Lang F. (2000). *Physiologie des Menschen* (Fisiología humana). Berlín, Heidelberg, Nueva York, Springer.
- Schmidtbleicher D. (1994). Training in Schnellkraftsportarten (Entrenamiento en deportes de elasticidad). En P. V. Komi (ed.). *Kraft und Schnell – kraft im Sport* (págs. 374-387). Colonia, Deutscher Ärzte-Verlag.
- Schmidtbleicher D. y Gollhofer A. (1982). Neuromuskuläre Untersuchungen zur Bestimmung individueller Belastungsgrößen für ein Tiefsprungtraining (Análisis neuromusculares para la determinación de las capacidades individuales de esfuerzo en el entrenamiento de salto de altura). *Leistungssport* 12, 298-307.
- Schmitz I. N. (1973). *Lernen in den Leibesübungen* (Aprendizaje en los ejercicios del cuerpo). Schorndorf, Hofmann.
- Schnabel G. (1977). Struktur der sportlichen Leistung (Estructura del rendimiento deportivo). En: K. H. Bauersfeld et al. (eds.). *Grund standpunkte zur Bearbeitung der Struktur der sportlichen Leistung* (págs. 74-77). Leipzig, DHfK.
- Schnabel G. (1980). Zur Entwicklung der Sportmethodik in Wechselbeziehung von Empirie und Theorie (Sobre el desarrollo de la metodología del deporte en relación cambiante entre empirismo y teoría). *Wissenschaftliche Zeitschrift der DHfK*, 21 (2), 33-41.
- Schnabel G. (1995). Wissenschaft von Leistung und Training – Anwendungen – und Grundlagenwissenschaft (Ciencia del rendimiento y ciencia del entrenamiento, utilización y fundamentos). En: J. Krug y H. I. Minow (eds.). *Sportliche Leistung und Training* (págs. 35-48). St. Augustin, Academia.
- Schönpflug W. (1987). Von der Aktivierungstheorie zur Ressourcentheorie: Die Regulation von Aktiviertheitszuständen (De la teoría de activación a las teorías de la reserva. Regulación de los estados de actividad). En: J. P. Janssen, E. Hahn y H. Strang (eds.). *Konzentration und Leistung* (págs. 27-36). Göttingen, Hogrefe.

- Schouch M. (1974). *Kreistraining* (Entrenamiento circular). Berlín, Bartels & Wernitz.
- Schwarzer R. (1992). *Psychologie des Gesundheitsverhaltens* (Psicología del comportamiento de la salud). Göttingen, Hogrefe.
- Schwenkmezger P. (1993). Psychologische Aspekte des Gesundheitssports (Aspectos psicológicos del deporte de salud). H. Gabler J. R. Nitsch y R. Singer (eds.). *Einführung in die Sportpsychologie. Teil 2: Anwendungsfelder* (págs. 204-221). Schorndorf, Hofmann.
- Schwirtz A. (1994). *Bewegungstechnik und muskuläre Koordination beim Skilanglauf* (Técnica de movimiento y coordinación muscular en las carreras de esquí de fondo). Colonia, Strauß.
- Shepard R. J. (1993). Sprachliche und inhaltliche Definitionen (Definiciones lingüísticas y de contenido). En: R. J. Shepard y P. O. Astrand (eds.). *Ausdauer im Sport* (págs. 17-21). Colonia, Deutscher Ärzte – Verlag.
- Spring H., Illi U., Kunz H. – R., Röthlin K., Schneider W. y Tritschler T. (1986). *Dehn – und Kräftigungsgymnastik* (Gimnasia de estiramiento y de fortalecimiento). Stuttgart, Nueva York, Thieme.
- Stachowiak H. (1973). *Allgemeine Modelltheorie* (Teorías generales de modelos). Viena, Nueva York, Springer.
- Stachowiak H. (1983). Erkenntnisstufen zum Systematischen Neopragmatismus und zur Allgemeinen Modelltheorie (Escalones de reconocimiento para el neopragmatismo sistemático y para la teoría general de modelos). En: H. Stachowiak (ed.). *Modelle – Konstruktion der Wirklichkeit* (págs. 87-146). Fink, München.
- Stake R. E. (1980). Program evaluation, particularly responsive evaluation (Programa de evaluación, evaluaciones de particular responsabilidad). En: W. B. Dockwell y D. Hamilton (eds.). *Rethinking educational research* (págs. 72-87). Londres, Hodder & Stoughton.
- Starischka S. (1988). *Trainingsplanung* (Planificación del entrenamiento). Schorndorf, Hofmann.
- Starischka S. (1995). *Fit und Gesund*. (En forma y sano). Niedemhausen, Schar.
- Stark G. (1984). Sporttechnisches Training und zwei grundlegende Prinzipien der Leistungsentwicklung (Entrenamiento técnico del deporte y dos principios básicos del desarrollo del rendimiento). *Theorie und Praxis Leistungssport*, 22 (12), 3-12.
- Steinacker J. M., Kellmann M., Böhm B. O., Liu Y., Opitz – Gress A. Kallus K. W., Lehmann M., Altenburg D. y Lormes W. (1999). Clinical Findings and Parameters of Stress and Regeneration in Rowers before World Championships (Hallazgos clínicos y parámetros de estrés y regeneración en remeros, antes de los Campeonatos Mundiales). En: M. Lehmann et al. (eds.). *Overload, Performance Incompetence, and Regeneration. En Sport* (págs. 71-

- 80). Nueva York, Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Steinbach M. (1982). Sport und Gesundheitserziehung im 5. und 6. Lebensjahrzehnt als Vorbereitung auf das Alter (Deporte y educación de la salud en la quinta y sexta década de vida como preparación para la edad avanzada). En: Bund Vereinigung Für Gesundheitserziehung (eds.). *Älter werden – aktiv bleiben* (págs. 17-23). Bonn, Köller.
- Steinmann W. (1988). *Krafttraining im Sportunterricht* (Entrenamiento de fuerza en la enseñanza del deporte). Ahrensburg, Czwalina.
- Stringer E. T. (1996). *Action Research. A Handbook for Practitioners* (Investigación de la acción. Un manual para practicantes). Thousand Oaks, Sage.
- Teipel D. (1995). *Studien zur Gleichgewichtsfähigkeit im Sport* (Estudios sobre las capacidades de equilibrio en el deporte). Colonia, Strauß.
- Thienes G. (1998). *Motorische Schnelligkeit bei zyklischen Bewegungsabläufen* (Rapidez motriz en la evolución del movimiento cíclico). Münster, Lit-Verlag.
- Thiess G. (1974; 1979). Möglichkeiten der Eignungsdiagnostik (Posibilidades para el diagnóstico de aptitud). En: D. Harre. *Trainingslehre* (págs. 34-40). Berlín (Este), Sportverlag.
- Thiess G. (1994). Wir brauchen eine Wettkampflehre (Necesitamos una enseñanza de deporte). *Leistungssport* 24 (1), 5-9.
- Thiess G. (1995). Die Ausarbeitung einer «Wettkampflehre» hat begonnen (Ha comenzado la elaboración de una «enseñanza de la competición»). *Leistungssport* 25 (1), 5.
- Thiess G., Tschiene P. y Nickel H. (1997). *Der sportliche Wettkampf*. Münster, Philippka. En castellano: *Teoría y metodología de la competición deportiva*. Barcelona, Paidotribo, 2004.
- Thiess G. y Tschiene P. (1999). *Handbuch Wettkampflehre* (Manual de la enseñanza de competición). Aquisgrán, Meyer & Meyer.
- Thomann I. (1993). *Leistungssteuerung Sprungkraft* (Control de rendimiento de la fuerza de salto). Manuscrito. Colonia, DSHS.
- Thorhauer H. A. y Kempe M. (1993). Sporttechnische Leitbilder im Trainingsprozeß (Modelos de técnica deportiva en el proceso de entrenamiento). *Sportwissenschaft* 23, 158-174.
- Thorhauer H. A., Carl K. y Türk-Noack U. (eds.). (1996). *Trainingswissenschaft – Theoretische und methodische Fragen in der Diskussion* (Ciencia de entrenamiento. Discusión sobre preguntas teóricas y metodológicas). Colonia, Strauß.
- Tidow G. (1983). Beobachtung und Beurteilung azyklischer Bewegungsabläufe (Observación y enjuiciamiento de la evolución de movimientos acíclicos).

- Abrensburg, Czwalina.
- Tidow G. (1994). Lösungsansätze zur Optimierung des Schnellkrafttrainings auf der Basis muskelbiopischer Befunde (Planteamiento de soluciones para la optimización del entrenamiento de elasticidad sobre la base de resultados biópticos musculares). En: R. Brack, A. Hohmann y H. Wieland (eds.). *Trainingssteuerung. Konzeptionelle und trainingsmethodische Aspekte* (págs. 219-225). Stuttgart, Naglschmid
- Tidow G. y Wiemann K. (1993). Zur Interpretation und Veränderbarkeit von Kraft – Zeit – Kurven bei explosiv - ballistischen Krafteinsätzen (Sobre la interpretación y la posibilidad de modificación de las curvas fuerza – tiempo en la aplicación de fuerza explosivobalística). En: H. F. Voigt (Red.). *Bewegungen lesen und antworten* (págs. 153-192). Abrensburg, Czwalina.
- Tischbier U.P. (1993). Definition von «Gesundheitssport» (Definición de «deporte terapéutico»). *Sportwissenschaft* 23, 315-316.
- Treutlein G. (1986). Faszinierende Leichtathletik – auch durch Körpererfahrung (Atletismo fascinante, también a través de la experiencia física). En: G. Treutlein, J. Funke y N. Sperle (eds.). *Körpererfahrung in traditionellen Sportarten* (págs. 31-97). Wuppertal, Putty.
- Tschiene P. (1999). Die unmittelbare Wettkampfvorbereitung (La preparación previa a la competición). En: G. Thiess y P. Tschiene (eds.). *Handbuch zur Wettkampflehre* (págs. 319-349). Aquisgrán, Meyer & Meyer.
- Ullrich K. y Gollhofer A. (1994). Physiologische Aspekte und Effektivität unterschiedlicher Dehnmethode (Aspectos fisiológicos y efectividad de los diversos métodos de estiramiento). *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 45, 336-345.
- Viru A. y Viru M. (1993). Der Mechanismus von Training und Adaptation (El mecanismo del entrenamiento y la adaptación). *Leistungssport* 23, 5.5-8.
- Viru A. y Viru M. (1999). Evaluation of Endocrine Activities and Hormonal Metabolic Control in Training and Overtraining (Evaluación de las actividades endocrinas y control metabólico hormonal en el entrenamiento y el sobreentrenamiento). En: M. Lehmann et al. (eds.). *Overload, Performance Incompetence, and Regeneration in Sport* (págs. 53-70). Nueva York, Kluwer Academic/Plenum Publishers.
- Viru A. y Viru M. (2003) *Análisis y control del rendimiento deportivo*. Barcelona, Paidotribo, 2003.
- Völker K., Madsen O. y Lagerström D. (y la colaboración de Graf J.) (1983). *Fit durch Schwimmen* (En forma a través de la natación). Erlangen, Perimed.
- Volkamer M. (1987). *Von der Last mit der Lust im Schulsport* (Del esfuerzo a la satisfacción en el deporte escolar). Schorndorf, Hofmann.
- Vorberg D. y Hambuch R. (1978). On the temporal control of rhythmic perfor-

- mance (En el control temporal del rendimiento rítmico). En: J. Requen (ed.). *Attention and Performance* (Volumen VII, págs. 535-555). Hillsdale, N. J., Lawrence Erlbaum.
- Vorberg D. y Hambuch R. (1984). Timing of two-handed rhythmic performance (Medida del rendimiento rítmico bimanual). En: J. Gibbon y L. Allan (eds.) *Timing and time perception* (Volumen 423, págs. 390-406). Annals of the New York Academy of Sciences.
- Wasmund-Bodenstedt U. (1982). Einführung in die Methodologie der Trainingswissenschaft (Introducción a la metodología de la ciencia del entrenamiento). En: R. Ballreich, W. Baumann, H. Haase, H. V. Ulmer y U. Wasmund-Bodenstedt (eds.). *Trainingswissenschaft* 1 (págs. 7-38). Bad Homburg, Limpert.
- Weigelt S. (1997). *Die sportliche Bewegungsschnelligkeit* (La velocidad del movimiento deportivo). Colonia, Strauß.
- Weineck J. (2005). *Entrenamiento total*. Barcelona, Paidotribo.
- Weiss V. (1981). Der Heritabilitätsindex in der Begabungs- und Eignungsdiagnose bei Kindern und Jugendlichen (El índice hereditario en la diagnosis de talento y aptitud en niños y jóvenes). *Gegenbaurs morphologische Jahrbücher* 126, 865-872.
- Weiss C. H. (1977). Research for policy's sake: The enlightenment function of social research (Investigación sobre normas de conducta. La función ilustradora de la investigación social). *Policy Analysis*, 3, 531-545.
- Weiss C. H. (1982). Policy research in the context of diffuse decision making (Investigación sobre normas en el contexto de una toma difusa de decisión). *Journal of Higher Education* 53, 619-639.
- Werchoshanskij J. V. (1977). *Grundlagen der speziellen Kraftvorbereitung im Sport* (Fundamentos de la preparación especial de fuerza en el deporte) (en ruso). Moscú, Fizkultura i Sport.
- Werchoshanskij J. V. (1984). Der langfristig verzögerte Trainingseffekt durch konzentriertes Krafttraining (El efecto del entrenamiento diferido a largo plazo por medio de un entrenamiento concentrado de fuerza). *Leistungssport* 14 (3), 41-42.
- Werchoshanskij J.V. (1988). *Effektiv trainieren* (Entrenar con eficacia). Berlín (Este), Sportverlag.
- Werchoshanskij J. V. (1995). *Ein neues Trainingssystem für azyklische Sportarten* (Un nuevo sistema de entrenamiento para tipos de deportes acíclicos). Münster, Philippka.
- Werchoshanskij J. V. (1996). Quickness and velocity in sports movements (Celeridad y velocidad en los movimientos deportivos). *New Studies in Athletics* 11 (2-3), 29-37.

- Westmeyer H. (1969). *Grundlagenprobleme psychologischer Diagnostik* (Problemas fundamentales del diagnóstico psicológico). En: K. Pawlik (ed.). *Diagnose der Diagnostik* (págs. 71-101). Stuttgart, Klett – Cotta.
- Westphal G. y Wieners A. (1996). Sportmotorische Grundausbildung – Eine Längsschnittstudie (Formación básica motriz en el deporte. Un estudio de corte longitudinal). En: S. Starischka K. Carl y J. Krug (eds.). «*Schwerpunktthema Nachwuchstraining*» (págs. 92-96). Erlensee, SFT-Verlag.
- Who (1986). *The Ottawa-Charta for Health Promotion* (La carta de Ottawa para la promoción de la salud). Kopenhagen, Who.
- Wiemann K. (1991). Beeinflussung muskulärer Parameter durch ein zehnwöchiges Dehntraining (Influencia en los parámetros musculares por medio de un entrenamiento de estiramiento de diez semanas). *Sportwissenschaft* 21, 292-306.
- Wiemann K. y Klee A. (2000). Dehnen und Stretching in der Aufwärmphase vor Höchstleistungen (Estiramiento y *stretching* en la fase de calentamiento de altos rendimientos). *Leistungssport* 30, 5-9.
- Wiemeyer J. (1994). Mentale Bewegungsrepräsentationen. Grundlagen und Probleme eines komplexen Konstrukts (Representaciones mentales de movimientos. Fundamentos y problemas de una construcción compleja). *Sportwissenschaft* 24, 3, 233-253.
- Wilhelm A. (1999). Zeitreihenanalyse (Análisis de series de tiempo). En: B. G. Strauß, H. Haag y M. Kolb (eds.). *Datenanalyse in der Sportwissenschaft* (págs. 481-502). Schorndorf, Hofmann.
- Willimczik K. (1968). Wissenschaftstheoretische Aspekte einer Sportwissenschaft (Aspectos teóricos científicos de una ciencia del deporte). Francfort, Limpert.
- Willimczik K. (1985). Interdisziplinäre Sportwissenschaft – Forderungen an ein erstarrtes Konzept (Ciencia interdisciplinaria del deporte. Exigencias de un concepto entumecido). *Sportwissenschaft* 15, 1, 9-32.
- Willimczik K. (1991). Techniktraining – Eine Symbiose für Lern – und Adaptationsprozesse? (Entrenamiento de técnica. ¿Una simbiosis para los procesos de aprendizaje y adaptación?). En: R. Daus y cols. (eds.). *Sportmotorische Lernen y Techniktraining* (Tomo 1, págs. 132-146). Hofmann: Schorndorf.
- Willimczik K., Daus R. y Olivier N. (1991). Belastung und Beanspruchung als Einflußgrößen der Sportmotorik (Carga y exigencia como magnitud de influencia de la motricidad del deporte). En: N. Olivier y R. Daus (eds.). *Sportliche Bewegung und Motorik unter Belastung* (págs. 6-29), Clausthal – Zellerfeld, dvs.
- Willimczik K., Meyerabend E. M., Pollmann D. y Reckerweg R. (1999). Das

- «beste motorische Lernalter» – Forschungsergebnisse zu einem pädagogische Postulat und zu kontroversen empirischen Befunden (La «mejor edad de aprendizaje motor». Resultados de la investigación sobre un postulado pedagógico y sobre controvertidos análisis empíricos). *Sportwissenschaft* 29, 42-61
- Wing A. M. y Kristofferson, A. B. (1973a). The timing of interresponse intervals (El *timing* de intervalos de interrespuesta). *Perception & Psychophysics* 13, 455-460.
- Wing A. M. y Kristofferson A. B. (1973b). Response delays and the timing of discrete motor responses (Retrasos en la respuesta y el *timing* de respuesta motriz discreta). *Perception & Psychophysics* 14, 5-12.
- Winter K. (1975). Die motorische Entwicklung des Menschen von der Geburt bis ins hohe Alter (El desarrollo motor humano desde el nacimiento hasta la edad avanzada). En: K. Meinel y G. Schnabel (eds.). *Bewegungslehre* (págs. 293-410). Berlín (Este), Volk und Wissen.
- Witte K. *Stabilitäts – und Variabilitätserscheinungen der Motorik des Sportlers unter nichtlinealem Ansatz* (Fenómenos de estabilidad y variabilidad de la motricidad del deportista bajo planteamientos no lineales). Habilitationsschrift an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg.
- Wörz T. (1992). Das Hürden – ABC (Las vallas. ABC). *Leibesübungen – Leibeserziehung* 46 (2), 19-22.
- Wulf G. (1992). Neuere Befunde zur Effektivierung des Bewegungslernes (Nuevos análisis para la efectividad del aprendizaje del movimiento). *Sportpsychologie* 6, 1, 12-16.
- Wulf G. (1993). Implizites Lernen von Regelmäßigkeiten (Aprendizaje implícito de la regulabilidad). *Sportpsychologie* 7 (4), 11-18.
- Wulf G. (1994). *Zur Optimierung sportmotorischer Lernprozesse* (Sobre la optimización del proceso de aprendizaje deportivo motor). Schorndorf, Hofmann.
- Wydra G. y Karisch G. (1990). *Zur Bedeutung der palpatorischen Pulsfrequenzbestimmung im Gesundheitssport* (Sobre el significado de la determinación por palpación de la frecuencia de pulso en el deporte terapéutico). *Herz, Sport & Gesundheit* 7, 4-7.
- Zaciorskij V. M. (1971–1972). *Kybernetik–Mathematik–Sport* (Cibernética, matemática, deporte). *Theorie und Praxis der Körperkultur* 12, 1068-1091; 1, 50-67; 2, 224-234; 4, 325-336; 5, 458-472.
- Zaciorskij V. M. (1977). *Die körperlichen Eigenschaften des Sportlers* (Las características físicas del deportista). Berlín, Bartels & Wernitz.
- Zaciorskij V. M., Bulgakowa N. S, Ragimov R. M. y Segijonko, L. P. (1974). Das Problem des Talents und der Talentsuche im Sport (El problema del talento y la búsqueda del talento deportivo). *Leistungssport* 4, 239-251.

- Zatsiorsky V. P. (1996). *Krafttrainig* (Entrenamiento de fuerza). Aquisgrán, Meyer & Meyer.
- Zinner M. (1994). Zur Nutzung unscharfer (fuzzy) Optimierungsmethoden bei der Auswertung leistungsdiagnostischer Untersuchungen (Sobre la utilización de métodos difusos (fuzzy) de optimización en la valoración de los análisis de diagnóstico de rendimiento). En: R. Brack, A. Hohmann y H. Wieland (eds.), *Trainingssteuerung* (págs. 133-137). Stuttgart, Nagelschmid.
- Zinner J. (1997). Computergestützte Systeme in der Praxis (Sistemas de prácticas asistidas por ordenador). En: J. Perl (ed.), *Sport und Informatik V* (págs. 1-12). Colonia, Strauß.
- Zintl F. (1988). *Ausdauertrainig. Grundlagen, Methoden, Trainingssteuerung* (Entrenamiento de resistencia. Fundamentos, métodos y manejo del entrenamiento). Múnich, BLV.
- Zschorlich V. (1991). Bewegungsoptimierung im Techniktrainig des Radsports (Optimización del movimiento en el entrenamiento técnico en ciclismo). En: R. Daug et al. (eds.), *Sportmotorisches Lernen und Techniktrainig* (Tomo 2, págs. 275-280). Hofmann, Schorndorf.

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.1** La posición de la ciencia del entrenamiento como ciencia integradora entre la práctica del entrenamiento y las ciencias básicas seleccionadas (según Hohmann, 1999a). Pág. 25.
- Figura 1.2** Componentes del conocimiento de la ciencia del entrenamiento, la enseñanza del entrenamiento y la práctica deportiva. Pág. 31.
- Figura 1.3** Acciones recíprocas entre los ámbitos de la ciencia del entrenamiento. Pág. 36.
- Figura 2.1** Modelo de la estructura del rendimiento según Bauersfeld y Schröter (1979). Pág. 54.
- Figura 2.2** Modelo de la estructura del rendimiento según Ehlenz, Grosser y Zimmermann (1985). Pág. 55.
- Figura 2.3** Modelo de la estructura del rendimiento según Martin (1980) Pág. 56.
- Figura 2.4** Representación esquemática de un sistema de acción (según Messing y Lames, 1991). Pág. 56.
- Figura 2.5** Modelo de la estructura generalizada de los rendimientos deportivos (según Schnabel, Harre y Borde, 1994, y Gundlach, 1980). Pág. 58.
- Figura 2.6** Ejemplo para un modelo de cadenas deductivas. El rendimiento complejo se subdivide en rendimientos parciales y éstos, a su vez, en diferentes fases según las magnitudes de influencia. Pág. 59.
- Figura 2.7** Modelo estructural del rendimiento individual deportivo complejo (según Hohmann y Brack, 1983). Pág. 60.
- Figura 2.8** Sistema de la condición física y de la coordinación teniendo especialmente en cuenta las referencias cambiantes de la fuerza, velocidad y flexibilidad. Pág. 63.
- Figura 2.9** Evolución de la concentración del creatinfosfato (CrP). (A) Tres diferentes situaciones de entrenamiento de resistencia continua. (B) Durante esfuerzos intermitentes (según Baum y Essfeld, 1988). Pág. 67.
- Figura 2.10** Los mecanismos de las vías energéticas en su evolución temporal (según Neumann, Pfützner

- y Berbalk, 1998, y Badtke, 1995). Pág. 68.
- Figura 2.11** Esquema de la aportación de energía de los sustratos de los hidratos de carbono, ácidos grasos y proteínas (según Badtke, 1995, 60). Pág. 69.
- Figura 2.12** Consumo máximo de oxígeno en deportistas masculinos de alta competición (según Astrand y Rodahl, 1986). Pág. 73.
- Figura 2.13** Volumen cardíaco por minuto en personas con diferente entrenamiento de resistencia. Pág. 74.
- Figura 2.14** Curvas individuales de rendimiento– lactato con umbrales fijos aeróbicos (2 mmol/l de lactato en sangre) y anaeróbicos (4 mmol/l de lactato en sangre) en tres momentos distintos: al comienzo del entrenamiento (t_0); después de un entrenamiento aeróbico de resistencia (t_1); después de un entrenamiento de resistencia anaeróbico (t_2) (según Mader et al., 1976, y Heck, Hess y Mader, 1985). Pág. 76.
- Figura 2.15 a–d** Comparación esquemática y gráfica de los métodos elegidos en el entrenamiento de resistencia. Pág. 79.
- Figura 2.16** Representación esquemática de la estructura del músculo del esqueleto. Pág. 85.
- Figura 2.17** Modelo de ciclo del puente transversal. Pág. 86.
- Figura 2.18 a-b** Representación esquemática de las diferentes unidades motrices (según Edington y Edgerton, 1976). Pág. 88.
- Figura 2.19** Principio de ordenación del tamaño en el reclutamiento (según Ehlenz, Grosser y Zimmermann, 1995). Pág. 89.
- Figura 2.20** Posibilidades de conversión de los tipos de fibras por medio de diferentes influencias de entrenamiento (según Howald, 1985). Pág. 90.
- Figura 2.21** La influencia de la frecuencia de inervación en la velocidad de desarrollo de la fuerza (según Sale, 1994). Pág. 93.
- Figura 2.22** Disposición modélica de la capacidad condicional de la fuerza, de la velocidad y de la resistencia en un *continuum* de duración e intensidad del esfuerzo. Pág. 94.
- Figura 2.23** La curva de incremento de la fuerza para la determinación de la fuerza máxima, así como la fuerza rápida con sus componentes, la fuerza inicial y la explosiva (según Bührlé y Schmidtbleicher, 1981). Pág. 98.
- Figura 2.24** Los tres tipos de fuerza resistencia (según Pach, 1991). Pág. 102.
- Figura 2.25** Configuración del impulso en una campeona de Europa de 100 m crol al comienzo y al final de un esfuerzo de fuerza resistencia de 120 s en tracciones de brazo por medio de un aparato de tracción isocinética sobre los brazos. Pág. 103.
- Figura 2.26** La estructura general de la capacidad de la velocidad. Pág. 111.

- Figura 2.27** Determinantes de la movilidad (según Maehl, 1986). Pág. 117.
- Figura 2.28** Representación esquemática del huso muscular (según Schmidt, Thews y Lang, 2000). Pág. 120.
- Figura 2.29** El *continuum* de entrenamiento de coordinación y de entrenamiento de técnica (según Rostock y Zimmermann, 1997). Pág. 134.
- Figura 2.30** Clasificación heurística de los objetivos de entrenamiento y volumen dependiendo del nivel para el entrenamiento de la técnica en el juego deportivo. Pág. 139.
- Figura 2.31.** Fases de desarrollo, instancias psicofísicas de regulación y procesos funcionales, así como capacidades tácticas y requisitos de la acción táctica en el juego deportivo (según Mahlo, 1974). Pág. 149.
- Figura 2.32** Sistematización de la táctica deportiva (según Hohmann, 1996). Pág. 155.
- Figura 2.33** La fijación de mirada de principiantes y expertos para la identificación de las posiciones de la cabeza y la raqueta como estímulo de referencia (*cues*) para la anticipación de la realización del saque en tenis (según Neumaier, 1988). Pág. 160.
- Figura 2.34** Estructuración analítica de trayectorias del rendimiento en el *sprint* en atletas (mujeres) jóvenes (según Hohmann, 2001). Pág. 168.
- Figura 2.35** Puntos para la selección de rendimientos de fuerza (valores Z) de dos jóvenes deportistas en relación con escolares normales (Letzelter y Letzelter, 1986). Pág. 173.
- Figura 3.1** El principio de la supercompensación como evolución del desarrollo de rendimiento, así como en relación con distintas reacciones de adaptación y ajuste (según Liesen, 1983). Pág. 185.
- Figura 3.2** Carga de entrenamiento progresiva y exigencia de entrenamiento optimizada («agotamiento funcional») en procesos de entrenamiento a largo plazo antes de llegar al fondo de la capacidad de adaptación individual (según Martin, Carl y Lehnertz, 1991). Pág. 187.
- Figura 3.3** *Overreaching* y *overtraining* como estadios reversibles a corto plazo (transitorio) o irreversibles en el proceso de entrenamiento para el deporte de alto rendimiento. Pág. 189.
- Figura 3.4** El agotamiento prematuro de las reservas de adaptación en el caso de una configuración de carga no adecuada a la edad (según Mader y Ullmer, 1995). Pág. 190.
- Figura 3.5** Modelo de organización de información según el principio de control de comportamiento anticipado (según Hoffmann, 1993). Pág. 192.
- Figura 3.6** Modelo pedagógico-didáctico del control del entrenamiento. Pág. 193.

- Figura 3.7** Modelo de círculo regulador del control del entrenamiento. Pág. 194.
- Figura 3.8** Estructura general de la resistencia deportiva como proceso (modelo según Schnabel, Harre y Borde, 1994). Pág. 197.
- Figura 3.9** Ajustes de entrenamiento en el sentido de una máquina «trivial» y una «no trivial» en la que el estímulo no sólo tiene como efecto una reacción, sino también, simultáneamente, una automodificación de la «máquina» (según Von Foerster, 1988). Pág. 200.
- Figura 3.10** La carga de entrenamiento (parámetro de control) como provocación y disolución de la «elevada forma biopsicosocial» como atractor (parámetro de orden) estable y temporal. Pág. 202.
- Figura 3.11** La implantación de la planificación del entrenamiento en el control del mismo (según Hohmann, 1994). Pág. 205.
- Figura 3.12** Estructura de la configuración de rendimiento a largo plazo en el sistema nacional de entrenamiento de Alemania (según Pechtl, Ostrowski y Klose, 1993). Pág. 207.
- Figura 3.13** Evolución temporal de los diversos mecanismos de ajuste en el entrenamiento de resistencia (según Neumann, 1993). Pág. 210.
- Figura 3.14** Modelo de ciclo de la preparación previa a la competición (de Tschiene, 1999). Pág. 211.
- Figura 3.15** Modelo antagonista de la condición física-fatiga, según Bannister (1982). Pág. 217
- Figura 3.16** El diagnóstico de rendimiento con los pasos de trabajo del control del entrenamiento y la valoración del mismo (según Hohmann, 1994a). Pág. 221
- Figura 3.17** Procedimientos y métodos de ejemplo para la descripción referida a un caso independiente de la estructura de evolución en los procesos de entrenamiento. Pág. 222.
- Figura 3.18** La curva de incremento de la fuerza para la determinación de la fuerza máxima, así como la fuerza rápida con sus componentes, la fuerza inicial y la explosiva (según Bührle y Schmidtbleicher, 1981). Pág. 224.
- Figura 4.1** No linealidad del éxito deportivo. Pág. 233.
- Figura 4.2** No linealidad de la competición en el fútbol. Pág. 234.
- Figura 4.3** Prevalencia de variables sensitivas en la consecución de goles en el fútbol (n = 1.445) Pág. 235.
- Figura 4.4** Ilustración de la evolución del juego como sistema dinámico en el fútbol. Pág. 236.
- Figura 4.5** Modelo de acoplamiento entre entrenamiento y competición con círculos o ámbitos de problemas (según Lames, 1994b). Pág. 237.
- Figura 4.6** Parámetros, objetivos y medidas de la regulación de la competición (según Hohmann 1997a). Pág. 241.

- Figura 4.7** Estructura de intervención y desarrollo de rendimiento (proporción de puntos) en la preparación de competición estrategico-táctica de un equipo de voleibol (según Hohmann y Wichmann, 2001). Pág. 247.
- Figura 4.8** Valores normales y desarrollo de velocidad individual en el salto con pértiga de Sergej Bubka (según Gros y Kunkel, 1990). Pág. 258.
- Figura 4.9** Dos típicas evoluciones fuerza-tiempo en movimientos en el deporte de remo (según Fritsch, 1990). Pág. 259.
- Figura 4.10** Electromiograma de la musculatura que forma parte del trabajo de la pierna y el brazo en el paso de avance hacia la derecha en la carrera de fondo de esquí (según Schwirtz 1994). Pág. 260.
- Figura 4.11** Evolución de la frecuencia cardíaca en un triatleta con nivel de carga medio durante una competición de triatlón. Pág. 261.
- Figura 5.1** La carga externa en la natación y los umbrales de lactato en un jugador de posición central de clase mundial en los cuartos de final de waterpolo de los Campeonatos Europeos de 1989 (según Hohmann y Frase, 1992). Pág. 272.
- Figura 5.2** Puntos esenciales definitorios de los cuatro diferentes conceptos de talento (Hohmann et al., 2001). Pág. 275.
- Figura 5.3** Herencia de diferentes características de rendimiento deportivo motor en niños de 10 años (\hat{e}) y niñas de 10 años (Σ). (Según [1] Maes et al., 1996; [2] Kovak, 1981; [3] Weiß, 1980, y [4] Harsanyi y Martin, 1986). Pág. 277.
- Figura 5.4** Sobre el significado de los valores *cut off* en el esquema de clasificación en la selección de talento (modelo según Zaciorskij et al., 1974). Pág. 279.
- Figura 5.5** Evolución del mejor rendimiento mundial del año y rendimiento medio de las mejores 20 de la lista de rango mundial, mujeres, desde 1960. Pág. 285.
- Figura 5.6** Evolución del mejor rendimiento mundial del año y rendimiento medio de los mejores 20 de la lista de rango mundial en la modalidad de 5.000 m masculinos, desde 1972 (actualizado según Lames, 2000). Pág. 286.
- Figura 5.7** Pronóstico de rendimiento de competición de una nadadora de 200 m espalda en los Juegos Olímpicos de Sidney 2000 (según Edelmann-Nusser, Hohmann y Henneberg, 2001). Pág. 289.
- Figura 5.8** La capacidad de rendimiento de resistencia (VO_2 máx) en el caso de deportistas de rendimiento de edad avanzada en contraste (de corte transversal) con los no entrenados (según Mader y Ullmer, 1995). Pág. 291.

- Figura 5.9** Distintas normas de peso corporal dependiendo de la altura corporal. Pág. 305.
- Figura 5.10** Equilibrio dinámico de la regulación del peso corporal. Pág. 307.
- Figura 5.11** Peso corporal antes y después de ir al trabajo en bicicleta (Lames, 1999c). Pág. 309.
- Figura 5.12** Modelo terapéutico teórico del estrés. Pág. 312.
- Figura 5.13** Resultados de un experimento de investigación con intervenciones para la mejora de la fuerza explosiva en el salto (según Diekmann y Letzelter, 1987, explicación en el texto). Pág. 330.
- Figura 5.14** Aumento de entrenamiento de resistencia según los métodos de tiempo fijo y de dosis fijas, (Letzelter y Letzelter, 1986). Pág. 332.
- Figura 5.15** La efectividad de dos conceptos didácticos alternativos para facilitar tipos de deporte de tendencia. Pág. 333.
- Figura 5.16** Contribución de la didáctica deportiva, de la pedagogía del deporte y de la ciencia del entrenamiento en la enseñanza de los deportes. Pág. 335.

ÍNDICE ALFABÉTICO

- Acción muscular, 82, 83; 142; 257
 Acción táctica, 147 y ss.
 Aceleración *pick-up*, 167
 Acetilcoenzima A, 66 y ss.
 Acetilcolina, 87
 Acidificación, 66; 71; 75
 Ácido acético, 66
 Ácido oxálico, 69; 70 y ss.
 Ácido úrico, 188
 Ácidos grasos, 69
 Actina, 84 y sig.
 Actividad cerebral, 66; 108
 Adaptación, 72; 137 y ss.; 183 y ss.;
 284; 331
 Adiposidad, 304 y ss.
 ADP, ATP, AMP, 65 y sig.; 86 y sig.
 Adquisición de la técnica, 139 y ss.
 Adrenalina, 188
 Agonista, 93; 121
 Ahogo, 66
 Albúmina, 69 y ss.
 Alcalosis respiratoria, 75
 Alimentación, 188; 292; 304 y ss.
 Altura corporal, 277; 305
 Ámbitos de la ciencia del entrena-
 miento, 34 y ss.
 Aminoácidos, 69 y ss.
 Análisis, 254; 255; 356; 262
 Análisis de casos únicos, 47; 287 ss.
 Análisis de evolución del entrenamien-
 to, 204; 216; 221 y ss.; 285 y ss.
 Análisis de la varianza, 164
 Análisis de trayectoria, 168
 Análisis de vídeo, 255 y sig.
 Análisis del deporte (deportivo), 204;
 262; 273 y ss.
 Análisis del estado mundial del depor-
 te, 253 y sig.; 273 y ss.
 Análisis del movimiento, 164 y ss.
 Análisis del transcurso del movimien-
 to, 202; 203
 Análisis dimensional, 125 y ss.
 Análisis dimensional, 125; 167 y ss.
 Análisis posterior de la competición,
 240 y sig.; 250 y ss.; 265
 Análisis subjetivo de impresión, 256 y
 sig.; 261 y sig.
 Antagonista, 93; 117 y ss.; 303
 Anticipación, 144; 148 y ss.; 156 160
 y ss.; 191
 Aprendizaje, 137 y ss.
 Aprendizaje incidental, 152 y ss.
 Aprendizaje intencional, 152 y ss.
 Articulación, 140
 Atención, 66; 141; 147
 Atención selectiva; 152 y ss.
 Atracción, 201; 202; 236
 Atrofia de inactividad, 105
 Autoorganización (autoorganizado),
 108 y ss.; 131; 133; 198 y ss.; 201;
 251
 Axón, motor, 87

- Batería de pruebas, 178; 332
 Biorritmo; 188
 Índice de masa corporal (IMC), 306
 Boxology, 54; 61
 Cadena deductiva, 58 y ss.
 Cadena respiratoria, 69
 Cadenas de Markov, 243; 267 y ss.
 Calcio, 85 y ss.
 Cambios paradigmáticos (de paradigma), 130; 199
 Cansancio (agotamiento), 65 y ss.; 138 y ss.; 198 y ss.
 Caos, 232 y ss.
 Capacidad, 55; 61; 110 y ss.; 125 y ss.; 154 y ss.; 159 y ss.; 290
 Capacidad amortiguadora, 80
 Capacidad de acoplamiento, 125
 Capacidad de activación, 94 y ss.
 Capacidad de adaptación, 186 y ss
 Capacidad de carga, 80; 199; 276; 282; 289 y ss.
 Capacidad de contracción rápida, 99
 Capacidad de diferenciación, 125
 Capacidad de equilibrio, 125
 Capacidad de estiramiento, 116 y ss.; 302-303
 Capacidad de juego, 60
 Capacidad de orientación, 125
 Capacidad de rendimiento, 34 y ss.; 62 y ss.; 122 y ss.; 148 y ss.; 194 y ss.; 232 y ss.; 263 y ss.; 263; 289; 293 y ss.; 299; 321 y ss.
 Capacidad de transposición, 125
 Capacidad funcional, 185; 187
 Capacidad para el entrenamiento, 163 y ss.; 272 y ss.; 289 y ss.; 320 y ss.
 Capacidad rítmica, 124
 Capacidad volitiva, 157 y ss.; 161-162
 Capacidad anaeróbica, 72
 Capacidades coordinativas, 124 y ss.
 Capilarización, 72; 77; 295
 Características psíquicas, 54 y ss.; 161 y ss.; 316
 Catabolismo proteínico, 92
 Catecolamina, 188
 Célula motriz del cuerno anterior, 118
 Cibernético, 193 y ss.
 Ciclo de estiramiento y acortamiento, 100 y ss.; 107; 141
 Ciclo de citrato, 69 y ss.
 Ciclo del puente transversal, 69 y ss.; 85 y ss.; 91
 Ciencia del entrenamiento, 13 y ss.; 21 y ss.; 23 y ss.; 27 y ss.; 28 y ss.; 30 y sig.; 33 y ss.; 229 y ss.; 271 y ss.; 287 y ss.; 292 y ss.; 309 y ss.; 321 y ss.; 334 y ss.
 Ciencia del movimiento, 130 y ss.
 Círculo regulador, 194
 Citrosintetasa, 70
Coaching, 242; 249
 Colectividad, 157 y ss.
 Competencia
 Competencias de táctica básica, 158 y ss.
 Competición, 34 y ss.; 147 y ss.; 155 y ss.; 229 y ss.; 236 y ss.
 Composición de las fibras musculares, 72; 77
 Concentración, 66; 145; 155 y ss.
 Concentración hormonal; 66
 Concepción de ataque o de defensa, 152 y ss.
 Concepto de entrenamiento, 15 y ss.; 33 y ss.
 Condición, 54 y ss.; 62 y ss.; 171 y ss.; 215
 Configuración de respuesta, 140 y ss.
 Conocimientos tácticos, 152 y ss.
 Consistencia instrumental, 175 y ss.; 220

- Constancia de los requisitos
 Constancia de las características, 175
 Constitución, 54 y ss.; 62 y ss.; 116;
 306; 316
 Consumo máximo de oxígeno, 70 y ss.
 Contenido del entrenamiento, 21 y ss.
 Contracción muscular, 65; 82 y ss.
 Control anticipativo del comporta-
 miento, 151 y ss.; 191
 Control de entrenamiento, 35; 193-
 194; 216 y ss.
 Control de la competición, 240 y ss.;
 263
 Control (capacidad) de rendimiento,
 81; 204; 216; 219 y ss.; 241
 Control del entrenamiento, 47; 75;
 172; 183 y ss.; 193 y ss.; 199 y ss.;
 253; 263; 267; 283
 Control del movimiento; 124 y ss.; 132
 Coordinación, 54 y ss.; 62 y ss.; 92 y
 ss.; 122 y ss.; 132 y ss.; 168; 316
 -intermuscular, 92 y ss.; 121 y ss.;
 259
 -intramuscular, 92 y ss.
 Coordinación específica, 139 y ss.
 Coordinación básica, 139 y ss.
 Corazón deportivo, del deportista, 79;
 189
 Correlación, 59; 64; 166 y ss.
 Córtex motor, 87
 Creatincinasa, 66 y ss.; 188
 Creatinfosfato (fosfocreatina), 67 y
 ss.; 78 y ss.
 Criterios de calidad, 174 y ss.; 220 y
 ss.; 264 y ss.
 Criterios, 165
 Curva de rendimiento-lactato, 77 y ss.
Cut off, 278
 Decisión, 148 y ss.; 156 y ss.
 Déficit de fuerza, 94 y ss.
 Densidad del estímulo, 77
 Deporte de *fitness*, 15; 35; 252; 271;
 292 y ss.
 Deporte de fuerza, 218; 231 y ss.
 Deporte de lucha, 218; 231 y ss.
 Deporte de rendimiento, 15; 48; 218;
 252; 271 y ss.; 318
 Deporte de salud, 80; 293 y ss.
 Deporte escolar, 15; 124; 174; 230;
 264; 322 y ss.; 334 y ss.
 Deporte para personas mayores, 15;
 189 y ss.; 289 y ss.; 310 y ss.; 319
 y ss.
 Desarrollo motor del deporte, 208
 Desequilibrios musculares, 105; 122.;;
 299; 303
 Deshidratación, 188
 Desplazamiento a la derecha, 77; 99
 Desplazamiento a la izquierda, 72; 99
 Diabetes, 304 y ss.
 Diagnóstico de competición, 176; 240
 y ss.; 250; 252 y ss.
 Diagnóstico del rendimiento, 163 y
 ss.; 287 y ss.; 328
 Didáctica deportiva, 21; 322 y ss.
 Diferencia arteriovenosa de oxígeno,
 74
 Dilatación de las venas, 75
 Dióxido de carbono, 70
 Dirección de la competición, 240 y ss.;
 249
 Disponibilidad variable, 139 y ss.
 Dolores musculares, 66
Doping, 285 y ss.
Drop out, 208
 Duración del contacto con el suelo,
 100
 Duración del esfuerzo, 79; 94
 Edad escolar, 115; 289 y ss.
 Efectividad del juego, 60; 264 y ss.

- Efectos del entrenamiento, 195; 206 y ss.; 215 y ss.; 332 y ss.
- Ejecución del entrenamiento, 194; 204 y ss.
- Ejercicios de movimiento, 129
- Elasticidad (Flexibilidad), 93 y ss.; 97 y ss.; 304
- Electrolito, 66; 75
- Electreomiografía, 257 y ss.
- Empobrecimiento del glucógeno, 66
- Engrosado de pared (hipertrofia), 79
- Enjuiciamiento del movimiento, 255
- Enlightenment*, 43; 336
- Enseñanza de la competición, 30 y ss.; 229 y ss.
- Enseñanza de los campeones, 13
- Enseñanza del deporte, 170; 174; 323 y ss.
- Enseñanza del entrenamiento, 28 y ss.; 290; 323
- Enseñanza del rendimiento, 30 y ss.
- Entrenamiento, 14 y ss.; 33; 183 y ss.; 236 y ss.; 243; 322
- Entrenamiento en circuito, 331 y ss.
- Entrenamiento con vídeo, 157 y ss.; 244 y ss.
- Entrenamiento de alto rendimiento, 206 y ss.
- Entrenamiento de base, 206 y ss.
- Entrenamiento de coordinación
- Entrenamiento de enlace, 206 y ss.
- Entrenamiento de flexibilidad, 97 y ss.
- Entrenamiento de fuerza, 93 y ss.; 122; 299 y ss.; 329 y ss.
- Entrenamiento de la movilidad, 116 y ss.; 302 y ss.
- Entrenamiento de la táctica, 151 y ss.
- Entrenamiento de las competiciones, 80
- Entrenamiento de pronóstico, 243
- Entrenamiento con aparatos de medición, 283 y ss.
- Entrenamiento de resistencia, 72 y ss.; 209; 294 y ss.
- Entrenamiento de salud, 189 y ss.
- Entrenamiento de técnica, 132 y ss.
- Entrenamiento en altura, 211 y ss.
- Entrenamiento mental, 21; 248 y ss.
- Equifinalidad, 131
- Ergómetro, 244
- Eritropoyetina, 287
- Esfuerzo, 35; 56; 64 y ss.; 81 y ss.; 184 y ss.; 197 y ss.; 254; 273 y ss.; 278; 289; 316
- Esfuerzo de la competición, 80
- Especialización, 208
- Esquema, 149 y ss.; 156 y ss.
- Esquema del movimiento, 132
- Estadística gaussiana, 280
- Estados de organización, 201 y ss.
- Esteroides anabólicos, 286
- Estimulación eléctrica, 90
- Estímulo, 77
- Estímulos clave, 159 y ss.
- Estrategia, 147 y ss.; 242 y ss.
- Estrategia de investigación, 22; 29; 37 y ss.; 45 y ss.; 327 y ss.; 337
- Estrategia de juego, 265
- Estrés, 188; 314 y ss.
- Estructura de bloque del entrenamiento, 209
- Estructura del rendimiento, 53 y ss.; 163 y ss.; 254
- Estructura del entrenamiento, 206 y ss.
- Evolución fuerza-tiempo, 259
- Exigencia (objetivos), 19 y ss.; 35; 64; 75; 185 y ss.; 196 y ss.; 218; 254; 273
- Experimento, 39 y ss.; 329 y ss.
- Experticia (experto), 128
- Facilitación neuromuscular propiocep-

- tiva, 119 y ss.
- Factores de riesgo, 291; 312 y ss.
- Fase de estimulación, 214
- Fase *exploiting*, 140 y ss.
- Fase *freezing*, 1401 y ss.
- Fase sensible, 208; 291; 328
- Fase Taper, 189; 213 y ss.; 288
- Feedback* (retroalimentación), 283
- Fiabilidad, 164; 174 y ss.; 220
- Fibras de contracción lenta (*slow twitch fibres*), 72; 89 y ss.
- Fibras de contracción rápida (*fast twitch fibres*), 72; 90 y ss.
- Fibras musculares, 65; 82 y ss.; 87 y ss.
- Fijación de la mirada, 160
- Fitness*, 292 y ss.; 315
- Flexibilidad, 55; 116 y ss.
- Fluidez de energía, 70 y ss.
- Fosfato, 70 y ss.
- Fosfofructocinasa, 67 y ss.
- Foso entre la teoría y la práctica, 26 y ss.; 46 y ss.
- Frecuencia cardíaca (volumen), 73 y ss.; 188; 257 y ss.
- Frecuencia cardíaca en el entrenamiento, 81
- Frecuencia de descarga, 87; 95
- Frecuencia de estímulo, 77
- Frecuencia del paso, 59
- Frecuenciación, 92
- Fuerza absoluta, 94 y ss.
- Fuerza reactiva, 93 y ss.; 100 y ss.; 107; 168
- Fuerza en el salto, 81; 277; 330 y ss.
- Fuerza en el *sprint*, 81
- Fuerza explosiva, 94 y ss.; 98 y ss.
- Fuerza inicial, 94 y ss.; 98; 100 y ss.
- Fuerza máxima, 94 y ss.; 102 y ss.; 168; 277; 301
- Fuerza muscular, 63 y ss.; 66; 82 y ss.; 91
- Gimnasia de calisténicos,
- Glicerina, 70
- Gluconeogénesis, 70
- Glucógeno, 68 y ss.; 77; 185
- Glucólisis, 67 y ss.; 75
- Glucosa, 67 y ss.
- Grado mecánico de efectividad, 63
- Grados de libertad, 130 y ss.
- Grasa corporal (adiposidad), 299; 304 y ss.
- Habilidad, 55; 154 y ss.; 159 y ss.
- Herencia, 276 y ss.
- Hidratos de carbono, 69 y ss.; 71
- Hipertrofia, 74; 91 y ss.; 189; 299
- Hiperventilación, 75
- Hipótesis, 27 y ss.; 41 y ss.; 132; 296 y ss.
- Hipótesis de continuidad, 46
- Hipótesis de modularidad, 128
- Hipótesis del ritmo programado, 108
- Hipoxia, 188
- Histéresis, 202 y ss.
- Homeostasis, 184 y ss.
- Hormona del crecimiento, 188
- Ideal técnico, 143 y ss.
- Impulso, 98; 102 y ss.
- Indicación de acción, recomendaciones prácticas, 28; 38 y ss.; 47 y ss.; 53
- Insulina, 188
- Inteligencia, 56
- Intensidad (véase intensidad del esfuerzo)
- Intensidad de estímulo, 77
- Intensidad del entrenamiento, 188 y ss.; 206 y ss.
- Intensidad del esfuerzo, 79 y ss.; 94; 300 y ss.
- Intervalo profiláctico (de tiempo de programación), 209

- Intervención, 22; 43 y ss.; 183 y ss.; 194 y ss.; 218; 240 y ss.; 247 y ss.; 305; 309 y ss.; 321
- Investigación básica, 37 y ss.; 44; 46 y ss.; 327 y ss.
- Investigación-acción, 45 y ss.
- Investigación de aplicación (investigación aplicada), 30; 38 y ss.; 329 y ss.
- Investigación de campo, 34; 40 y ss.
- Investigación de evaluación, 30; 34; 42 y ss.; 46 y ss.; 145; 217; 334
- Investigación de la acción, 46
- Investigación de laboratorio, 39 y ss.; 47 y ss.; 259
- Iones de hidrógeno, 66
- Irrigación sanguínea, 75
- Jerarquización, 61; 164 y ss.
- Juego inicial, 156
- Juegos deportivos (juego en los deportes), 70; 218; 231 y ss.; 234 y ss.; 242- 243
- Juicio (valoración) de los expertos, 225; 265
- Lactato, 66 y ss.; 75; 77; 166; 219 y ss.; 272; 298
- Ley de calidad de entrenamiento, 283
- Ley de cantidad de entrenamiento, 186; 283
- Leyes, 37 y ss.
- Lipólisis, 70 y ss.
- Longitud del paso (amplitud del paso), 59; 170
- Macroestructura, 210 y ss.
- Magnitud (intensidad, exigencia), 187 y ss.; 218 y ss.
- Magnitudes de influencia, 54 y ss.
- Mantenimiento de agua, 75
- Matriz de transición, 265 y ss.
- Máxima repetición relativa, 96 y ss.
- Máximo número posible de repeticiones, 96 ; 300
- Mediciones dinámográficas, 257
- Memorización, 149 y ss.
- Metabolismo (actividad metabólica), 65; 75; 77
- Metabolismo de las grasas, 69; 75; 77
- Método de activación neuronal, 95 y ss.
- Método de *body building* (culturismo), 96
- Método de (entrenamiento para) competición, 77; 331 y ss.
- Método de contrastes, 99; 244 y ss.
- Método de control, 77; 337 y ss.
- Método de división del test, 176
- Método continuo, 77 y ss.
- Método de entrenamiento, 14 y ss.; 18 y ss.; 41; 77 y ss.; 193 y ss.; 283 y ss.; 331 y ss.
- Método del entrenamiento interválico, 14; 77 y ss.
- extensivo, 77 y ss.
- intensivo, 77 y ss.
- Método de fuerza explosiva, 96 y ss.
- Método de reacción, 114
- Método de rendimiento muscular, 96
- Método de repetición (en circuito), 77 y ss.; 331 y ss.
- Método de sección transversal muscular, 95 y ss.; 99
- Método piramidal, 96; 99
- Microciclo, 214 y ss.
- Miofibrillas, 83 y ss.
- Miosina, 83 y ss.
- Miosina ATPasa, 65
- Mitocondrias, 83; 295
- Modelo, 39; 53 y ss.; 126; 131; 164 y ss.; 183 y ss.; 213; 229 y ss.; 237 y ss.; 254 y ss.; 286 y ss.; 288 y ss.; 306; 312
- Modelo de factores de riesgo, 311 y ss.

- Modelo *fitness*-fatiga (condición físico-fatiga), 213 y ss.
 Modelo *Fuzzy*, 279 y ss.
 Modelo piradimal, 58 y ss.
 Modelo salutogénico, 312 y ss.
 Modelo Wing y Kristofferson, 108
 Modificación de las condiciones, 253
 Motivación, 157 y ss.; 162; 293; 296; 336
 Motivación del rendimiento, 162
 Motoneuronas, 87 y ss.; 120 y ss.
 Motor (motricidad), 125
Motor approach, 150
 Movilidad, 63; 116 y ss.; 302 y ss.; 316
 Movimiento de tipo *open loop* (ciclo abierto), 107
 Músculatura del esqueleto, 82 y ss.
 Naturaleza de la ciencia del entrenamiento, 21 y ss.; 48
 No linealidad, 232 y ss.; 288 y ss.
 Noradrenalina, 188
 Normas (Reglas), 164; 169 y ss.; 230; 273; 280; 290; 306 y ss.; 328
 Normativa del esfuerzo, 40; 77; 97
 Objetividad, 164; 195 y ss.; 220; 262 y ss.
 Objetivos del entrenamiento, 18 y ss.; 77 y ss.; 136 y ss.; 154 y ss.; 163 y ss.; 193 y ss.; 203 y ss.; 293 y ss.; 304
 Observación cualitativa del juego, 240; 246
 Observación estandarizada de la competición, 164 y ss.; 241 y ss.; 255 y ss.
 Observación sistemática del juego, 237 y ss.; 247 y ss.; 261 y ss.
 Ontogénesis, 208
 Optimización, 47; 131; 253
 Orden interno, 163 y ss.
 Ordenación interna, 167 y sig.
 Organización de información, 108; 151 y ss.; 191 y ss.; 197 y ss.; 284
 Organización del movimiento, 130 y ss.
 Orientación de la acción, 162
 Orientación de la situación, 162
 Osteoporosis, 105; 299
Overloadtraining, supramáximo, 80
Overreaching, 188 y ss.
 Oxidación, 70
 Parámetro de control, 132; 198 y ss.
 Paso de fase, 202 y ss.
 Pausa, 77
 Percepción corporal, 299; 304
 Perfil de carga (esfuerzo), 204; 254; 273 y ss.
 Perfil de exigencia(requisitos), 127 y ss.; 204; 254 y ss.; 273 y ss.
 Personalidad, 54 y ss.
 Peso broca, 306
 Peso corporal(y sobrepeso), 293 y ss.; 304 y ss.
Phasing, 150
 Piruvato, 66 y ss.
 Placa terminal motriz, 84; 88
 Plan de entrenamiento marco (base), 206-207 y ss.
 Planificación del entrenamiento, 35; 194; 203 y ss.
 Planteamiento de un modelo matemático teórico, 265 y ss.
 Planteamiento teórico de medida, 264 y ss.
 Potencial de acción, 86
 Preparación de competición, 80
 Preparación de la competición, 242 y ss.
 Preparación de la energía, 58 y ss.; 61 y ss.; 65 y ss.; 77 y ss.; 210; 297

- Preparación previa a la competición, 211 y ss.
- Presentación (modelos) del movimiento, 124; 145 y ss.
- Presión arterial, 188
- Prevención, 292; 313 y ss.
- Principio de la ordenación de tamaños según Hennemann, 89
- Principio dinámico (*action approach*), 151
- Principios del entrenamiento, 28; 193; 251
- Priorización, 163 y ss.
- Probabilidad de éxito, 267 y ss.
- Problema de Berstein, 130 y ss.
- Problema de aprendizaje, 131 y ss.
- Problema de complejidad, 130 y ss.
- Problema de estructura, 130 y ss.
- Problema de intencionalidad, 130 y ss.
- Problema de representación, 131 y ss.
- Problema de transformación, 131 y ss.
- Problema parcial-total, 131 y ss.
- Problema de funcionalidad, 130 y ss.
- Procedimientos de control, 219 y ss.; 288
- Proceso del entrenamiento, 189 y ss.; 196 y ss.; 206 y ss.; 212; 221 y ss.
- Producción de sudor, 75
- Programa mínimo de salud, 81; 297
- Programa motor, 107; 150 y ss.
- Programa óptimo de salud, 81; 297
- Programa teórico, 131
- Promoción de la juventud, 274 y ss.
- Pronóstico de rendimiento, 255; 288; 289
- Propósito, 152 y ss.
- Protección, 137 y ss.
- Proteína, 69
- Protocolización del entrenamiento, 195 y ss.; 205; 216; 218 y ss.
- Proyecto, 125 y ss.
- Reacción enzimática, 75
- Reclutamiento, 89 y ss.
- Recuperación, 65 y ss.; 185 y ss.
- Recurso, 129 y ss.; 161 y ss.; 281 y ss.; 293 y ss.; 314 y ss.; 320 y ss.
- Redes neuronales, 288 y ss.
- Reflejo de estiramiento, 100
- Reflejo monosináptico, 87
- Regeneración, 64; 77; 188 y ss.
- Regla causa-efecto, 153 y ss.
- Reglas tecnológicas, 22; 39 y ss.; 48
- Regresión, 59; 167
- Regulación calorífica, 75
- Regulación de la acción, 57 y ss.; 148 y ss.
- Regulación de la distancia, 126
- Relación entrenador-atleta, 24
- Relative timing*, 150
- Releasing*, 140
- Rendimiento deportivo, 61
- Rendimientos de competición, 35; 53 y ss.; 278; 288 y ss.
- Representación, 132 y ss.; 149 y ss.
- Requisitos (condiciones) del rendimiento, 55 y ss.; 61 y ss.; 122 y ss.; 148 y ss.; 161 y ss.; 197 y ss.; 206 y ss.; 281 y ss.; 302 y ss.
- Reserva de adaptación, 72; 187 y ss.; 209; 292; 319 y ss.
- Reservas de rendimiento, 123
- Reservas funcionales 186; 206
- Resíntesis (protérmica: 92), 65; 70
- Resistencia, 55 y ss.; 64 y ss.; 93 y ss.; 102 y ss.; 176 y ss.; 287 y ss.; 291; 294 y ss.; 301; 316; 332 y ss.
- aeróbica, 65 y ss.; 76; 77 y ss.; 277
- anaeróbica, 65 y ss.; 76; 277
- Resistencia básica, 76 y ss.
- Resistencia de la velocidad, 94

- Respuestas reflejas, 66
 Re-test, 176
 Sarcómera, 68 y ss.
Scouting, 261 y ss.
 Selección, 278 y ss.
 Selección de condiciones, 253
 Sensación subjetiva del esfuerzo, 298
 y ss.; 301 y ss.
Sequenzing, 150
 Serie, 79
 Sesión de entrenamiento, 215 y ss.
Setting, 41; 183; 200; 327
 Sincronización, 92 y ss.
 Sinergia, 198
 Sinérgico, 93; 121
 Síntesis de proteína, 92
 Sistema cardiovascular, 64; 77
 Sistema de acción, 56
 Sistema de juego, 152 y ss.
 Sistema de regulación fusomotor, 120
 Sistema inmunológico, 295; 316
 Sistema neuromuscular, 106 y ss.
 Sistema troponina-tropomiosina, 86
 Sistematización del entrenamiento, 67;
 73; 291
 Sobreentrenamiento, 188 y ss.; 200 y ss.
 Solución asociativa, 152 y ss.
 Sonificación, 257
Sparring, 244
Sprint, 59; 165 y ss.; 171
Stretching, 121 y ss.; 303
 Supercompensación, 184; 197; 215
 Superficie transversal del músculo, 91
 Táctica, 54 y ss.; 62 y ss.; 147 y ss.
 Talento, 162 y ss.; 253; 274 y ss.
 Técnica, 17 y ss.; 54 y ss.; 62 y ss.
 Temblores musculares, 66
Tempo (velocidad) de desarrollo, 280 y ss.
 Teoría, 37 y ss.; 46 y ss.; 125; 290
 Teoría de la acción, 132
 Teoría de filamentos deslizantes, 85
 Teoría del déficit energético, 91
 Teoría usual, 32
 Terapia, 303
 Test, 61; 164 y ss.; 220
 Test paralelo, 176
 Testosterona, 188
 Tétanos, 87
 Tiempo de recuperación, 67
Timing, 126; 242
 Tipos de deporte de composición técnica, 218; 231 y ss.
 Tono muscular, 303 y ss.
 Transcurso del juego, 152 y ss.
 Transferencia de energía, 62 y ss.
 Transición aeróbica-anaeróbica, 75
 Trastornos de coordinación, 66
 Tratamiento, 40 y ss.; 223
 Triglicéridos, 70
 Triosa, 69
 Umbral aeróbico y anaeróbico, 74 y ss.
 Umbral de estímulo, 66
 Unidad motriz (motora), 87 y ss.; 106
 y ss.
 Urea, 188
 Utilización, 278 y ss.
 Validez (validación), 40; 47; 164; 220;
 252; 329
 Valor de pH, 66
 Valoración del entrenamiento, 34; 195
 y ss.; 216 y ss.
 Valores reales y teóricos, 194; 284 y
 ss.
 Variable, 37 y ss.
 Variación, 137 y ss.
 Velocidad, 55; 63; 105 y ss.; 316
 - compleja, 110 y ss.; 112 y ss.
 - elemental, 101; 107 y ss.; 111 y
 ss.; 168
 Velocidad de acción, 111 y ss.

Velocidad en el despliegue/desarrollo,
92 y ss.; 98 y ss.

Velocidad de frecuencia, 111 y ss.; 277

Velocidad (capacidad) de reacción,
111 y ss.; 124; 156; 277

Velocidad de secuencia, 111 y ss.

Velocidad del *sprint*, 111 y ss.

Velocidad en la acción, 158

Volumen cardíaco (frecuencia cardíaca), 73 y ss.; 298

Volumen cardíaco por minuto, 73 y ss.;
77-79; 295 y ss.