

Las particularidades del modelo teórico de la regulación –y con ellas su campo de aplicación específico y sus carencias– se pueden resumir de la siguiente forma:

- (1) Regulación quiere decir estabilización o ajuste autónomos de la magnitud en cuestión en torno a una cifra predeterminada. La ventaja de este principio con respecto a la conducción consiste en que para su funcionamiento no tienen por qué ser conocidas ni las propiedades del sistema regulador ni las magnitudes de alteración.
- (2) La regulación presupone magnitudes directoras. La forma en la que éstas se definen y el valor en el que se fijan en cada momento no están incluidos en la estructura de circuitos reguladores; para ello se ha de recurrir a principios suplementarios (como se ha indicado en la figura 7 y se aclara aún más en los párrafos que le siguen).
- (3) Una estructura de circuitos reguladores se vuelve contraproducente cuando las magnitudes de alteración son conocidas de antemano y el sistema se puede ajustar previamente con vistas a dichas magnitudes. En estos casos son preferibles las estructuras de conducción, porque producen los efectos deseados de forma más económica (la asimilación y elaboración de informaciones retroactivas no tiene lugar, y el sistema, en consecuencia, no se carga tanto) y rápida (tampoco tienen lugar los tiempos muertos del acoplamiento retroactivo).
- (4) El valor heurístico para la práctica del entrenamiento del modelo de circuito regulador consiste sobre todo en que puede ser utilizado como sistema de referencia preciso para el análisis y la corrección detallados de los errores. Habría que preguntarse en cada caso cuál de los componentes individuales del circuito de regulación de la figura 7 no está interpretado óptimamente, o bien cuál es el punto de partida idóneo para mejorar la capacidad de rendimiento del sistema.

## 3.2 Representación motriz

La acción motriz como proceso organizado e intencional exige como uno de sus fundamentos la representación interna de rasgos importantes del movimiento (v. párrafo 2.1.3). El tratamiento de esta problemática será abordado desde una doble perspectiva. Por una parte esquematizaremos nuestra propia versión del concepto de representación, y por otra nos ocuparemos de problemas básicos del concepto de esquema en la investigación de la motricidad.

### 3.2.1 Sobre el concepto de la representación motriz

En general las representaciones motrices se pueden entender como modelos internos de movimientos en su respectivo contexto situacional, que tienen lugar bajo determinados planteamientos de finalidad y desde esta perspectiva se reducen a los momen-

que no suponga en un primer momento un “comportamiento” observable en el sentido tradicional.

### 2.2.1 Sobre la problemática de la atención

Si nos representamos el “sistema de procesamiento de datos” anteriormente descrito, conocido como encéfalo, como un ordenador con cien mil millones de unidades de conexión, apenas podremos explicar los límites del rendimiento del encéfalo, pues a la conciencia llegan como mucho unas pocas millonésimas partes de la información que circula por unidad de tiempo (v. Zimmermann, 1990, pág. 182). La capacidad de almacenamiento de la memoria a largo plazo se estima en un 1 % de la información almacenable (Schmidt, 1990, pág. 163).

En comparación con un ordenador convencional, que trabaja con rapidez y precisión, queda patente en seguida la lentitud y la falibilidad de la forma de trabajar del encéfalo, también en el ámbito motor. Sin embargo, dejando a un lado la robótica moderna, los ordenadores muestran considerables desventajas. Sólo pueden trabajar en serie –y no en paralelo como el córtex– y los resultados de su procesamiento de información no se pueden aprovechar con la ayuda de herramientas prensiles ni de movimientos.

La limitación del procesamiento de información humano se definió en un primer momento y de forma errónea como problema cerebral. Sin embargo, esta limitación radica más bien en los límites de los efectores, esto es, de las herramientas de ejecución del hombre, y en su funcionamiento en serie (v. Neumann, 1993, pág. 71 y ss.). Visto desde esta perspectiva, de la limitación resulta el principio fundamental de la atención humana, que selecciona entre el volumen de cosas observadas simultáneamente y las reduce por tanto a lo esencial. Sin esta selección de información relevante estaríamos ante un constante peligro de caos en nuestro comportamiento.

La limitación efectora se modifica con el efecto de descarga que suponen los automatismos que funcionan al margen de la conciencia. Estos modelos de comportamiento, conocidos como “reflejos”, “reacciones”, hábitos”, “asociaciones” o “estándares” según su complejidad y el marco teórico en el que se ubiquen, han de ser aprendidos en su mayor parte y presuponen unos determinados rendimientos de selección y memoria.

### 2.2.2 Fundamentos neurofisiológicos de la atención y la activación

#### El sistema de activación reticular creciente (SARC)

La formación reticular, ya descrita, posee en sus partes pertenecientes al mesencéfalo funciones de activación no específicas, como la generación de la vigilia tónica, re-

Así pues, ¿cómo ha de estar estructurada cada representación interna, en sí y en su contexto global, para reflejar, esto es, producir, la multiplicidad de movimientos teniendo en cuenta el problema del almacenamiento y la recuperación? Esta pregunta nos lleva a un segundo aspecto del problema.

### Problema de las invariantes

Si no existe una representación interna de cada movimiento aislado (y de sus posibles relaciones situacionales en cada momento), ¿cuál es la materia de la representación? Más precisamente, ¿cuáles son los rasgos comunes que podrían formar categorías de los distintos movimientos, por un lado, y de las distintas situaciones motrices, por otro? ¿Se trata, por ejemplo, de invariantes métricas y/o topológicas, de ejecución y/o de resultado, invariantes (de significado) motrices o semánticas, de forma (en referencia a la imagen motriz externa), de estructura (p. ej., el esquema de movimientos) y/o de reglas (principios generadores de movimiento)?

### Problema de la novedad

¿Cómo se explica, si asumimos la existencia de representaciones motrices internas, la aparición de nuevos movimientos o nuevas combinaciones de éstos no realizados hasta ahora o no en condiciones comparables (Schmidt, 1976)? Esta pregunta va más allá del fenómeno de la oscilación motriz natural (inevitable; estrictamente no puede haber repeticiones de movimientos absolutamente idénticas).

### Problema de la conciencia

Presenta un aspecto teórico/de contenido y otro metodológico.

La parte del problema *teórico/de contenido* surge del particular modo de funcionamiento de la conciencia: ésta opera de forma selectiva y en serie, es decir, los contenidos son “elaborados” siempre uno tras otro. ¿Cómo es posible entonces regular consistentemente movimientos representados como un *todo* complejo y procesados *en paralelo*? Las preguntas fundamentales se refieren a la formación de unidades (integración) y al acto de dirigir la atención (enfoque).

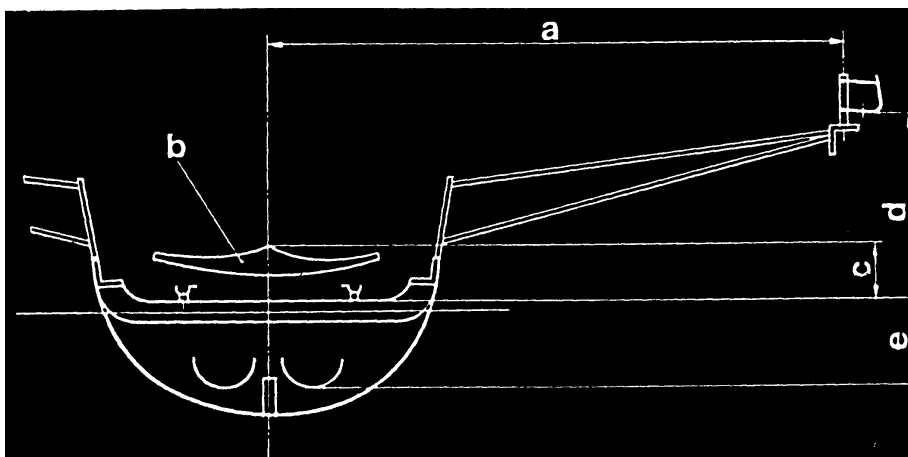
La parte *metodológica* del problema surge de la siguiente pregunta: ¿hasta qué punto el conocimiento subjetivo acerca del propio movimiento (esto es, la vivencia motriz) es idéntico a la representación motriz o por lo menos la refleja de forma adecuada (verbalmente)? Esto apunta, por un lado, al problema de la particularidad de las representaciones conscientes formulado por Nisbett y Wilson; *Telling more than we can know*, 1977. Por otro se refiere a la (posible) discrepancia entre el saber y la capacidad (en terminología moderna: entre el saber declarativo y el de proceder, esto es, entre el saber descriptivo y el prescriptivo). Desde este punto de vista parece necesario aclarar al menos en qué medida las proposiciones sobre el propio movimiento reflejan un saber descriptivo, director y/o normativo del movimiento, en el sentido de un ideal de técnica.



VEB-Yachtwerft en Berlín (RDA), con las cuales se obtuvieron todos los éxitos de los remeros de la antigua RDA en los años setenta y ochenta.

Los botes se caracterizan por una longitud menor frente a otras embarcaciones de competición comparables (por ejemplo, las de la firma Empacher). En ellos destaca sobre todo la estabilidad de la posición, que fue conseguida utilizando una combinación de cuadernas redondas y en forma de U. La figura 9 muestra diversas formas de la cuaderna principal.

El skiff de medición está fabricado de forma *compuesta* (construcción en cubeta con ayuda de un molde en forma de bote). La cubeta está hecha de resina epoxídica reforzada con fibra de vidrio y con un tejido de rejilla de fibra de carbono. El acabado interno se realizó con madera ligera y a la vez firme. En el hueco situado bajo el asiento del remero se habilitó una reja de madera para ubicar y sujetar los instrumentos de medición. El sistema del girómetro, el emisor de telemetría y el resto de accesorios de medición se colocaron en el centro del bote, para mantener el momento de inercia en sus valores mínimos posibles. La figura 10 presenta una visión esquemática del asiento de remo, con las dimensiones importantes del bote.



**Figura 10.** Esquema del asiento de remo (según VEB-Yachtwerft, Berlín).

- A: distancia de la chumacera, desde el centro del pivote, hasta el punto más alto del carro (78 cm).
- B: anchura del carro (18 cm).
- C: altura del punto más alto del carro sobre la cubierta de la carrilera (7 cm; se puede variar utilizando otras ruedas en el carro).
- D: altura de la superficie de apoyo de la chumacera sobre la cubierta y por tanto, indirectamente, altura sobre la línea del agua (varía según la masa de cada remero; hasta 80 kg de peso corporal del remero se sitúa en 22 cm).
- E: medida de la profundidad de la talonera (o bien el punto más bajo de la zona del talón del remero) con relación a la cubierta de la carrilera (12 cm; se puede modificar mediante tornillos de mariposa en la talonera).

### Sobre el problema de la intencionalidad en los enfoques de la autoorganización

Autoorganización de la coordinación motriz significa que las estructuras resultan del funcionamiento conjunto de múltiples componentes del sistema: *“There is no specific ordering influence from the outside and no homunculus sitting inside”* (No existe influencia ordenadora específica desde el exterior ni homúnculo instalado en el interior) (Jeka y Kelso, 1989, pág. 8). Partiendo de la (trivial) suposición de que los procesos intencionales no se han de identificar con los procesos de la coordinación motriz, tenemos diferentes posibilidades de abordar el “problema” de los procesos intencionales de aprendizaje:

- (a) Se ignora este tipo de procesos. Estableciendo, sobre todo implícitamente, una asociación entre intención y “homúnculo” (lo mismo es válido para el proceso de la representación), se identifica el estudio de las intenciones con la adhesión a paradigmas antiguos y superados.
- (b) Se eligen tareas en las que las intenciones tienen una importancia nula o secundaria:

*“... once a given functional organization is established over a muscle/joint collective, the system achieves its goal with minimal voluntary intervention”* (una vez que una organización funcional se asienta en un grupo muscular/articular, el sistema consigue su objetivo con una *mínima intervención voluntaria*) (Saltzman y Kelso, 1987, pág. 85; extraído de la ponencia).

Para la tarea motriz “clásica” del movimiento cíclico de los dedos de la mano (v. Kelso y Schöner, 1988; Scholz y Kelso, 1989) resulta también plausible, desde el punto de vista de la teoría de la acción, que las intenciones tengan relativamente poca importancia para la creación de un modelo de movimiento. Sin embargo, aparecen al menos como “anomalías” (v., p. ej., Kelso, 1990, pág. 259) cuando el sujeto del experimento no puede ceñirse a la tarea (intención del director del experimento) de mover el dedo de forma cómoda y relajada. Esto apunta a un problema general de los enfoques de la autoorganización: en los procesos de autoorganización generados experimentalmente hay siempre un organizador a su cargo (Fischer, 1990, pág. 171). Esto es válido para las condiciones experimentales en fabricación de rayos láser, procesos de intercambio térmico circular o movimientos rítmicos.

Menciones explícitas de las intenciones aparecen sobre todo en trabajos recientes sobre el concepto de autoorganización (Jeka y Kelso, 1989; Kelso, 1990; Schmidt, Carello y Turvey, 1990; Turvey, 1990, 1991). Con ello se destaca el hecho de que los procesos intencionales no anulan totalmente la vigencia de las *“constraints”* (restricciones) dinámicas. Dentro del sistema, las intenciones o informaciones intencionales se consideran como atractores:

*“... intentional information can be viewed as a perturbation of intrinsic dynamics, attracting the system to the intended behavioral pattern”* (la información inten-

El autor encontró una eficacia creciente al aumentar el rendimiento, y decreciente, con una mayor frecuencia de pedaleo. Los niveles de carga se situaron entre 100 y 235 W, siendo las frecuencias de pedaleo 60, 80 y 100 giros/min.

A modo de resumen, podemos retener los siguientes puntos:

- las frecuencias de pedaleo preferidas por los ciclistas se justifican sobre la base del desplazamiento observado del grado óptimo de rendimiento mecánico, con carga creciente, hacia frecuencias de pedaleo superiores;
- desde el punto de vista de la física, la aplicación de la fuerza regular y tangencial (“pedaleo redondo”) parece cuestionable si se tiene en cuenta la asimetría artromuscular fisiológica de los agonistas y antagonistas de las extremidades inferiores.

### 2.2.3 Activación del sistema de regulación sensomotora

El encéfalo controla todas las funciones corporales. Por ello, en el marco de la investigación del entrenamiento de la técnica nos interesa en un primer momento la regulación sensomotora intencional de la actividad que conocemos como “andar en bicicleta”. También es objeto de estudio el mantenimiento, necesario para dicha regulación, de una situación funcional específica del organismo. Para estos sistemas de regulación de la acción se introdujeron los conceptos de “regulación del proceso” y “regulación de la base” (v. el segundo artículo de Nitsch y Munzert, párrafo 2.2.1, en este libro).

La metodología seguida en la tarea que nos planteamos hace imposible una intervención directa sobre componentes individuales del SNC. En cualquier caso, dada la complejidad de la elaboración informativa que tiene lugar en el SNC, se ha renunciado ya a la mera ubicación topográfico-anatómica de determinadas funciones corticales superiores organizadas (v. Gevins y Schaffer, 1980). Por dichas razones, el estado funcional propio del SNC se analiza como un todo. En esta “activación del SNC” se reflejan tanto la regulación del proceso como la regulación de la base.

La teoría clásica de la activación constituye hasta ahora la base de los procedimientos descritos (v. de Marées y Brach, en este libro). Con ella partimos de un nivel general de activación que influye sobre varios factores, entre ellos el rendimiento deportivo.

## 2.3 Encuestas a entrenadores

En una primera encuesta se preguntó a cuatro entrenadores de ciclismo (dos de juveniles, otro en el ámbito de aficionados de clase A y otro de aficionados de élite a nivel nacional) su *valoración básica del componente de la técnica* en ciclismo. En síntesis, se obtuvo como respuesta que la técnica en ciclismo de fondo en carretera no tenía ninguna importancia o bien la tenía escasa, pero restringida al ámbito de los principiantes.

- [3.4.1.3] ¿Qué puedes evitar con esta técnica?
- [3.4.2] ¿En qué adviertes que tu técnica va bien? (Concretamente: ¿en qué notas que tu pedaleo es redondo?)
- [3.4.3] Describe la sensación de marcha cuando tu técnica va bien.
- [3.4.4] ¿En qué te das cuenta de que tu técnica no va bien?
- [3.4.5] Describe la sensación de marcha cuando tu técnica no va bien.
- [3.4.6] ¿Adoptas alguna medida activa para volver a una buena técnica? (Continuación: ¿qué haces exactamente para meterte de nuevo?)
- [3.4.7] Cuando tu técnica funciona ¿tienes la sensación de que tú mismo haces algo para permanecer en ella o tienes la sensación de que funciona por sí sola? (Continuación: ¿qué haces exactamente para permanecer en ella?)

### 2.1.5 Intenciones globales de la práctica deportiva

- [4.1.1] ¿Cuáles son tus objetivos de competición en ciclismo para esta temporada? (Los objetivos mencionados se escriben en un formulario [fig. 4]. Para cada objetivo utilizamos un formulario nuevo.)
- [4.1.2] ¿Hasta qué punto estás seguro de que vas a conseguir realmente estos objetivos? (El sujeto evalúa el objetivo mencionado en relación con la escala de probabilidades de realización; continuación: ¿por qué estás seguro de que...? ¿en qué fundamentas tu seguridad?)
- [4.1.3] Además de los objetivos para esta temporada ¿hay objetivos que vayan más allá de ésta? ¿Puedes citar algunos de ellos? (Anotarlos en el formulario según fig. 4.)
- [4.1.4] ¿Hasta qué punto estás seguro de que también vas a conseguir estos objetivos? (Formulario según fig. 4 para evaluar la realización; continuación: ¿por qué estás seguro de que...?, ¿en qué fundamentas tu seguridad?)
- [4.1.5] ¿Alguno de los objetivos mencionados para esta temporada y más a largo plazo tienen objetivos subordinados o están ellos a su vez subordinados a otros? ¿Cuál es tu principal objetivo para la temporada siguiente? (El sujeto dispone de los formularios descritos en la figura 4 para esta distribución jerárquica; continuación: ¿hasta qué punto estás satisfecho con la estructura que has planteado?)

*Si el plano de los propósitos (“para...”) no ha sido mencionado durante la conversación sobre el análisis de objetivos, se utilizan las siguientes preguntas sobre los objetivos más importantes mencionados por el sujeto (v. 4.1.5).*

- [4.2.1] ¿Qué consecuencias positivas esperas de la consecución de este objetivo? ¿Qué fin persigues con la consecución de este objetivo? (Anotar las consecuencias en un formulario según fig. 4.)
- [4.2.2] ¿Cómo clasificarías las consecuencias mencionadas según su importancia

A continuación describimos en primer lugar los componentes físicos de este circuito regulador específico de la técnica de conducción, y después los biológicos.

## 2.1 Fundamentos físicos de la técnica de conducción

La bicicleta en su forma actual no ha sufrido cambios esenciales respecto a sus primeras versiones desde hace aproximadamente 100 años. Respecto a la transmisión de fuerza, la introducción del piñón libre y la posibilidad de relaciones de transmisión variables supusieron indudablemente novedades, pero la conducción y estabilización de la bicicleta en el marco de la geometría del manillar se producen según los mismos principios que regían a comienzos del siglo XX. Las direcciones posibles del movimiento de la bicicleta resultan de la disposición del manillar y las ruedas (fig. 3). El impulso con la conducción en línea recta se produce en forma de una translación en la dirección  $x$ . Al dar la curva se produce una rotación añadida en torno al eje  $z$ . Debido al precario equilibrio de la bicicleta aparecen ángulos  $\beta$  de inclinación del cuadro, alrededor del eje  $x$ , que se pueden corregir con los correspondientes ángulos  $\alpha$  del manillar.

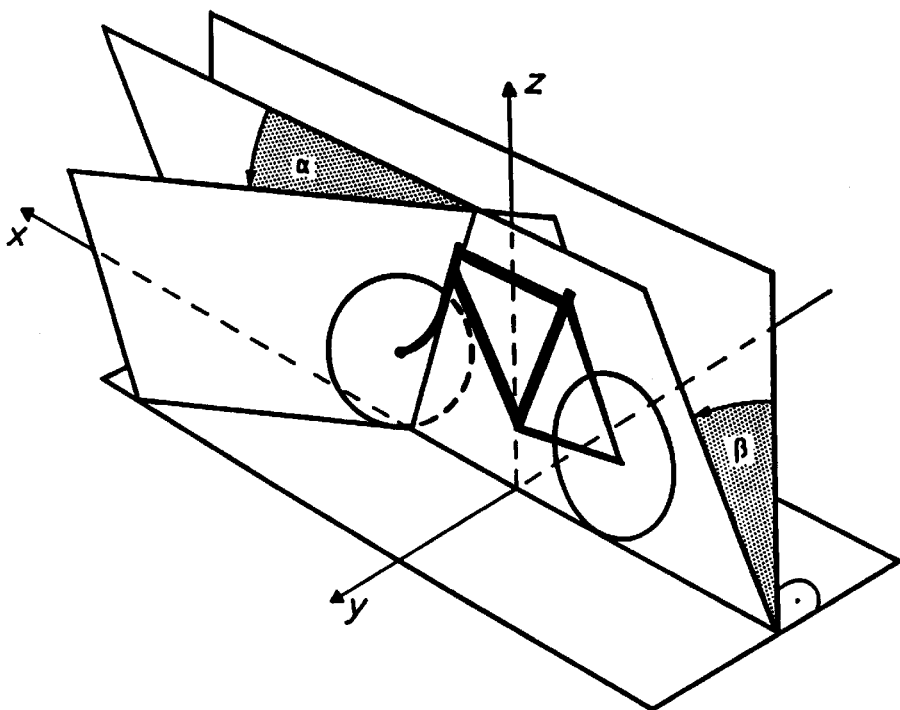


Figura 3. Grados de libertad en el movimiento de la bicicleta.

- Creación de una representación básica.
- Aprovechamiento de las submodalidades.

Las metáforas facilitan la comunicación, porque a través de ellas se transmite el sistema de referencias en su conjunto (persona, entorno, tarea) o bien referencias parciales importantes para el atleta. A esto se añade el registro de la vivencia personal. A través de las metáforas se comunican, además de las intenciones, referencias importantes por su papel en la acción motriz. Este tipo de comunicación supone una importante ayuda en el ámbito del deporte infantil y juvenil, porque en él no se dispone aún de las necesarias estructuras conceptuales propias de la modalidad.

Otra ventaja radica en el aprovechamiento de las imágenes individuales, esto es, en el acceso directo a las vivencias personales. Estas representaciones individuales se pueden analizar con más detalle en preguntas sucesivas, de modo que el entrenador adquiere rápidamente una imagen básica. Por otra parte, las metáforas que utiliza el entrenador ofrecen a los atletas una imagen básica de lo que les espera. Por ejemplo, en el cambio de un trampolín a otro mayor, la metáfora puede servir para explicar las diferencias y preparar al saltador para una fase de vuelo más prolongada y otra vivencia de las condiciones del viento.

Al aplicar las metáforas se ha visto la utilidad de abordar con más detalle las distintas modalidades sensoriales y sobre todo las submodalidades, pues de esta forma se aclaran en gran medida las diferencias entre realizaciones motrices buenas y malas y sus respectivas representaciones.

Para el entrenador, el empleo de metáforas supone un verdadero desafío, pues su aprovechamiento presupone que los entrenadores:

- (1) entran en el mundo de representaciones de los atletas e intentan dejar en la reserva sus propias imágenes;
- (2) traducen para sí las metáforas utilizadas por el atleta y las asocian con las suyas propias y con los datos “objetivos”;
- (3) realizan, a partir de los datos obtenidos, el correspondiente análisis de errores;
- (4) desarrollan, sobre la base del análisis de errores, las correspondientes posibilidades de solución;
- (5) adecúan estas posibilidades de solución a las representaciones mentales del atleta, esto es, las traducen a su lenguaje gráfico;
- (6) aclaran a los atletas de forma precisa lo que tienen que hacer y los indicadores por los que se tienen que orientar.

En un primer paso, el entrenador puede obtener datos acerca de la representación interna de la acción motriz con ayuda de las expresiones metafóricas de los atletas. Junto con el atleta, puede analizar las referencias e intenciones que éstas contienen. Para ello el análisis de las submodalidades es un componente importante. El cambio de submodalidades importantes dependiendo de lo que haya de ser mejorado puede proporcionar al atleta una imagen de la modificación deseada. Así por ejemplo, en la metáfora del coche

Según Ericsson y cols. (1985), los vastos alcanzan al pedalear un 50 % aproximadamente de la actividad máxima posible en el EMG en tensión isométrica. En el tríceps sural se observa un 25 %, y en los demás grupos musculares un 10 % aproximadamente. Todos los valores se calcularon con 120 W y 60 giros/min, de manera que su valor informativo para el ámbito del deporte de rendimiento es limitado. Entre otras posibles explicaciones del fenómeno, podemos aducir que la musculatura extensora de las piernas está filogenéticamente condicionada para una actividad casi continua contra la fuerza de gravedad.

Si analizamos la energía consumida al pedalear, interesa sobre todo el estudio detallado del *rendimiento mecánico*. Aquí proponemos distintos procedimientos analíticos y definiciones, como por ejemplo:

<i>Rendimiento global</i>	= trabajo realizado / energía consumida
<i>Rendimiento neto</i>	= trabajo realizado / (energía consumida / consumo de energía en reposo)
<i>Rendimiento del trabajo</i>	= trabajo realizado / (energía gastada / consumo de energía al pedalear contra un peso igual a cero)
<i>Rendimiento diferencial</i>	= diferencia de los trabajos realizados / diferencia de las energías consumidas

Podemos describir además la llamada eficacia del movimiento de pedaleo como:

<i>Eficacia</i>	= trabajo tangencial realizado / trabajo global aplicado sobre el pedal
-----------------	---

Varias investigaciones llevadas a cabo en torno al ciclismo dieron como resultado que con un rendimiento deportivo constante el rendimiento mecánico global del sistema desciende al aumentar la frecuencia de pedaleo, con independencia del método de cálculo.

No obstante, el influjo del rendimiento deportivo sobre el rendimiento mecánico depende del método de cálculo. El rendimiento global y el neto aumentan cuando lo hace el rendimiento deportivo, mientras que el rendimiento del trabajo no varía y el rendimiento diferencial desciende. Con independencia del método de cálculo, para calcular la frecuencia óptima de pedaleo se han de tener en cuenta el rendimiento deportivo y la velocidad del pedal.

Desde la perspectiva del rendimiento mecánico se debería evitar una frecuencia de pedaleo baja por el elevado consumo energético que originan las contracciones prolongadas. En cambio, si la frecuencia de pedaleo es demasiado elevada, el trabajo externo efectuado será escaso, y la energía se transformará en parte en calor y en parte se necesitará para superar la resistencia de rozamiento interna del músculo (Hartree y Hill, 1928).

El efecto de la frecuencia de pedaleo sobre el rendimiento mecánico se investigó ya en 1929 (Dickinson, 1929). Mientras que en un primer momento la frecuencia de pedaleo idónea se calculó en 33 giros/min, investigaciones más recientes dieron como frecuencia idónea, con un incremento del rendimiento de 40 W hasta 330 W, un aumento desde 42 giros/min hasta 62 giros/min (Seabury, Adams y Ramey, 1977; fig. 20).

El *procedimiento deductivo* se basa en indicaciones y prescripciones de movimientos, como en el siguiente caso:

“Los atletas más jóvenes... no quieren saber por qué algo funciona, sino sólo el hecho de que funciona. Tengo que decirles: haz esto y esto otro, y entonces funciona; las razones por las que lo digo no cuentan para nada” (gimnasia). Las indicaciones se dan también si se aprecian errores: “menciono el fallo, y si en un primer momento tengo *in mente* la forma de evitarlo, la digo” (remo).

*Proceder de forma inductiva* significa plantear tareas motrices, ordenar su puesta a prueba y elaborar soluciones, por ejemplo, creando unas condiciones obligatorias que impidan la aparición de un error.

“Las condiciones que puedan forzar tales resultados son, por ejemplo, en un atleta que pasa muy inquieto por encima del listón, un obstáculo en profundidad, esto es, dos listones uno detrás del otro. Si quiere pasarlos no tiene más remedio que permanecer tranquilo arriba” (atletismo).

En la *corrección de errores* la mayoría de los entrenadores encuestados opta por el procedimiento deductivo:

“Pienso cuál podría ser la causa del error y a continuación intento tomar alguna iniciativa para contrarrestarlo” (remo). De forma inductiva se trabaja con los deportistas en un nivel más bajo de rendimiento: “A los principiantes acostumbro decirles que han de intentar evitar el error por sí mismos. Si no funciona, les doy indicaciones concretas” (remo).

Las instrucciones o las preguntas pueden estar *centradas en el resultado* o en el *proceso*. Entre las primeras podemos mencionar como ejemplo las sobrecorrecciones:

“Con un salto demasiado plano les digo que lo hagan como en la modalidad de saltos de trampolín (de cabeza), no para la salida de una carrera” (natación). Las preguntas orientadas al proceso pueden referirse a movimientos falsos o correctos: “intento, siempre que en mi opinión el movimiento ha transcurrido bien y correctamente, detenerle (al deportista) y preguntarle: ¿qué acabas de hacer?, ¿qué has notado?” (vóleibol).

La siguiente afirmación también está orientada al proceso:

“Por ejemplo, el problema de las diferentes longitudes del golpe de remo: en el bote, en el punto donde se debería atacar, hemos colocado tallos de cereal; los remeros tienen que desplazarse hacia delante hasta que alcanzan con las manos la altura de estos tallos y éste es punto donde deben insertar la pala en el agua” (remo).

**Metáforas:*****Salto bueno:***

- Volar hacia el agujero.
- Un gran avión, muy largo y lento, que se desliza hacia delante.

***Colores y entorno:***

- Desde el avión uno tiene una distancia que le permite contemplar todo, verdes prados de verano con buen tiempo.

***Ruidos:***

- No tienen importancia, un poco lo que uno oye.

***Salto malo:***

- Un antiguo biplano, bueno para chatarra, que vuela cerca del suelo,
- en el que uno se siente oprimido.

***Colores y entorno:***

- Blanco y negro, con cielo negro.

**Sujeto 4****Impresión general con relación a las metáforas:**

Reservado en sus exteriorizaciones.

- La cabeza tiene una gran importancia.

**Metáforas:*****Salto bueno:***

- Un avión sin motor, tranquilo y lento; cuando los alerones bajan, tú subes.

***Tensión del cuerpo:***

- Un material firme, de alguna manera.

***Salto malo:******Tensión del cuerpo:***

- Como un *pudding* (muy poca tensión en el despegue).

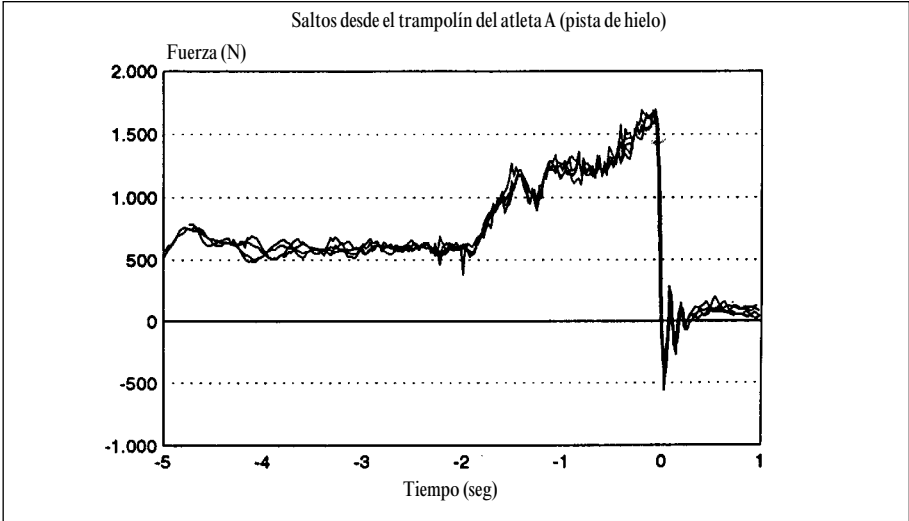
***En todos los saltos:***

- El despegue supone el mayor cambio: entre encerrado y libre.
- La cabeza es el manillar.
- Uno se encoge cuando mira para abajo.

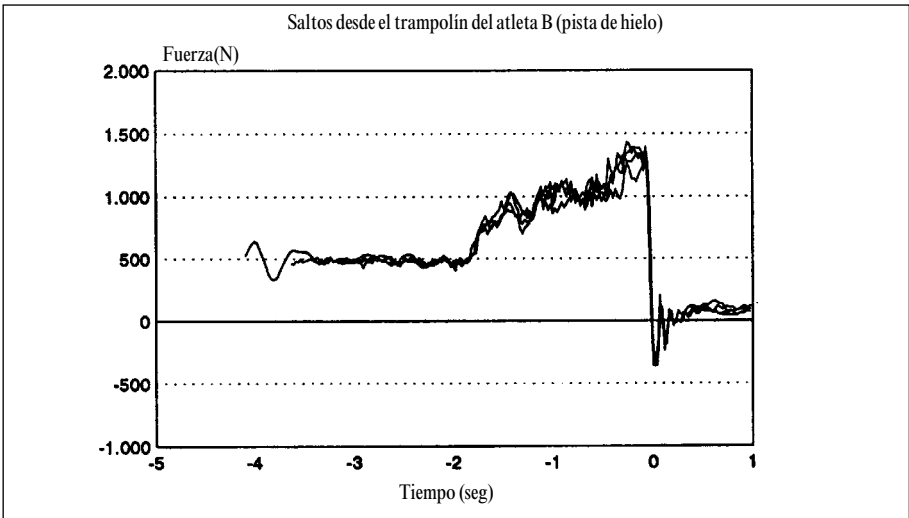
- operativa 141
- Relajación 145
- Relevancia
  - análisis de la 141
  - relación de 136
  - percepción de la 82, 231
- Remo
  - bote de 105, 127
  - entrenador de 228
  - ergómetro de 364, 370
- Rendimiento
  - capacidad de 59, 106, 203, 225, 239, 308, 313, 317, 325, 382
  - capacidad de, físico 348
  - capacidad de, sensomotor 340, 361
  - capacidad de, tecnomotor 329, 350-354, 365-369, 375-383
  - cifra indicativa del 34
  - componente del 33, 64, 388
  - diagnóstico del 46
  - disponibilidad al 59, 203, 318
  - evolución del 33, 62-65, 238
  - exigencia de 33, 59, 156
  - fisiología del 247
  - nivel de 34, 204-208, 215, 220-225, 228, 231, 281, 339, 347, 385, 431
  - optimización del 33, 492
  - requisitos del 135, 40, 46-47, 53, 65, 197, 206, 230, 398
  - reserva de 33
  - sensibilidad ante el 273
  - situación de 198
- motor 74, 85, 180-185
- Repetición 85, 124, 148-152, 157, 182, 190, 196, 214-218
- Representación (v. tb. representación motriz) 114, 232, 339, 360, 434, 446, 526
  - abstracta 168, 184
  - capacidad de 446
  - central 168, 184
  - cognitiva 53-54, 163, 401, 442, 453, 194, 226, 229, 233, 366, 503
  - consciente 89, 163, 479
  - declarativa 163
  - de componentes 331
  - de sí mismo 67
  - del procedimiento 163
  - emocioanl 497
  - explícita 163
  - externa 163
  - icónica 163
  - implícita 163
  - interna 35, 50, 54-56, 84, 87, 135, 141, 162, 170, 181-188, 204, 288, 320, 442, 453, Representación 464, 477, 489, 497, 515
  - metafórica 163
  - motriz 163, 187
  - precisión de la 235
  - semántica 163, 181
  - subcognitiva 163
  - subjetiva 136, 188, 194, 500
  - temporal 401, 431, 446-449
- Reproducción 174, 339
- Reprogramación 200, 219
- Requerimiento
  - carácter de 138, 166
  - situación de 138
- Requisito
  - antropométrico 380
  - coordinativo 208
  - de condición física 207-209, 344, 347
  - psicovegetativo 145
  - psíquico 203
  - situacional 469
- Resistencia 64-64, 220-223, 273
  - capacidad de rendimiento de 206, 433
  - de fundamentos 222
  - del rozamiento 272
  - efecto de 33
  - entrenamiento de 45-46, 222, 228, 237, 274
  - fuerza de 261
- Respiración 151, 301
- Responsabilidad 68
- Restricción 134, 182
- Retroalimentación 50-53, 72, 99, 103, 118, 153, 159, 198-201, 212, 216, 284-291, 297, 308, 325, 448, 454
  - cinética 314, 325
  - entrenamiento de 284, 317, 328
  - del transcurso 154
- Riesgo 240
  - de lesión 232
  - disponibilidad ante el 203, 208
  - entrenamiento de 225
- Rigidez 35
- Ritmisación 151, 218
- Ritmo 481-487, 492, 525, 174, 335, 379, 442
  - circardiaco 348
  - de trabajo 273
- S**
- Salto en vertical 229, 397, 402, 411-414, 434, 440-444, 449
- Salud 62, 68
- SARC 97ss., 117, 127
- Secuencia ángulo-tiempo 421
- Seguridad 217, 431
  - intención de 511
  - necesidad de 507

en la tabla 4). Esto apunta a dificultades en las condiciones de realización, y por tanto de regulación, en la pista de hielo.

Las figuras 25-27 nos dan una impresión visual de la coincidencia de las secuencias fuerza-tiempo en los saltos registrados de los atletas A, B y C.



**Figura 25.** Curvas fuerza-tiempo superpuestas de 5 saltos desde el trampolín del atleta A (pista de hielo; aclaraciones en el texto).



**Figura 26.** Curvas fuerza-tiempo superpuestas de 4 saltos desde el trampolín del atleta B (pista de hielo; aclaraciones en el texto).

Basándonos en el material de los datos podemos afirmar que el parámetro “velocidad” está vinculado en la vivencia subjetiva del deportista con indicadores externos, como por ejemplo la audición del viento de la marcha o la sensación de fuerzas que actúan en sentido radial sobre la propia persona. Durante el vuelo la experiencia de la velocidad parece estar relacionada con la aproximación al suelo percibida visualmente. Igualmente, la aceleración negativa en el aire (como descenso de la velocidad) se acompaña de la sensación de que el aire no sostiene ya el propio cuerpo. De aquí se podría deducir que también las percepciones táctiles están asociadas con la vivencia de la velocidad.

Los cambios en la velocidad se pueden atribuir, en la visión del saltador, a factores externos como la nieve (frenado) o el radio (aceleración radial), y éste apenas tiene en su mano la posibilidad de modificarlos. No obstante, también pueden explicarse por factores internos, como el estiramiento del tronco, y permiten entonces ejercer un cierto control.

Finalmente, las investigaciones dan pie a suponer que la vivencia de un aumento de velocidad puede estar vinculada al miedo y a una pérdida del control de los movimientos.

### **Fuerza/presión**

En el transcurso de la evaluación se consideró adecuado el examen por separado de la “fuerza” y la “presión” como cualidades vividas. La fuerza se asocia, según las investigaciones, más bien con una actividad propia, algo que el saltador puede controlar. La fuerza se puede experimentar partiendo de diferentes zonas del cuerpo (en la investigación: de los movimientos del brazo y de las piernas) y en una determinada dirección como impulso de fuerza (en la investigación: hacia arriba o hacia delante). La altura y la presión de los esquís en el aire proporcionan información retroactiva sobre la calidad del impulso de fuerza en el aire. La fuerza experimentada subjetivamente puede tener importancia también en relación con las intenciones, en los casos en que un saltador se plantea como objetivo orientar un impulso de fuerza máximo en la dirección correcta.

La presión parece ser, según los analistas, algo que el saltador encuentra en la realización del movimiento, algo que le viene desde fuera. La “presión” aparece mencionada en diversos contextos: en la carrera, en el radio y como “presión del aire” (el saltador no suele utilizar el concepto de “presión”, definido en física como relación “fuerza/superficie” delimitado correctamente frente a “fuerza”, sino de forma imprecisa y a veces en lugar de este último concepto).

#### *Presión en la carrera*

En la carrera sobre la mesa del trampolín la presión se puede notar a través de un indicador externo (en nuestra investigación: presión general bajo los esquís o un esquí haciendo tracción hacia fuera por carga sobre su borde interno) o a través de indicadores internos del cuerpo (como presión sobre los metacarpianos por desplazamiento del punto de gravedad hacia delante).

cial” adquirido conscientemente podría abrir la barrera al trabajo consciente que se necesita con exigencias de aprendizaje comparativamente mayores” (Stark, 1989, pág. 5).

La pretensión de muchas repeticiones del movimiento, monótonas y reiterativas en el sentido de “un ejercicio exageradamente prolongado y con repeticiones constantes” (Martin, Carl y Lehnertz, 1991, pág. 51) no es sostenible en todos los casos, como muestran datos recientes. El entrenamiento de automatización de la técnica no se puede equiparar sencillamente a la realización múltiple de movimientos estandarizados, en cierta manera un monótono “entrenamiento de pulido”. Las tareas motrices no se han de “automatizar ciegamente”; más bien se deben centrar en una “constancia y precisión del programa, con flexibilidad para la adecuación y estabilidad ante la alteración” (Roth, 1990b, pág. 29 y ss.). Incluso tratándose de la automatización en disciplinas con realizaciones motrices estandarizadas (p. ej., gimnasia de aparatos, salto de trampolín), el entrenamiento variable dirigido a un objetivo (variación de parámetros) puede ser más eficaz que un mero ejercicio monótono, como han podido mostrar varias investigaciones sobre la hipótesis de la “variability-of-practice” (Roth, 1990b, pág. 30).

Las exigencias propias de la modalidad determinan el grado de variabilidad que se ha de buscar dentro de la automatización de la técnica. Así por ejemplo, los lanzamientos o golpes en juegos deportivos han de cumplir otros criterios que el “pedaleo redondo” del ciclismo, la palada de remo o el movimiento de puesta en pie en salto de esquí.

En la acción motriz se han de tener en cuenta, dependiendo de la modalidad, otras informaciones adicionales, propias del cuerpo, relacionadas con el entorno y/o con la táctica. Si estos datos no son previsibles a largo plazo, sino como mucho anticipables a corto plazo (p. ej., viento, olas, características del suelo o comportamiento del contrario), será necesario activar, acompañando al movimiento, otros procesos de dirección de la atención (Rockmann-Rüger, 1991b, pág. 19). En entrenamiento de automatización de técnica, las tareas múltiples de este tipo han de tenerse presentes en su forma compleja, asociadas al dominio simultáneo de las exigencias propias de la modalidad. Un “entrenamiento de tarea” aislado, de componentes del rendimiento individuales, no es suficiente (Manzey, 1993, pág. 94).

El proceso de la automatización de la técnica se puede apoyar por medio del lenguaje (verbalización y autoinstrucción), por ejemplo marcando el ritmo de la secuencia motriz. Para evitar repercusiones negativas que podrían aparecer en forma de una suspensión parcial de la automatización, por el hecho de dirigir (de nuevo) conscientemente la atención a rasgos de ejecución, hay dos estrategias razonables (Munzert, 1994b): la reducción e internalización de los procesos lingüísticos que tienen lugar en el transcurso del ejercicio y/o el aumento de los intervalos temporales entre los ejercicios, acompañado de verbalización. Estas “fórmulas lingüísticas”, desarrolladas individualmente en el entrenamiento de la técnica, sirven también de ayuda en la competición para concentrar la atención en rasgos esenciales de la técnica y para impedir una

Si una persona repite una actividad con la sensación de la misma duración, se habla de *cálculo* en forma de *reproducción*. Este tipo se aplica a menudo en la experiencia práctica, pues no hace falta recurrir a unidades abstractas.

Otras investigaciones experimentales se basan en *métodos de producción*. El sujeto del experimento expresa una duración en términos de una determinada actividad (p. ej., caminar durante 3 min).

Los experimentos demuestran una escasa o nula correlación entre los tipos de cálculo habituales en la práctica, reproducción, comparación y producción. Las relaciones aumentan con intervalos de tiempo menores. Todos los tipos de cálculo muestran escaso grado de precisión. Al aumentar el intervalo de tiempo, crece el error en la valoración. Utilizando el método de reproducción se han constatado errores de entre el 20% y el 25 % en intervalos de 9 a 25 segundos, y errores del 33 % con intervalos de 76 seg. El método de producción obtiene índices de error menores en comparación con los otros métodos. La variabilidad de los cálculos de una sola persona parece ser relativamente escasa. La elevada fiabilidad del cálculo de duraciones con todos los métodos parece basarse en una escala fija, subjetiva y propia de la persona. Sin embargo, los cálculos varían considerablemente entre los individuos (Fraisse, 1985).

Hasta la fecha la ciencia no se ha ocupado sistemáticamente de los experimentos orientados al cálculo de espacio y tiempo en una modalidad deportiva concreta. Respecto a la orientación temporal sólo podemos anotar los resultados de experimentos con deportistas de élite (en natación), que consiguieron con entrenamiento mental e ideomotor la máxima precisión en la reproducción temporal de sus recorridos de competición (Schober, 1990, comunicación personal; v. al respecto también Neumaier y cols., párrafo 4.3, en este libro).

Los proyectos de investigación en ciencia del deporte que tratan de la orientación espacio-temporal se limitan en su mayor parte a la cuantificación de rendimientos sensoriales concretos de modalidades escogidas, así como a las posibilidades de entrenar dichos rendimientos. El equilibrio y el sistema visual ocupan aquí un lugar preeminente. Numerosos autores (Bartmus, 1987; Bartmus y cols., 1991; Henke, Wehmeyer y de Marées, 1989; Krüger, Gundlach y Dahl, 1983; Neumann, 1991; Rossberg y Talsky, 1970; Tidow, Brückner y de Marées, 1987; Walkstein, 1971; Wilke y Fuchs, 1969) han demostrado la correlación positiva entre el asentamiento funcional de estos sistemas en deportistas cuyas modalidades trabajan sobre estas estructuras y su nivel de rendimiento específico.

En este contexto se ha intentado cuantificar la *orientación general en el tiempo y el espacio* sobre una instalación de medición desarrollada específicamente para este fin (v. párrafo 3.3). A partir de un *test de comportamiento de las sucesiones* (“rastreo de las sucesiones”), que evalúa la capacidad de rendimiento sensoriomotor de un sistema parcial, dependiendo de la exigencia motriz y por tanto de las componentes espaciales y temporales de la regulación motriz, se utiliza otro método de medición ya conocido (Seibt y Ascheron, 1990). Con este método disponemos de nuevos pará-

## 4 INTENCIONES GLOBALES DE LA PRÁCTICA DEPORTIVA

---

### 4.1 Plano de los objetivos

4.1.1 *Enumeración de objetivos de la temporada*

4.1.2 *Valoración de las realizaciones*

4.1.3 *Enumeración de los objetivos a más largo plazo*

4.1.4 *Valoración de las realizaciones*

### 4.2 Plano de los propósitos

4.2.1 *Enumeración*

4.2.2 *Jerarquización*

---

## CONCLUSIÓN

---

### 2.1 Guión de la entrevista

Las preguntas que a continuación enumeramos constituyen sólo el punto de partida para la encuesta. El entrevistador puede reaccionar a las respuestas del entrevistado con preguntas improvisadas (v. al respecto las técnicas de conversación descritas en el párrafo 2.2.2) con el fin de obtener informaciones más detalladas y específicas según convenga, o bien para entender e interpretar comentarios anteriores del encuestado en el sentido del procedimiento de diálogo-consenso.

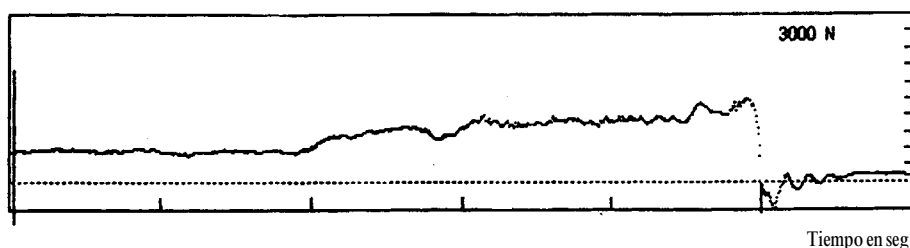
#### 2.1.1 Inicio

El entrevistador debería comentar los siguientes puntos inmediatamente antes del comienzo de la entrevista:

- (1) agradecimiento por la disponibilidad a participar en la entrevista;
- (2) presentación del entrevistador;
- (3) duración de la conversación;
- (4) objetivos de la entrevista;
- (5) eliminar recelos; aclarar que se considera al entrevistado interlocutor de idénticos valor y derechos;
- (6) el entrevistado es el “experto” cuyas experiencias y puntos de vista nos interesa recoger; nos ayuda a recabar datos; debe decir todo lo que le parece esencial, sin guardarse nada;
- (7) informaciones para el transcurso de la conversación (p. ej., anunciar el procedimiento de presentación de fichas, las grabaciones magnetofónicas o de vídeo, indicar la posibilidad de detener el aparato registrador, preguntas que aclaren ambigüedades en las preguntas del entrevistador, etc.).

- carga sobre el metatarso frente a carga sobre el talón (inclinación hacia delante o hacia atrás).

En la figura 7 se puede ver la curva fuerza-tiempo de la fuerza normal ( $F_N$ ) de un salto desde el trampolín. La representación gráfica (suma de todas las fuerzas de reacción) comienza en la fase de carrera, 5 seg antes de alcanzar el final de la mesa del trampolín.



**Figura 7.** Ejemplo de secuencia F-t como suma de todos los puntos de medición (inicio: 5 seg antes de abandonar la mesa del trampolín).

La figura 8 muestra la división de las fuerzas de reacción del suelo según las cargas sobre los bordes de ambos esquís.

Las fuerzas de reacción se pueden representar además como “punto de aplicación de la fuerza” en forma de un signo móvil sobre un retículo de líneas cruzadas en el monitor (en simultaneidad con el proceso de medición o con retraso temporal). Son por tanto materia de comunicación retroactiva como rasgo complejo de la regulación motriz. La figura 9 ejemplifica una prueba de deslizamiento realizada por un atleta de combinación nórdica, con el objetivo de conseguir una posición plana del esquí, sin inclinación hacia delante ni hacia atrás. Las cruces marcadas muestran el “punto medio de aplicación de la fuerza” en el periodo total de medición de 7 segundos.

En los saltos con el esquí de medición en situación real, los atletas expresaron ciertas reservas, sobre todo en relación con los saltos desde el trampolín, pero no con los realizados desde la plataforma deslizante. Estos reparos tenían que ver con la altura de la construcción y con las modificaciones experimentadas por el peso y por el centro de gravedad del esquí, debidas a las placas de medición montadas, que produjeron inseguridad en los atletas y les llevaron a realizar sólo “saltos de seguridad”. Por ello se decidió, de acuerdo con los entrenadores y los atletas, configurar la fijación de medición en los saltos desde el trampolín con menos efecto retroactivo, esto es, reducir más aún su tamaño.

Para calcular los componentes de fuerza que actúan sobre la biela es preciso conocer la *posición* y la situación en el espacio del receptor de fuerza situado en el pedal (fig. 29). Esto se averigua a través de la posición de la biela ( $\theta_1$ ) y del ángulo entre pedal y biela ( $\theta_2$ ). La codificación de los ángulos se produce mediante los transmisores Resolver, que efectúan mediciones continuas; éstos se componen de un armazón y un rotor, de forma parecida a un motor de corriente alterna. El rotor es alimentado aquí con una señal de corriente alterna de 3 KHz, e induce hacia las bobinas del armazón, desplazadas en  $90^\circ$ , corrientes cuyas amplitudes son proporcionales a la posición angular respecto al rotor; éstas se transforman en las correspondientes corrientes continuas.

Los procedimientos de medición potenciométricos no se tomaron en consideración debido a una zona muerta en medición rotatoria en sucesiones de  $n \times 360^\circ$ . Los procedimientos optoelectrónicos no pudieron ser utilizados con errores tolerables debido a las vibraciones del conjunto del sistema.



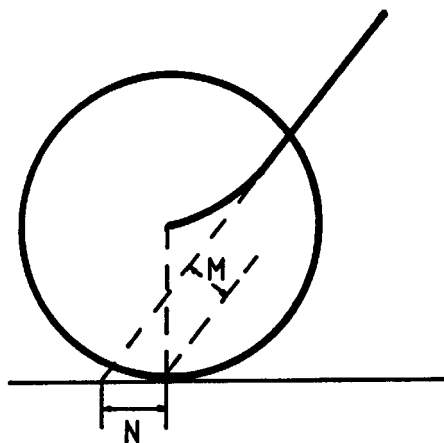
**Figura 30.** Vista lateral de la bicicleta de medición.

1. Elemento piezoeléctrico de medición de fuerza.
2. Cierres velcro del zapato especial para la fijación del pie.
3. Suela del zapato de Konstruktal (aleación de aluminio).
4. Transmisor Resolver para determinar la posición del pedal.

El mecanismo de la estabilización y la dirección de la bicicleta, concretamente, el hecho de que con un movimiento del manillar en un sentido se provoca una inclinación del cuadro en sentido contrario es conocido desde hace mucho tiempo. Rankine describió este proceso ya en 1869.

Hemos dejado parcialmente sin respuesta la siguiente cuestión: ¿en qué medida el conductor puede generar *consciente o inconscientemente los movimientos del manillar*? En efecto, la bicicleta dispone en gran medida de una estabilidad propia. De hecho, el manillar se mueve también, sin intervención activa del conductor, en la dirección que en cada momento tome la inclinación del cuadro, lo cual se puede ver claramente, por ejemplo, al conducir sin manos, gesto que sólo es posible a partir de una cierta velocidad mínima.

El hecho se puede explicar por las fuerzas de trompo que aparecen en la rueda delantera o también por la geometría de conducción de la bicicleta (fig. 9). Whipple (1899) calculó basándose en la geometría de la bicicleta un ámbito estable de entre 16-20 km/h.



**Figura 9.** Geometría de conducción de la bicicleta (según Pipkin, 1984);  $N$  = avance del pivote,  $M$  = brazo del momento del avance.

contrapeso en el sentido contrario al de la rueda delantera, que dichas fuerzas de trompo contribuyen tal vez a la estabilización de la bicicleta no sometida a carga, pero no a la del vehículo cargado con la masa del ciclista.

Los cálculos de Pearsells (1922) dieron como magnitudes importantes para la estabilidad de la bicicleta un centro de gravedad bajo y un desplazamiento del peso global de ciclista y bicicleta en dirección a la rueda delantera.

Kirshner (1980) mostró una vez más que la geometría de la conducción, sobre todo el avance del pivote de la rueda delantera (fig. 9), explica la estabilidad autónoma de

Klein y Sommerfeld (1914) llegan a un resultado parecido, que según ellos sólo se puede alcanzar teniendo en cuenta las fuerzas de trompo de la rueda delantera, sometiendo a ésta a precesión bajo el momento de giro de la fuerza de gravedad con el cuadro inclinado y llevándola en la dirección de la caída. Estos autores consideran, como ya lo hizo Whipple, que por encima y por debajo de un ámbito estable de velocidad, determinado por la estructura, se hace imprescindible una intervención del ciclista en forma de movimientos de conducción y/o desplazamientos de peso.

Jones (1970) ha podido demostrar experimentalmente, eliminando las fuerzas de trompo mediante un

- (1) *Ejercicio monótono-aditivo*. La técnica deportiva se ejercita en situaciones diversas, pero en cada caso en condiciones relativamente constantes. Este modo de proceder es el que suele recomendar la literatura de la metodología del entrenamiento en las distintas modalidades para obtener la variabilidad en la técnica (Roth, 1990b, pág. 29).
- (2) *Ejercicio variable (en condiciones facilitadas)*. Sobre este modo de proceder (principio de variación) existen una serie de principios metodológicos, por ejemplo:
  - mantenimiento de las condiciones de partida al variar el objetivo;
  - mantenimiento del objetivo variando la posición de partida;
  - reducción del margen de variación (Hossner, 1990, 1991; Roth, 1990a).

Con este modo de proceder se intenta conseguir la variabilidad de la técnica según la fórmula metodológica básica de “¡repite, sin repetir!” (Roth, 1990b, pág. 29). La dificultad radica aquí en ofrecer indicaciones concretas sobre el objetivo en referencia al margen de variación deseado, dada la necesidad adicional de tener en cuenta la variación natural en la ejecución del movimiento (v. al respecto el párrafo 2.4).

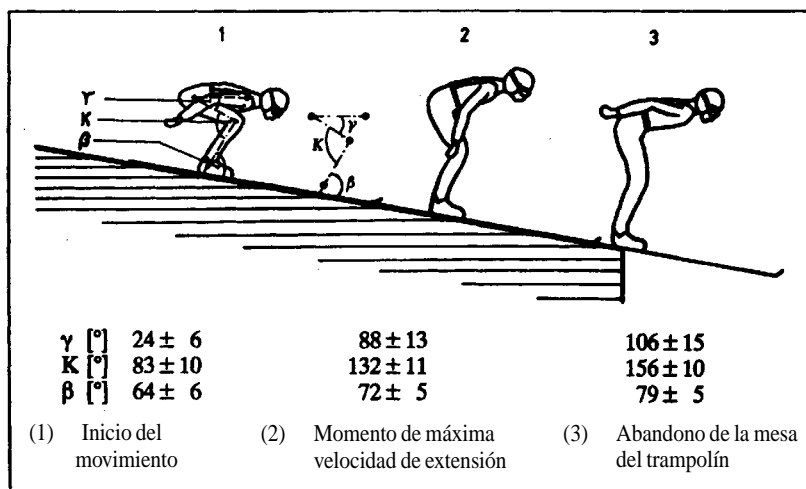
En la literatura científica del deporte se suele dar la primacía al procedimiento basado en el principio de variación. Para ello se recurre sobre todo a la teoría del esquema de Schmidt, y por tanto a la llamada hipótesis de la “*variability-of-practice*”. No obstante, el conjunto de los resultados basados en esta suposición no es homogéneo, y los estudios realizados sobre ella apuntan a varias contradicciones. Los enfoques explicativos alternativos sobre la eficacia de las condiciones variables incluyen efectos generales, como por ejemplo el aumento de motivación, la menor fatiga mental, mayor intensidad de la atención, etc. (sobre el tema de la “*contextual interference*” v., p. ej., Magill, 1989; Munzert, 1989; Shea y Morgan, 1979; Wiemeyer, 1992b; v. al respecto el segundo artículo de Nitsch y Munzert, párrafo 3.2.2, en este libro).

Varios experimentos en distintas modalidades con distinto grado de variabilidad del ejercicio apoyan, según Roth, la conclusión de que el entrenamiento de variación de la técnica presenta éxitos más sólidos cuando no se intenta conseguir una variabilidad máxima, sino “sólo” la óptima. Las investigaciones realizadas por Szymanski (1991) y Szymanski y Kuhn (1993) sobre los golpes en tenis de mesa y badminton muestran un efecto positivo sobre la precisión en la búsqueda del objetivo en situaciones de aplicación variable, cuando en el entrenamiento de variación se plantean exigencias tácticas fáciles en forma de tareas de percepción sencillas y propias del juego.

Dado que el éxito del aprendizaje en el entrenamiento de variación de la técnica se explica en último término por la formación y consolidación de engramas (¿de rango y complejidad superior?) en las estructuras neuronales, aceptamos también aquí que el entrenamiento se ha de realizar en condiciones relativamente libres de fatiga (sobre las restricciones de este postulado, v. párrafo 4.1).

*Tabla 1. Ejemplos de investigaciones en ciencia del deporte para recoger información relevante para el movimiento.*

<b>Autor/es</b>	<b>Año</b>	<b>Objeto</b>	<b>Método</b>	<b>Modalidad</b>
<b>Kohl</b>	<b>1956</b>	Acciones intencionales	Observaciones experimentales de la vivencia (autoobservación y encuesta)	Baloncesto, esquí de fondo
<b>Leist</b>	<b>1979</b>	Representación motriz cognitiva	Entrevista libre, juego verbal, entrevista estandarizada, técnica de formación de estructuras de fichas	Ciclismo
<b>Körndle</b>	<b>1983</b>	Representación interna	Entrevista semi-estandarizada, índices de rasgos característicos	Ciclismo
<b>Leist y Loibl</b>	<b>1984</b>	Representación cognitiva de unidades de acción	Métodos de confrontación con uno mismo (fragmentación de la secuencia realizada según objetivos o unidades de acción); métodos de presentación de fichas según Groeben y Scheele (1977)	Ciclismo
<b>Kalbermatten y cols.</b>	<b>1985</b>	(a) Procesos cognitivos (b) Relaciones entre movimiento y vivencia consciente	(a) Confrontación con uno mismo (b) Entrevista	Carrera de obstáculos Natación
<b>Körndle</b>	<b>1985</b>	Representación interna	Entrevista semiestandarizada e índices	Ciclismo
<b>Lippens</b>	<b>1985</b>	Estrategias de aprendizaje/enseñanza	Entrevista abierta	Kajak
<b>Lippens</b>	<b>1988a</b>		Entrevista y procedimientos de presentación de fichas	Remo
<b>Körndle</b>	<b>1989a</b>	Procesos de planificación del movimiento; procedimientos de retroalimentación	Verbalización (entrevista semiestandarizada), procedimientos de presentación de fichas	Remo
<b>McPhersen y Thomas</b>	<b>1989</b>	Metodología: esquemas de objetivos, condiciones, acción	Informe verbal (entrevista situacional)	Tenis



**Figura 5.** Posiciones del cuerpo al despegar (según Baumann, 1979; tomado de Klauck, 1989, pág. 370).

Con la determinación del centro del arranque de la fuerza (“punto de aplicación”), midiendo las fuerzas de reacción del suelo, se ha podido objetivar el gesto de inclinarse hacia delante, antes y durante la puesta en pie. El análisis de las posiciones del cuerpo que implica dicho gesto requiere además el empleo de métodos cinemáticos.

- (2) Para el entrenamiento de la técnica tiene particular interés la determinación exacta por parte del atleta del *momento del inicio de la puesta en pie*. Al mismo tiempo interesa constatar si la puesta en pie ha sido *concluida* en el momento en que se alcanza el borde de la mesa del trampolín. La *duración de la puesta en pie* se considera el principal criterio del rendimiento. Estos criterios temporales se pueden calcular mediante análisis cinemáticos y mediante la medición de las fuerzas de reacción del suelo (tomadas de la curva fuerza-tiempo).
- (3) Dado que la mesa del trampolín está inclinada hacia abajo en un ángulo de unos  $10^\circ$  respecto a la horizontal, el despegue más poderoso no puede hacer que el saltador abandone realmente el trampolín hacia arriba. La pista de vuelo estará dirigida hacia abajo desde el inicio. No obstante con la puesta en pie se consigue un notable cambio en la dirección del despegue de la mesa del trampolín (v., p. ej., Denoth y cols., 1987; Watanabe, 1989). En la tabla 3 se muestra la diferencia angular ( $\Delta\alpha$ ) para el inicio de la pista de vuelo dependiendo de dos velocidades de carrera y tres intensidades de despegue distintas. En la práctica se midieron, para la velocidad normal  $v_N$  desde el despegue, valores máximos en torno a  $8,3 \text{ km/h}$  (según Klauck, 1989, pág. 371). Por la razón mencionada, el *impulso de fuerza verti-*

- El entrenamiento no sólo se basa en un modelo ideal en el sentido de la noción taylorista de “*one-best-way*” (una forma idónea), sino que esta orientación en torno a valores ideales se considera inherente al entrenamiento. En su mayor parte, los valores ideales se formulan como normas externas de movimiento –y se consideran tales–, no como *magnitudes directoras internas*. Las desviaciones respecto a estos valores ideales se entienden como errores –aunque en circunstancias podrían ser clasificadas funcionalmente de muy distinta manera (v. Wehner y Mehl, 1986)– y se asocian con las correspondientes indicaciones para la corrección (v., sobre esta problemática, Göhner, 1992).

El problema básico de esta concepción radica, por una parte, en que el comportamiento motor se establece en relación con normas de movimiento, no con las particularidades que en cada momento presente la constelación de persona, entorno y tarea, con lo cual se descuida, por ejemplo, el desarrollo de modelos de movimiento óptimos para el individuo. Por otra parte, las instrucciones del entrenamiento y las correcciones de errores se establecen con una orientación sesgada hacia la “estructura causal” del movimiento externo y no hacia la “estructura final”, mucho más importante para la regulación motriz; ello provoca al deportista, evidentemente, problemas de aplicación. Tholey (1980) ha descrito con acierto este punto de vista, en la tradición de la *gestalt*, como divergencia entre el “punto de aplicación de las inervaciones” y el “punto de aplicación de la voluntad”.

- A menudo se explican los resultados del entrenamiento como “efectos de pulido” o “sumatorios”, siguiendo una concepción del aprendizaje más bien mecanicista. El objetivo del entrenamiento, según esta perspectiva, es diferenciar y fijar programas motores hasta llegar a la automatización, y su herramienta es la repetición. Esta concepción necesita ser ampliada en puntos esenciales.

Habría que tener en cuenta que el dominio de tareas motrices, como también el aprendizaje motor, suponen en primer lugar un problema de estructuración cognitiva para el sujeto activo. El entrenamiento debería por tanto orientarse no sólo al pulido de secuencias motrices, sino a la optimización de *estructuras cognitivas*, es decir, a modificar estructuras inadecuadas y a desarrollar otras más adecuadas.

- En este contexto cabe preguntarse si es correcta la suposición de que el entrenamiento produce en los programas motrices una diferenciación “de la forma tosca a la fina” (Meinel y Schnabel, 1987) a la vez que una solidificación. ¿Sería tal vez más acertado fijar la diferencia entre principiante y experto basándonos no sólo en la forma del movimiento (suponiendo un programa básico idéntico pero más diferenciado), sino también en un tipo de *organización motriz* de estructura esencialmente distinta?

Estas diferencias pueden referirse tanto a los mencionados sistemas de restricción como a los de instrucción con su momentánea relación entre factores de persona, entorno y tarea, por una parte, y los planos físico, biológico, psíquico y

- componente de fuerza radial, derecho, en Newton;
- componente de fuerza radial, izquierdo, en Newton;
- resultante de la fuerza sobre el pedal, derecho, en Newton;
- resultante de la fuerza sobre el pedal, izquierdo, en Newton;
- integral del ángulo absoluto del cuadro (mV);
- integral del ángulo absoluto del manillar (mV).

Para calcular el ángulo del cuadro se calcula la integral de su velocidad angular, y para compensar los errores de la integración se pasa por un filtro de paso alto de Butterworth, recurrente y de segundo orden, con una frecuencia angular de 0,1 Hz (Schwieger, 1981).

### 3.2 Retroalimentación de parámetros biomecánicos

La *visualización continua* de parámetros biomecánicos en tiempo real exige un rendimiento del sistema informático utilizado bastante mayor que la sola medición, cálculo y almacenaje de las señales.

Esta mayor exigencia se explica sobre todo por la configuración de la pantalla. Por este motivo se utilizó además un coprocesador gráfico (Texas Instruments, TMS 23010), que descarga a la CPU del intenso (en términos de tiempo y de operaciones) cálculo de puntos y líneas en la gráfica. Como además la frecuencia de almacenado de las señales de medición se redujo a 33 Hz, es posible una actualización de la pantalla con una frecuencia de 330 Hz.

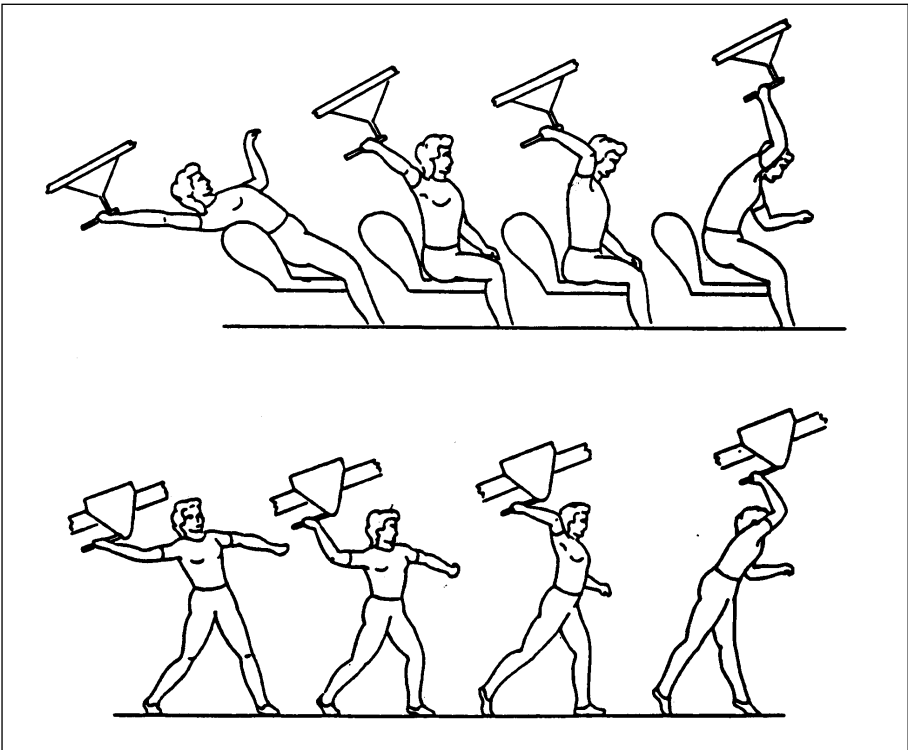
Se pueden representar al mismo tiempo, para el pedal izquierdo y el derecho, los componentes *tangenciales* y *eficaces para el impulso*, la *pérdida de fuerza radial*, así como la *eficacia del movimiento de pedaleo*, esto es, la parte porcentual del componente de fuerza tangencial en la resultante de la fuerza sobre el pedal.

La representación gráfica tiene lugar de forma continua. Sobre un círculo base azul, que representa la línea cero del parámetro escogido, se traslada –según la posición de la biela en cada momento– el valor de medición correspondiente, ya sea verde (de signo positivo) o rojo (negativo). El valor del giro de biela anterior queda así sobrescrito (fig. 31).

En el caso de los componentes de fuerza tangenciales, los valores son de signo positivo si la fuerza se aplica en la dirección del giro de la biela, y de no ser así son negativos. El componente de fuerza radial es positivo si la fuerza se dirige hacia fuera (alejándose del eje del pedalier), y negativo si se dirige hacia dentro. Se eligió este tipo de representación de modo que, por un lado, quede clara la posición de la biela en cada momento y, por otro, el diseño gráfico más o menos atractivo no requiera conocimientos especiales de física (vectores de fuerza, etc.) para su comprensión.

Los aparatos de medición presentados en este libro (bote, bicicleta y esquí de medición) en principio se pueden utilizar también en el sentido del entrenamiento en local de medición.

Evidentemente, el entrenamiento en una instalación de medición no se limita a la ejecución de una técnica compleja de competición, y permite también la realización de segmentos aislados de los movimientos. No obstante, dado que está enfocado hacia la corrección y la regulación de la estructura fina de la técnica, se ha de tener especial cuidado en mantener realmente esta estructura fina una vez aisladas las distintas secciones del movimiento. En un primer momento es difícil conseguir la conservación de la estructura dinámica, dado que además el trabajo muscular tiene que coincidir lo más posible con el de la técnica de competición. Aquí nos encontramos en la zona de transición hacia el “entrenamiento de condición física próximo a la técnica” (v. párrafo 3.2.2), que en el ámbito del alto rendimiento se realiza en parte en aparatos dispuestos como instalación de medición (v. al respecto el ejemplo de la “máquina de entrenamiento de fuerza para lanzadores de jabalina” en la fig. 7).



*Figura 7. Ejercicios de fuerza próximos a la técnica, en el aparato de entrenamiento, para lanzadores de jabalina (tomado de Dörr, 1989, págs. 69 y 74).*

Otros saltos de estos tres atletas de la selección absoluta se tratan en relación con la “estabilidad de la técnica”, en las figuras 25-27.

Los promedios y desviaciones típicas indicados en la tabla 4 en relación con las características 1-18 se refieren siempre a la parte porcentual de la distribución del peso, calculada para el polo indicado en cada momento. Por ejemplo, el atleta A carga su esquí izquierdo al comienzo del radio (v. característica 1) con el 47 % del peso total, aproximada; al esquí derecho corresponde por tanto un 53 %. La “inclinación hacia delante”, por ejemplo en el momento del máximo de fuerza, se puede ver en las características 11 y 12. El atleta A presenta un valor de 43 en “delante izq.” y 35 en “delante dcha.”. Esto significa que el 43% y el 35 % de las fuerzas totales registradas sobre el esquí corresponden a los dos sensores de fuerza delanteros, y por tanto los traseros han recibido unos porcentajes de 57% y 65 % respectivamente (v. al respecto fig. 12). Con otras palabras, el atleta A se encuentra en este momento más bien “inclinado hacia atrás”, y los atletas B y C, en cambio, en posición inclinada hacia delante.

### 4.1.1 Carrera y preparación del despegue

Con la entrada en el *radio*, la *fuerza de reacción del suelo* aumenta notablemente (el doble aproximadamente) debido al incremento de  $F_N$  y por añadidura de  $F_Z$ . El rápido aumento de la fuerza desencadena en los tres atletas una actividad muscular reguladora, que se puede observar en las curvas fuerza-tiempo. Esta fase se destaca en las figuras 18-20 (sección *a*) con una “R”.

En relación con la *distribución de peso* se pueden constatar algunos datos sorprendentes. Los atletas A y B cargan más los bordes externos que los internos durante la carrera, esto es, sus rodillas están probablemente más abiertas que las del atleta C (v. las secciones *f* y *g* en las figs. 18-20). El atleta B se apoya incluso exageradamente sobre el borde externo izquierdo, y al iniciar la puesta en pie “golpea” con la rodilla hacia dentro.

Los tres atletas muestran asimismo diferencias en cuanto a la *inclinación del cuerpo* (v. la parte *c* de las figs. 18-20). Mientras que el atleta A se desliza ligeramente inclinado hacia atrás y pasa a una posición neutral para el despegue, el atleta B oscila en todo momento entre la inclinación hacia delante y la posición neutral. En cambio, el atleta C muestra el comportamiento “de manual”. Al recorrer el radio pasa progresivamente de una ligera inclinación hacia atrás a una ligera hacia delante. Las curvas de la inclinación corporal nos muestran que los movimientos de regulación más intensos se producen en el sujeto B, mientras que el C presenta la conducción más tranquila.

### 4.1.2 Movimiento de puesta en pie

El *máximo de fuerza* de los tres atletas conseguido con ambas piernas en el movimiento de puesta en pie oscila como promedio entre 1.493 y 1.754 N (v. característica

- Se refiere expresamente a *la acción en situaciones cotidianas* y nos protege a la vez de una concepción de la coordinación motriz y del entrenamiento de la técnica demasiado restringida ecológicamente y reductora de la realidad.
- Tiene en cuenta la *visión (interna)* del sujeto de la acción, de gran importancia para la coordinación motriz y el entrenamiento de la técnica, y puede ampliar la concepción “somatológica” del entrenamiento general y de la técnica hasta ahora dominante, que muy a menudo descuida los aspectos psicológicos.
- Ofrece un *marco de relaciones integrador* para evaluar nuevamente los enfoques hasta ahora existentes –y elaborados en parte desde puntos de vista científicos y teóricos muy diferentes– y para clasificarlos en un contexto funcional más amplio. Parte del hecho de que la mayoría de las concepciones vigentes sobre el comportamiento motor –como por otra parte afirman a menudo los propios protagonistas– no se han de entender como excluyentes y en mutua competencia, sino como complementarias, y es por tanto, en principio, capaz de llevar a cabo una integración. De hecho, en un análisis más detallado dichas concepciones se refieren casi siempre a aspectos diferentes del comportamiento motriz, que se completan unos a otros, a distintos planos de la regulación, a tipos de tareas y situaciones no coincidentes (v. también Mechling, 1988c).
- No se plantea como una teoría cerrada y delimitada, sino que se entiende como una *perspectiva teórica* abierta a nuevos descubrimientos y desarrollos.

Sobre la base y como continuación de trabajos anteriores (Munzert, 1987, 1989, 1992, 1994a; Nitsch, 1986, 1991, 1994, 1996; Nitsch y Hackfort, 1981; Nitsch y Munzert, 1991), la perspectiva de la teoría de la acción se desarrolla de forma gradual, elaborando así un esquema marco integrador para el entrenamiento de la técnica. En primer lugar exponemos la noción básica de movimiento que maneja la teoría de la acción. A continuación se analizan de forma crítica los principios organizativos básicos de la acción motriz. En un tercer paso se intenta vincular estos principios hasta construir un modelo funcional integrador de la organización motriz. Finalmente se resumen las conclusiones fundamentales para el entrenamiento de la técnica.

## 2 Definición básica del movimiento en la teoría de la acción

### 2.1 Movimiento como acción

La noción que del movimiento tiene la teoría de la acción deriva básicamente de las siguientes premisas:

- La “*disposición del hombre a la acción*” resulta de las carencias estructurales y de la especialización del hombre (Gehlen, 1971, pág. 23), determinada filogenéticamente: éste tiene que configurar por sí mismo su situación individual adaptándose a su entorno.

Cuatro (22 %) de ellos no se pronunciaron al respecto. El resto se expresaron de la siguiente manera:

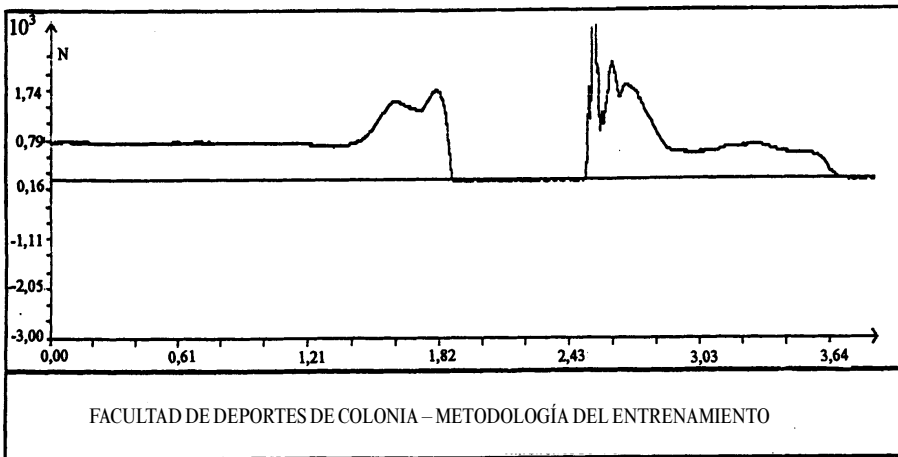
“En principiantes sí (posición de asiento); para los profesionales la cuestión no tiene gran importancia, porque no hay mucho que modificar.” - “Se observa mejor en corredores expertos, pues éstos tienen las piernas afeitadas y en ellas se percibe mejor el juego de los músculos; también se observan bien los ángulos que se forman en las piernas.” - “En buenos deportistas, no; en principiantes sí.” - “En todos los niveles de rendimiento se observa algo, aunque en los más altos es más difícil.” - “En un ciclista se puede ver si es profesional o no; en los profesionales, la observación se efectúa mejor con cargas o con desarrollos pequeños.” - “Todos los buenos ciclistas deberían poder pedalear en redondo; todos lo hacen, y de forma económica.” - “Más fácil en principiantes, más difícil en atletas de élite; básicamente, la observación es posible en todos los niveles de rendimiento.” - “Excelentes posibilidades de observación, y también gran importancia de ésta en el nivel de principiantes; más difícil en profesionales y de menos relevancia (han sido aficionados mucho tiempo, ya no pueden corregir mucho).”

Tres de los encuestados (17 %) consideran, pues, que las posibilidades de observación buenas se dan en el nivel de rendimiento bajo (principiantes). Someter a observación a deportistas de alto rendimiento no parece, por las declaraciones de estos entrenadores, posible o razonable.

*Pregunta 5: ¿Qué pautas de corrección y qué indicaciones para el movimiento propondría usted?*

Los encuestados formularon las siguientes propuestas de corrección e indicaciones para el movimiento:

“Buscar y ajustar la posición.” - “En invierno, correr con piñón fijo, el pedaleo redondo aparece por sí solo (se habla de piñón fijo cuando la rueda dentada está unida al buje, de forma que el ciclista debe mantener el pedaleo en todo momento, sin posibilidad de interrumpir la transmisión); *con un pedaleo extremadamente anguloso se hace imposible toda corrección.*” - “Ajuste correcto de la posición de asiento; pedalear con una sola pierna; toma de conciencia del movimiento de pedaleo.” - “Análisis del movimiento de pedaleo (toma de conciencia); entrenar con una sola pierna; entrenamiento sistemático de la musculatura.” - “Ajuste de la posición de asiento; en invierno, marcha *con piñón fijo.*” - “Ajuste de la posición de asiento; entrenar con piñón fijo y desarrollos pequeños; pronóstico de la frecuencia de pedaleo en las más diversas situaciones de marcha.” - “Entrenar muchos kilómetros con *desarrollos pequeños*; pedalear con una sola pierna; toma de conciencia del movimiento de pedaleo (no es aconsejable en todos los casos, pues en ocasiones puede servir para empeorarlo); automatización del movimiento.” - “Modificar la posición; correr en invierno con piñón fijo; cuando el pedaleo no



*Figura 16. Típica curva F-t de la fuerza vertical de reacción del suelo con un salto vertical sobre la plataforma de medición.*

Para los análisis cinéticos en los ejercicios de simulación se realizaron también grabaciones con el sistema de vídeo de alta velocidad.

### 3.2.3 Simulación acústica

Para comparar los saltos verticales con y sin presión de tiempo realizados sobre la plataforma dinamométrica se desarrolló la llamada “simulación acústica”. Con este procedimiento, la indicación del control de tiempo se produce “artificialmente”, pues no se dispone de las correspondientes informaciones de la situación real, sobre todo del modelo óptico cambiante y de las sensaciones de presión en el radio del trampolín. Por ello en la investigación de laboratorio se intentó codificar acústicamente estas informaciones. Para ello se tuvieron en cuenta tanto el aumento de velocidad durante la carrera como el ascenso de la fuerza en el radio y en el despegue.

Los sujetos del experimento pudieron escuchar la modulación de la frecuencia sonora a través de un ordenador programado específicamente, que al mismo tiempo registraba las fuerzas de reacción del suelo sobre la plataforma dinamométrica (v. al respecto fig. 17, con la representación gráfica del ascenso del sonido y un ejemplo de curva fuerza-tiempo de un sujeto durante la prueba). La descripción precisa de la prueba la hacemos al exponer los resultados.

masiado tarde, no se consigue detener y enderezar el vehículo (equilibrio entre valor ideal y valor real), sino que más bien se refuerza el derrape (“incremento del efecto”). Similares procesos de incremento del efecto, que en determinadas circunstancias pueden producir graves accidentes, aparecen por ejemplo, ocasionalmente, en el descenso del salto de esquí como consecuencia de correcciones retrasadas ante las ondulaciones del suelo.

Si la inercia del sistema sometido a regulación motriz alcanza un valor crítico como consecuencia de tiempos muertos excesivamente largos (por ejemplo, en el caso de movimientos o correcciones de ejecución muy rápida), la regulación simple no basta ya para afrontar estas exigencias adecuadamente. Es necesario entonces pasar a la regulación adicional de las magnitudes de alteración (*vid. infra*), es decir, cambiar enteramente la conducción del programa.

Dependiendo de estos aspectos, la *capacidad de rendimiento de un sistema de regulación* se refleja en el ámbito de valores en el que las divergencias entre valor ideal y valor real se pueden compensar (“ámbito de trabajo” del sistema de regulación) y en la rapidez, fiabilidad y economía con las que dicha compensación se verifica (“calidad de regulación”).

Todavía es posible aumentar en gran medida la capacidad de rendimiento si el circuito de regulación no sólo reacciona ante desviaciones ya verificadas de los valores ideal y real, sino también ante su anticipación. Lo que da pie a esta posibilidad es el registro de la magnitud de alteración (y no sólo de su efecto) y la transmisión de esta información al regulador (“*regulación suplementaria de la magnitud de alteración*”). Así la orden de corrección, en el sentido de una compensación anticipada, ya se ha dado antes de que la magnitud de alteración haya surtido su efecto. En contraste con la retroalimentación (negativa; contraacoplamiento) este proceso se designa como *feedforward* (negativo; preacoplamiento) (v. al respecto fig. 7). Esto explica también que se puedan dar, en cierta medida, rendimientos de anticipación a nivel muy básico.

El circuito regulador sencillo es sólo el elemento funcional básico de un sistema de regulación complejo, como se supone que existe en el caso de la regulación del movimiento. En semejante *sistema de regulación complejo* hay un sinnúmero de circuitos reguladores entrelazados unos con otros, cada uno con una tarea específica y en parte estructurados jerárquicamente.

Los modelos convencionales de circuito regulador parten de la mensurabilidad general de sus parámetros. Esto plantea en nuestro contexto al menos dos problemas fundamentales: (a) un gasto considerable de medición y elaboración, y (b) la limitada aplicabilidad de estos modelos a los procesos de regulación humanos, que evidentemente se basan sobre todo en datos cualitativos “borrosos” (en el sentido de “variables lingüísticas”). Las nuevas concepciones del “*fuzzy control*” (control difuso) en casos de problemas técnicos de regulación (v. al respecto, p. ej., Böhme, 1993; Rommelfanger, 1988; Tilli, 1992) tienen en cuenta precisamente estos aspectos. No obstante, hasta donde llega nuestra información no se ha producido aún una transferencia detallada a

mientos, cuando se los representa en forma de marcos, presentan las 5 casillas o elementos cognitivos siguientes (v. también Leist, 1979):

- Intención:** El propósito perseguido con una acción, que es a la vez la denominación o el tema de un marco.
- Herramienta:** Se intenta alcanzar las intenciones y objetivos con determinadas herramientas, que son determinantes obligatorios de un marco. Se trata, por tanto, de planes subordinados, que presentan a su vez una estructura de marco. En muchos casos son imaginables varios planes, que pueden ser combinables o incompatibles entre sí.
- Desencadenante:** Muchas intenciones se actualizan sólo ante determinados indicadores. Las sensaciones y sentimientos tienen a menudo la función de anunciar una alteración o desviación de una secuencia (motriz) libre de errores, y de incitar a una toma de conciencia para la adopción de controles y la corrección de errores. Así pues, estas intenciones de corrección, que por lo general se encuentran en los niveles bajos de la jerarquía de las intenciones, se actualizan mediante desencadenantes. Esta casilla es facultativa.
- Condiciones:** La ejecución de un plan (superior jerárquicamente) puede estar asociada a determinados requisitos situacionales. Las condiciones pueden estar planteadas en forma de dicotomías (cumplido/incumplido) o bien presentar ámbitos de tolerancia. Pueden restringir o favorecer en sus efectos la aplicación de las herramientas.
- Efectos:** La realización de la intención o bien su frustración producen consecuencias o efectos; en este proceso, el sujeto que actúa tiende a basarse en probabilidades y en valoraciones subjetivas. Los efectos pueden además encontrarse en la dirección del objetivo perseguido o bien impedir la consecución de éste en tanto que efectos secundarios o de alteración.

La estructura en marco descrita en la tabla 1 contiene la designación general de las casillas en un marco de intención.

Para el registro de estructuras cognitivas intencionales nos interesan sobre todo las referidas a la realización, conforme a las exigencias, de la técnica propia de la modalidad. Por ello no se incluyen en este análisis las intenciones de orden superior, duraderas, que se pueden referir, por ejemplo, a la planificación de la carrera.

En cambio, las condiciones situacionales objetivas del momento, como por ejemplo las climatológicas adversas, pueden producir un cambio en la definición subjetiva de la situación. Así, pueden adquirir importancia otros marcos de intenciones, incompatibles en parte con las intenciones relacionadas con la técnica formal de remo.



- La membrana postsináptica puede ser sensibilizada de forma que reaccione con una despolarización más marcada ante idénticas cantidades de transmisores.
- Las sinapsis que se estimulan a menudo aumentan su superficie (v. Bailey y Chen, 1990), y las áreas de excitación utilizadas elevan a menudo la cifra de sus sinapsis formando otras nuevas o “apropiándose” de puntos de contacto poco utilizados o en reposo.
- Las conexiones que originan trastornos son interrumpidas.

En el caso de la *habituación* tienen lugar procesos contrarios: los estímulos no relevantes para el comportamiento, aun aplicados repetidamente, no producen casi efectos. En los procesos plásticos del sistema nervioso participa también la neuroglia. El marco temporal de las modificaciones fisiológicas y bioquímicas se corresponde con la duración, medida psicológicamente, de la consolidación o el aprendizaje (Grennough, Withers y Wallace, 1990).

Varias formas de modificaciones electrofisiológicas preceden a las adecuaciones sinápticas que hemos descrito. Entre ellas figura la potenciación posttetánica, que depende de varios factores, por ejemplo la frecuencia del impulso en una sinapsis o la relación temporal y la distancia espacial entre varias sinapsis activas. No obstante, junto a esta superposición de potenciales aparecen también los llamados efectos de *priming* (preparación) (Larson y Lynch, 1986). Aquí, tras un primer impulso en determinadas condiciones, también con distancia espacial, tiene lugar una prolongación del PESP (potencial de excitación postsináptico) en las sinapsis de un nuevo impulso, que no se explica en términos de la pura adición.

La formación de nuevas neuronas no se ha observado hasta ahora en animales superiores adultos, pero sí en encéfalos de aves canoras adultas (v. Álvarez-Buylla, Kirn y Nottebohm, 1990) y en ratones, aunque aquí sólo en tejidos de cultivo (Reynolds y Weiss, 1992). La constatación, no obstante, no es ningún apoyo para nuevos descubrimientos sobre el aprendizaje motor del hombre. Más importante es el hallazgo de que la *plasticidad del encéfalo* se mantiene durante toda la vida y ha sido observada no sólo como consecuencia del condicionamiento más sencillo, sino también en relación con el entrenamiento de la habilidad y la actividad motriz (Grennough, Withers y Wallace, 1990).

Resumiendo, la base del aprendizaje se encuentra en la plasticidad neuronal.

## 2.4.2 Correlatos celulares de distintas formas de aprendizaje

Los fenómenos de plasticidad antes descritos aparecen de forma más o menos estable en conexión con estas mismas modificaciones del comportamiento. En formas de vida sencillas (por ejemplo, el caracol marino *Aplysia*) se han podido constatar relaciones directas entre la dualidad sensibilización-habituación y el condicionamiento clásico.

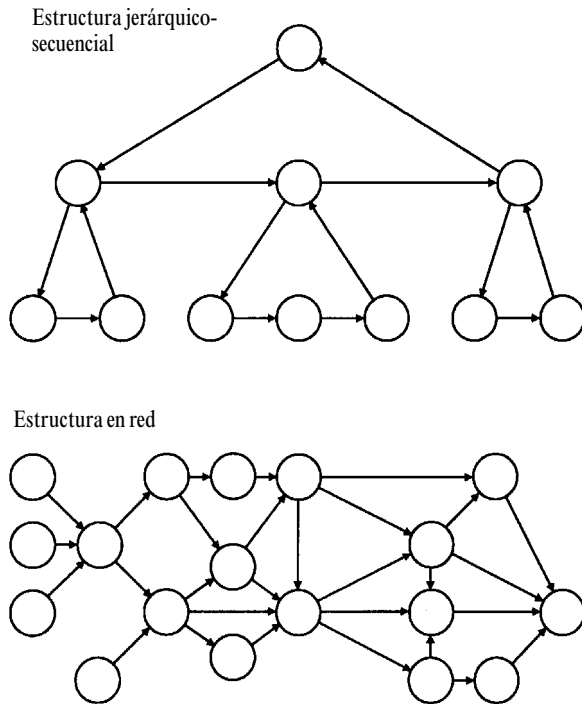


Figura 1. Estructuras básicas de la organización motriz.

objetivos y planes ya establecida, y de su práctica en sucesión de arriba abajo (*top down*). Si se considera que a menudo los objetivos y planes globales sólo se conciben y se modifican en el transcurso de la acción motriz, esto es, en la dirección funcional inversa (*bottom up*), estamos entonces ante modelos de sistemas *heterárquicos* (v. al respecto, p. ej., Gallistel, 1980; Turvey, Shaw y Mace, 1978; v. también el segundo artículo de Nitsch y Munzert en este libro).

### Estructura en red

Los modelos reticulares parten del criterio de que una parte esencial de las acciones parciales englobadas en una acción motriz compleja no se realizan una tras otra (de forma secuencial), sino de forma simultánea (v. al respecto el esquema de “acción múltiple” de Kaminski, 1973). Por ejemplo, el pedaleo normal en ciclismo implica que se realizan simultáneamente las acciones parciales de “dirigir el manillar”, “pedalear” y “mantener el equilibrio”, que son reguladas en mutua dependencia.

metáfora, o bien que indique con varias de éstas si la acción se ha de dividir en fases determinadas. Como ayuda, se le pueden sugerir las siguientes formulaciones:

- “Es como si...”
- “Tengo la sensación de cuando...”

Las metáforas deben facilitar la expresión lingüística referida a los movimientos e ilustrar las diferencias en la ejecución de éstos. Suponemos que la relación entre el yo y el entorno se puede representar y registrar más fácilmente con estas expresiones:

“Y así, el aprendizaje de movimientos consiste en una adecuación de relaciones entre el yo y el entorno, o bien, según la expresión de Kohl, en la formación de un campo global expresivo y gráfico. Un registro lingüístico simbólico, metafórico, añadiría desde este punto de vista una significación especial a los comentarios y a las instrucciones sobre movimientos, porque las metáforas son portadoras de significación que inducen a los sujetos del aprendizaje a entablar diversas relaciones con su entorno, y por tanto a modificar constantemente el entramado de significados situado entre el yo y su entorno. Esto se puede equiparar al aprendizaje del movimiento.” (Volger, 1991, pág. 97 y ss.)

No obstante, con las metáforas no sólo se pueden mostrar relaciones yo-entorno, como parecen dar a entender Kohl y Volger, sino también, dependiendo de la función de la metáfora, otras relaciones diferentes dentro del sistema referencial persona-entorno-tarea (Nitsch, 1986, pág. 201 y ss.).

En la práctica deportiva los entrenadores y atletas se sirven a menudo de metáforas (Fischer, 1990), aunque no las utilizan sistemáticamente para analizar los cambios de movimientos y de representaciones motrices.

En la investigación anterior realizada con saltadores de esquí (en 1990 en Hinterzarten), éstos deslizaron varias metáforas en sus comentarios, algunas de las cuales reproducimos aquí a modo de ejemplo:

- *Posición de asiento en la carrera*: “como cuando uno está sentado en un asiento y levanta ligeramente los pies, por lo que siente una pequeña tensión por debajo de los muslos.”
- *Aceleración en el radio*: “como cuando se aprieta el acelerador del coche.”
- *Despegue del trampolín*: “me levanta como si tirasen de mí con un hilo.”
- *Fase de vuelo*: “... después del despegue apoyarse sobre el aire, es como si nadando a braza uno quisiera empujar el agua a un lado.”

Estos ejemplos permiten ver ya que al atleta, sin recibir instrucciones especiales, le resulta bastante más fácil comunicar a un interlocutor con ayuda de las metáforas lo que ha vivido durante cada fase, esto es, lo que desde su perspectiva interna considera relevante. Así, el ejemplo del despegue es un caso evidente de relación persona-entorno. El saltador no vive el despegue como un impulso de salto que se deba ejecutar de forma activa, sino como un “movimiento que transcurre automáticamente”, y tiene la

### 3.2.4 Formas de entrenamiento con realización motriz distante de la técnica: entrenamiento de coordinación

La importancia de los fundamentos coordinativos (denominados a menudo capacidades coordinativas) no se cuestiona en la actualidad en tanto que requisitos de rendimiento complejos para el aprendizaje y la realización de técnicas deportivas. El entrenamiento intencional y sistemático de la coordinación debería ser un punto central en el proceso de entrenamiento a largo plazo, en el marco de una formación básica variada y sobre todo en el entrenamiento infantil (fase prepuberal) (p. ej., Israel, 1976; Martin, 1988; Roth, 1989b; Weineck, 1990).

Nos vemos limitados a mencionar brevemente los distintos enfoques teóricos que existen acerca de la *estructuración* de las capacidades coordinativas. Siguiendo los trabajos de Hirtz y cols. (1985) o también de Meinel y Schnabel (1987), el entrenamiento de las capacidades coordinativas se dirige, por ejemplo, a las capacidades de equilibrio, orientación y/o diferenciación cinestésica, etc. Según el enfoque de Roth (1989b), esta vertiente del entrenamiento se centra en las capacidades de coordinación bajo presión de tiempo y en otras referentes al control preciso de los movimientos, siendo importante además el factor del entorno, esto es, el grado de variabilidad de las condiciones externas.

Para el entrenamiento de los fundamentos coordinativos generales, en el sentido de un trabajo de las capacidades, rige un importante principio metodológico (Hirtz y cols., 1985, pág. 79 y ss.; Roth, 1989b, pág. 81 y ss.): ejecución de movimientos sencillos, dominados, en condiciones de dificultad añadida.

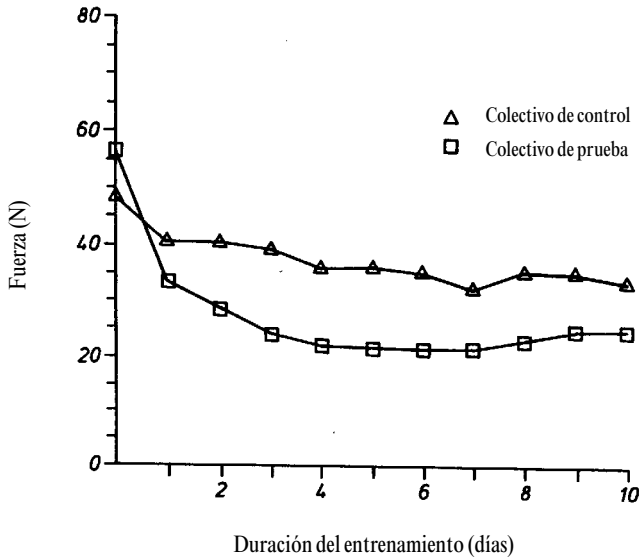
La *dificultad* de la ejecución motriz se puede conseguir mediante:

- variación de las condiciones del ejercicio (p. ej., modificación de distancias, supresión de los controles visuales, oposición ejercida por un compañero);
- variación de la propia ejecución motriz (p. ej., modificación de la posición inicial o final, de la dirección del movimiento, la aplicación de la fuerza, realización con ambos lados);
- incorporación de tareas suplementarias y aumento de las exigencias de complejidad (p. ej., inserción del movimiento en una combinación de movimientos, incorporación de una carga previa de equilibrio, etc.);
- aumento de las exigencias de precisión;
- aumento de la presión de tiempo para la ejecución motriz (manteniendo las exigencias de precisión).

En el nivel de rendimiento avanzado, los ejercicios de coordinación deberían, en nuestra opinión, realizarse ocasionalmente en *condiciones de fatiga*, o bien con fatiga creciente, pues las capacidades de percepción y concentración, que suponen dos magnitudes de influjo esenciales para la capacidad de coordinación, se deben entrenar también en estas condiciones.

Sanderson (1987) nos informa de los primeros resultados de un entrenamiento con *biofeedback* (retroalimentación de parámetros biomecánicos). Observó un fenómeno ya descrito en otro lugar, a saber, que ni siquiera los ciclistas de alto rendimiento realizan un impulso en el movimiento hacia arriba, es más, ni siquiera efectúan una descarga del pedal. Este comportamiento era especialmente marcado entre los  $225^\circ$  y los  $315^\circ$  del giro del pedal, por lo cual pretendía corregir la técnica de pedaleo en este sector (fig. 23).

Como retroalimentación utilizó el momento de giro negativo en la sección del giro antes mencionada, calculado mediante pedales dinamométricos, con ayuda de ordenador, y representado como una barra vertical con altura modificable en cada momento. El experimento se realizó con 8 ciclistas aficionados, divididos en un grupo de prueba y en otro de control.



**Figura 24.** Resultantes de fuerza medias de ambas piernas entre  $225^\circ$  y  $315^\circ$  del giro de la biela (según Sanderson, 1987).

Después de un entrenamiento de retroalimentación de 32 minutos durante 10 días (60 giros/min, 112 W), se podía observar en el grupo de test una resultante de fuerza significativamente menor en la sección antes mencionada (fig. 24). Este efecto persistía aún después de una semana, lo cual confirmaba en parte los resultados de Dittrich y cols. (1989) respecto a la conservación de las destrezas técnicas.

“motor”. La formación de reglas codificadas amplía además la formación de reglas motrices y engloba los efectos de las acciones.

- Un segundo efecto a largo plazo de las codificaciones lingüísticas se refiere a la *estabilidad en la retención de secuencias motrices*. Las etiquetas verbales (*labels*) influyen en la organización de la memoria, la retención de destrezas y las estrategias de reproducción (v. Magill y Lee, 1987). Esto repercute en la reproducción y la reconstrucción de movimientos. Un papel destacado lo desempeñan aquí las vinculaciones (*chunkings*), apoyadas verbalmente, de movimientos aislados formando unidades motrices más complejas, codificadas verbalmente (“señales superiores”).
- Un tercer efecto tiene que ver con el *aprendizaje de prestaciones*: los datos del entorno se asocian a cualidades de la acción, que incitan a realizar determinadas acciones (v. al respecto el párrafo 3.3). La reacción ante condiciones del entorno tiene lugar de forma eficaz sobre todo cuando la constelación de estímulos posee un alto valor o importancia para el individuo. Esta adscripción de importancia puede ser transmitida o apoyada verbalmente. Los efectos a largo plazo del “preentrenamiento verbal” apuntan en esta dirección.
- Como cuarto efecto tenemos el aumento de la *disponibilidad variable* de unidades. La independencia parcial respecto al contexto, la formación de reglas y la vinculación con procesos intencionales jerárquicamente superiores hacen posible la aplicación de destrezas en momentos y condiciones diferentes, y con finalidades también distintas.
- Otro aspecto, para terminar, aún muy poco aprovechado sistemáticamente en el análisis de la organización motriz y en el entrenamiento de la técnica consiste en que, junto con la función denotativa del lenguaje, podemos utilizar *metáforas* formuladas verbalmente para crear un fundamento de regulación. Como representación simultánea de la dinámica del movimiento, las metáforas integran rasgos muy variados de la organización motriz en una “imagen” sintética. Este tema será abordado con más detalle en un artículo aparte de Mickler (en este libro).

De todo lo anteriormente expuesto cabe extraer una conclusión fundamental para el entrenamiento de la técnica: la optimización del comportamiento motor (externo) debe incluir la optimización de la actividad verbal (interna).

### 3 Principios organizativos de la acción motriz

Además de los planos y estructuras organizativas que hemos descrito, los siguientes principios organizativos –subrayados de forma muy variable en las actuales teorías del movimiento y de la acción– tienen una importancia decisiva para la acción motriz:

La optimización de estas magnitudes de influjo pertenece también al ámbito de tareas de la mecánica y la biomecánica. No obstante, dado que no es objeto de nuestro proyecto, no tocaremos en lo sucesivo este tema.

## 2 Problemas del entrenamiento de la técnica en salto de esquí

### 2.1 Exigencias de regulación motriz planteadas al saltador

El punto de partida para un análisis más detallado del salto de esquí dentro de los planteamientos de nuestro proyecto son las exigencias planteadas a la regulación motriz del saltador en las dos fases consideradas, aceleración y despegue (movimiento de puesta en pie). Suponemos que estas exigencias tienen su reflejo en la calidad de la realización técnica y se han de tener en cuenta en el entrenamiento de la técnica.

Si consideramos en primer lugar las *condiciones de realización externas* como la climatología cambiante, sobre todo las circunstancias de viento y la temperatura, así como el hecho de que los saltos se realizan en trampolines de longitudes distintas, tanto del tramo de carrera como de la mesa (v. fig. 3), queda claro que no hay posibilidad de una fase de despegue completamente estandarizada. El saltador tiene que adecuar sus movimientos a las circunstancias del momento, esto es, ser capaz de introducir variaciones.

Si elucidamos la *situación de fuerzas* en la que se encuentra el atleta, resulta el cuadro siguiente (v. al respecto los párrafos 1.4.1 y 1.4.2):

- La fuerza de resistencia del aire ( $F_L$ ) depende, entre otros factores, de la posición del cuerpo y de la velocidad de marcha del saltador.
- También es variable la resistencia del rozamiento/de la nieve ( $F_R$ ), pues depende, entre otros factores, de la fuerza normal ( $F_N$ ) y de la velocidad de marcha.
- La componente de fuerza normal ( $F_N$ ) aumenta al comienzo del radio según el ángulo de inclinación del trampolín en cada momento.
- La fuerza centrífuga ( $F_Z$ ) actúa nada más comenzar el radio. Depende de la velocidad de marcha y de la curvatura del radio.
- Al comenzar el movimiento de puesta en pie se hace aún más complicada la situación relativa a la resistencia del aire y del rozamiento, pues estas fuerzas, debido a los cambios en la posición del cuerpo (superficie aerodinámica) y en las otras fuerzas que actúan sobre la superficie de apoyo, están sometidas a fuertes modificaciones.

El saltador debe ajustar su comportamiento motor a estas fuerzas externas, esto es, debe efectuar continuamente apoyos internos apropiados para adoptar tanto la postura de aceleración como el movimiento de puesta en pie óptimos. Las exigencias de regulación aumentan además fuertemente por el hecho de que el saltador debe actuar bajo presión de tiempo. Dependiendo de la velocidad de carrera y de la longitud de la

### 3 Descripción metafórica de los saltos buenos y malos (primera investigación en Oberwiesenthal)

#### 3.1 Metodología de la investigación

El objetivo de esta investigación era comprobar en qué medida los atletas reaccionan ante las metáforas planteadas por la encuesta. Este método debía ensayarse sobre todo en el ámbito del deporte infantil y juvenil, pues aquí se debía examinar sobre todo el problema de la verbalización. Además se intentaba examinar la eventual existencia de distintas metáforas para distintos saltos (buenos o malos) y la posibilidad de utilizar metáforas diferentes para cada etapa del salto.

Se realizaron entrevistas semiestandarizadas, centradas, por una parte, en la mención y diferenciación de metáforas para un salto bueno y para uno malo y, por otra, en el planteamiento de objetivos en el entrenamiento de la técnica. En el registro de metáforas se estudiaron las distintas modalidades sensoriales, para obtener una descripción lo más detallada posible de las metáforas utilizadas.

En esta investigación tomaron parte en total ocho saltadores de categoría juvenil, de la promoción 1977/1978; de ellos la mitad eran practicantes de salto de esquí exclusivamente y la otra mitad de esquí nórdico. De estos ocho saltadores, cuatro pertenecían a la selección de la Federación Alemana de Esquí.

Las entrevistas se realizaron entre el 18 y el 20 de diciembre de 1991. Después de la sesión matinal de entrenamiento se explicó a los saltadores el propósito y el objetivo de la encuesta. Las entrevistas se realizaron por la tarde en una habitación separada del colegio que alojaba a la concentración y duraron entre 45 y 60 minutos. Se informó con antelación a los jóvenes saltadores de que en cualquier momento podían desconectar la grabación magnetofónica, preguntar por aspectos poco claros de las preguntas y de que no se trataba de realizar afirmaciones ciertas o erróneas sobre el salto de esquí. Esta indicación reviste gran importancia en jóvenes de esta edad, pues de no ser así los datos suministrados tendrían un carácter demasiado declarativo, que no se correspondería necesariamente con los conocimientos que poseen sobre la propia acción motriz.

Junto a estos datos de las entrevistas se recogieron las opiniones del entrenador respecto a cada uno de los saltadores. Éstas se centraban en el desarrollo deportivo y el planteamiento de objetivos para las próximas unidades de entrenamiento. Finalmente se transcribieron las entrevistas grabadas en cinta magnetofónica y se analizaron las metáforas empleadas en ellas. El proceso consistió en extraer las metáforas mencionadas para un salto bueno y para uno malo, y en compararlas posteriormente entre sí.

#### 3.2 Resultados

Para referirse a un *salto bueno* se utilizaron sobre todo metáforas referidas al vuelo o al despegue. Así, se habló de un “*avión*”, “*un gato que salta*”, “*globo cautivo*” o

- (3) Técnica como proceso estandarizado para la resolución de un tipo de tareas motrices (“*algoritmo de movimiento*”, Blaser y Vorhölter, 1988, pág. 350) y/o como *principio heurístico de solución* que tiene en cuenta las circunstancias personales, de la tarea y del entorno en cada momento (véase al respecto la forma en que Roth, 1990a, pone de relieve la “variación técnica” y la “adecuación a la técnica”, y Schnabel, 1987b, la “individualización” en entrenamiento de la técnica).

Aquí proponemos las siguientes definiciones conceptuales:

### **Ideal de técnica**

(Sinónimos más habituales: ideal técnico deportivo, modelo de técnica, técnica ideal.)

Representación del procedimiento de resolución óptimo de una tarea motriz deportiva, considerado como pauta –independiente de la persona– para el entrenamiento de la técnica y tal como lo determina el estado de los conocimientos científicos del momento (Grosser y Neumaier, 1892, pág. 8 y ss.; Martin *cols.*, 1991, pág. 46; Stark, 1986; Thieß y Schnabel, 1987, pág. 162 y ss.; Thorhauer y Kempe, 1993, pág. 160 y ss.)

El ideal de técnica describe por tanto la relativamente mejor forma de ejecución de una secuencia motriz propia de la modalidad, no la absolutamente mejor. Según el estado de los conocimientos en cada momento, *el* “ideal de técnica” no es definible ni alcanzable, sino aproximadamente determinable, en el mejor de los casos, para un individuo universal abstracto en condiciones plenamente estandarizadas.

Los ideales de técnica existentes consisten generalmente en una combinación de deducciones basadas en experiencias práctico-metodológicas de los entrenadores y de la observación de atletas de élite, que en parte se puede completar con hallazgos empírico-inductivos a partir de mediciones biomecánicas y, en época reciente, cada vez más con resultados deductivos de modelos matemáticos (Gutewort y Sust, 1989, pág. 20 y ss.; Stark, 1986, pág. 10 y ss.).

### **Técnica objetivo**

Una forma del ideal de la técnica adecuada a las circunstancias en las que se encuentra la persona o el grupo en cuestión (Martin *cols.*, 1991, pág. 46; Thorhauer y Kempe, 1993, pág. 160 y ss.).

Así, la técnica objetivo no sólo permite modificaciones cualitativas y cuantitativas del ideal de técnica, sino que las puede exigir explícitamente (sobre esta problemática v. párrafo 2.4 del artículo “Enfoque científico del entrenamiento de la técnica”, en este libro). Existen por tanto técnicas objetivo para determinados grupos de edad, o también

- [3.2.2] ¿Hasta qué punto estás seguro de conseguirlo? (El encuestado evalúa en el formulario el objetivo mencionado, en relación con la escala de probabilidades de realización de acuerdo con la fig. 4.)
- [3.2.3] ¿Qué es lo más importante de ello para ti?
- [3.2.4] ¿Qué consecuencias positivas asocias con ello? ¿Qué consecuencias negativas quieres evitar con ello?

---

Estoy.....

.....

.....

de que...

- completamente seguro
- bastante seguro
- ni seguro ni inseguro
- bastante inseguro
- completamente inseguro
- 

**Figura 4.** Formulario para la caracterización breve de los objetivos.

*Las siguientes preguntas (3.3.1.1-3.4.7) no tienen que plantearse en su totalidad. Algunas no son necesarias dependiendo del transcurso de la conversación. También pueden coincidir con algunas del complejo temático “dominio de la técnica”. Se deja a criterio del entrevistador la medida en que combinar ambas secciones.*

- [3.3.1.1] ¿Qué es aquello que no te puede pasar en ningún caso en esta situación?
- [3.3.1.2] ¿A qué tienes que prestar especial atención en esta situación?
- [3.3.1.3] ¿Puedes mencionar los problemas que suelen aparecer en esta situación?
- [3.3.1.4] ¿Cuál de ellos es para ti más importante en la competición?
- [3.3.2.1] Describe por favor este problema más detalladamente.
- [3.3.2.2] ¿Cuándo (en qué momento) te das cuenta de que se vuelve problemático?
- [3.3.2.3] ¿En qué te das cuenta de que se vuelve problemático?
- [3.3.3] ¿Cómo te explicas que se llegue a ese punto?
- [3.3.4] ¿Cómo puedes observarte a ti mismo en esta situación problemática?
- [3.4.1.1] ¿Qué tipo de técnica utilizas en esta situación? (Continuación: ¿qué haces exactamente en este momento?)
- [3.4.1.2] ¿Qué aspecto de esta técnica es el más importante para ti?

za. Si dejamos a las personas evaluar la comodidad de los peldaños, por ejemplo, ello implica, en contra de las ideas básicas del enfoque ecológico, representaciones en forma de patrimonio mnémico y de procesos de percepción.

Una segunda estrategia experimental se basa en las consideraciones de Gibson sobre el “*flow-field*” (campo de flujo), que proporciona informaciones sobre el propio movimiento (Gibson, 1982; Larish y Flach, 1990; Lee y Lishman, 1977; Owen y Lee, 1986; cf. Neumaier, 1988). Una invariante específica dentro de estas informaciones es la magnitud “*time-to-contact*” (tiempo hasta el contacto) ( $\tau$ ). Proporciona informaciones críticas sobre el momento de colisión entre una persona en movimiento y un objeto estático o en movimiento. Como ejemplos podemos mencionar el contacto con la línea de salto de longitud (Lee, Lishman y Thomson, 1982) y el encuentro de la pelota con la mano o con una raqueta (Bootsma y van Wieringen, 1990; Lee, Young, Reddish, Lough y Clayton, 1983). El requisito para aprovechar la magnitud  $\tau$  es que ésta tenga una vinculación con la destreza. Así, la consecución de un valor crítico de  $\tau$  podría aprovecharse para poner en marcha el movimiento (v. Bootsma y van Wieringen, 1988). Savelsbergh (1991) ha podido mostrar que la extracción de  $\tau$  es adaptable a través de los procesos de aprendizaje.

Entre las materias que el enfoque ecológico trata de modo fenoménico tienen un gran valor las descripciones de los vínculos entre estímulo y reacción, tal como actúan en el marco del sistema automático de regulación (v. al respecto párrafo 2.2.2). Sin embargo, subsisten problemas conceptuales cuando se trata de la adquisición o la “reperción” de, por ejemplo, prestaciones importantes desde el punto de vista deportivo-motor. Las distintas magnitudes de percepción investigadas en el enfoque ecológico se pueden aprovechar para la elección, puesta en marcha y adaptación detallada de acciones motrices. Sin embargo, los resultados sólo se pueden interpretar con sentido integrándolos en el marco de la regulación intencional de la acción y dejando abierta al menos la posibilidad de representaciones (v. párrafo 4.1).

### 3.4 Autoorganización y coordinación motriz

El punto de partida para transferir el concepto de “autoorganización” a la investigación del movimiento son algunas observaciones y análisis de procesos naturales (sobre todo de Prigogine en química, von Eigen en biología y von Haken en física), en los cuales se puede reconocer la aparición de estados de ordenamiento –descriptibles en su evolución con exactitud matemática– sin que de ello se puede hacer responsable a las intenciones (basadas en representaciones internas) o a la determinación externa a través de influjos del entorno. Esa concepción, desarrollada sobre todo según la “sinérgica” de Haken, ha encontrado entretanto aceptación en los esquemas vigentes en la organización del movimiento (p. ej., Kelso y Tuller, 1984; Kugler, Kelso y Turvey, 1982; Kugler y Turvey, 1988; Schöner y Kelso, 1988).

- método de 339
  - regla de 87, 492
  - Programa 135, 156, 160, 173-181, 189, 216, 236
  - alternativo 190
  - cambio de 200
  - conducción de 147, 156, 398
  - lingüístico 151
  - motor 110, 198, 210, 213, 264
  - optimización de 199, 236
  - parámetro de 199
  - regulación de 155
  - teoría de 71, 212
  - Propiedad, psíquica 203
  - Proposición condicional 481, 512
  - Propósito 457, 462, 466, 490
  - Propósito
    - referencia al 85, 90, 141
  - Propósito-herramienta
    - proposición 490
    - relación 136, 149, 187, 477, 489, 499
  - Psicofisiología 289
  - Psicología (métodos/aspectos) 33, 41, 54-58, 65-72, 125, 128, 208, 213, 225, 232, 240, 288, 365, 402, 453, 475, 503
  - cognitiva 478
  - de la actividad 168
  - de la *gestalt* 167
  - evolutiva 165
  - Psicoregulación 145
  - Pulido 85, 131, 148, 166, 189, 213, 229
- R**
- Rapidez 64, 222
    - ejercicio de 237
    - entrenamiento de 222
  - Rasgo personal 60-62
  - Reacción 116-118, 122, 147, 198
    - disposición a la 118
    - emocional 145
    - excesiva 266
    - modelo de 109
    - motriz 343
    - muscular 111
    - tiempo de 119
  - Reaferencia 154, 185
  - Realización, interna 232
  - Reaprendizaje 135, 190, 206, 215, 241
  - Recuperación 145, 325
  - Red
    - neuronal 236
    - proposicional 478
  - Reestructuración, cognitiva 200, 219, 386
    - adecuación al 198
  - Referencia sensorial 85, 90, 141
  - Reflejo 106, 116, 264
    - de estiramiento 110
    - de posición 110
  - Reflexión sobre sí mismo 128
  - Reforzamiento, positivo 41
  - Refuerzo 154
    - ajeno 154
    - del yo 154
  - Regate 202, 224
  - Regeneración 68, 238-242
    - capacidad de 59, 220, 238
    - trascurso de la 239
  - Registro del valor real 156
  - Regla
    - aprendizaje de 148, 237
    - calidad de la 159
    - creación de 151, 166
    - transgresión de la 66
    - de implicación 147
    - movimiento generador de 162
  - Regulación
    - abierta 147
    - cerrada 147
    - cinestésica 147
    - comportamiento de 402, 421, 427
    - consciente 86
    - constancia 425
    - de la base 82, 144, 277, 302, 471
    - de seguimiento 155
    - del horario 155
    - del proceso 82, 144, 179, 203
    - emocional 148, 185, 512
    - entrenamiento de 402, 421, 427
    - estructura de 76, 136
    - exigencia de 396, 448
    - fina 186, 165, 402
    - modelo de 266
    - motriz 159
    - movimiento de 349, 419
    - nerviosa 263
    - nivel de 64, 130, 299
    - por valor fijo 155
    - principio de 136, 492
    - sensomotriz 165, 277
    - sistema de 143-147, 169, 182
    - sistema de, automático 147
    - sistema de, cognitivo 149
    - sistema de, emocional 148
    - tarea de 147
    - visual 147
  - Relación
    - causal 136, 189, 480, 513
    - condicional 148, 478, 494, 513-515
    - de efecto 140
    - espacio-temporal 163
    - figura-trasfondo 79, 81
    - final 136, 182, 189, 418, 513
    - gasto-aprovechamiento 102

Si se dan en grado suficiente todos los requisitos de condición física (y de coordinación) estrictamente necesarios y existe además un “exceso de potencial” del 10% o más para el “entrenamiento del aprendizaje”, aumentará la eficacia de éste y se podrá conseguir entonces un ritmo de aprendizaje claramente mayor, como constata Stark (1989, pág. 13). El desarrollo de “sobrepotencial” relativo, por ejemplo, a la fuerza no ha de centrarse sólo en la musculatura de impulsión, sino que debe englobar una serie de equilibrios musculares (Stark, 1989, pág. 14).

- (e) *Exigencias coordinativas*. Un aspecto hasta ahora muy descuidado a la hora de determinar el valor ideal de la técnica individual son las exigencias coordinativas planteadas a una realización técnica específica. Un ejemplo de los distintos requisitos de rendimiento coordinativo de dos variantes técnicas nos lo proporciona el golpe de *drive* en tenis.

Así, el *drive* de tenis desde la posición de golpeo “abierta” requiere un ajuste más preciso del golpe a la pelota en el aire que el que se ejecuta desde la posición de golpeo lateral. Esto es, la posición “abierta” plantea mayores exigencias a la capacidad de percepción y anticipación, referidas tanto a la evaluación del momento y lugar de contacto como a la adecuación del propio movimiento de golpeo a la pelota (mayores exigencias a la capacidad de diferenciación cinestésica). Así pues, en el caso de principiantes con talento (con capacidades coordinativas bien desarrolladas) y jugadores de tenis de nivel de rendimiento avanzado, la variante de posición abierta es posible como técnica objetivo, mientras que para deportistas menos expertos (p. ej., deportistas de tiempo libre) no parece razonable (Neumaier y Ritzdorf, 1983, pág. 30).

- (f) *Requisitos psíquicos*. La inclusión de rasgos psíquicos en los ideales de técnica se encuentra en sus inicios, de modo que apenas disponemos de criterios útiles para evaluar el asentamiento individual de ciertos rasgos (p. ej., rasgos de la disponibilidad al riesgo o de la pusilanimidad en saltadores de esquí). Por este motivo cuando los entrenadores se ocupan de estos rasgos en la práctica tienen que apoyarse sobre todo en sus experiencias subjetivas.

- (g) *Aspectos de la medicina del deporte*. Junto a los puntos de vista hasta ahora mencionados para determinar la técnica objetivo (individual) es necesario tomar en consideración otros criterios. Así, los postulados de la medicina del deporte y la ortopedia pueden llevarnos a rechazar un ideal de técnica óptimo según los aspectos hasta ahora mencionados. Como ejemplo podemos citar el comportamiento de despegue en el salto de altura estilo Fosbury (Neumaier y Ritzdorf, 1983, pág. 32). La utilización como apoyo de la musculatura de la zona tarsiana en estado de máxima tensión previa (en posición extendida de la tuberosidad calcánea), con rotación externa simultánea del pie de salto sobrepasando el paralelo de listones, que desde el punto de vista de la biomecánica podría considerarse ventajosa, podría no obstante originar cargas elevadas del aparato locomotor pasivo, que muy probablemente serían causa a su vez de lesiones precoces en las articulaciones tibiotarsiana y de la rodilla.

Veinticuatro de ellos se ocupan de cuestiones de *análisis de la técnica* y de la problemática de los valores ideales, sobre todo desde el punto de vista biomecánico, es decir, con la visión externa al objeto de estudio. Sólo 9 artículos tratan aspectos desde la perspectiva interna (p. ej., cuestiones de la representación motriz interna, retroalimentación teniendo en cuenta las expectativas subjetivas). En trabajos sobre investigaciones empíricas predominan los aspectos externos frente a los internos de forma mucho más marcada (12 artículos frente a tres).

No obstante, a partir de 1988 se puede observar un ligero cambio en la tendencia: cinco de los nueve trabajos sobre aspectos relativos a la visión interna proceden de los años posteriores a 1988, lo que deja entrever una progresiva valoración de esta perspectiva en los planteamientos de la ciencia del deporte.

## 3.2 Sobre la diferenciación de las funciones de la técnica

Basándose en la evaluación de la literatura y en consideraciones de plausibilidad sobre una base hipotética es posible establecer la siguiente categorización de la **función de las técnicas deportivas** (Yatchkov, 1977; Neumaier y Ritzdorf, 1983). No obstante, en determinadas circunstancias la función de la técnica puede variar, dependiendo de la situación y del contexto de la actividad. Dentro de una modalidad se utilizan a veces técnicas distintas, con diferentes funciones (p. ej., juegos deportivos, gimnasia de aparatos).

### 1ª Categoría. Aprovechamiento máximo del potencial energético y economización de la secuencia motriz

En modalidades con maximización de resultados (“*citius, altius, fortius*”, p. ej., las disciplinas atléticas, natación, ciclismo en pista, remo) se espera de la técnica que proporcione una aplicación de fuerza y una velocidad de movimientos máximas; también puede ocurrir que el aspecto esencial de la realización técnica sea la economización de la secuencia motriz, con un aprovechamiento máximo, al mismo tiempo, del potencial energético disponible. Para rendimientos máximos suele haber un *único modelo de movimientos* con fundamentación biomecánica, que sólo permite variantes individuales en el ámbito de la élite deportiva.

### 2ª Categoría. Transformación óptima de objetivos tácticos teniendo en cuenta las circunstancias ligadas al reglamento

En modalidades orientadas al objetivo y al éxito, donde el contrario contribuye a determinar la secuencia motriz (p. ej., tenis, baloncesto, vóleybol, esgrima, judo), la técnica se organiza de forma cambiante y con gran riqueza de variantes según la situación, por lo que debe elegirse y realizarse conjuntamente con los objetivos tácticos, dado que su anticipabilidad condiciona las posibilidades de defensa del rival. Por ello aquí suelen tener éxito las *variantes técnicas* y las secuencias motrices técnicamente incompletas.

**Tabla 1.** Esquema del transcurso de las investigaciones.**1ª Investigación (Oberwiesenthal)**

Registro de metáforas fuera de la práctica de entrenamiento

**2ª Investigación (Oberhof)***2.1 Antes del primer salto*

Importancia de las metáforas mencionadas en la primera investigación para el entrenamiento en el trampolín

*2.2 Después del primer salto*

Posible modificación de la metáfora  
Modificación pretendida para el segundo salto  
Aclaración con la ayuda de la metáfora

*2.3 Después del segundo salto*

Valoración de la modificación  
Modificación pretendida para el tercer salto  
Aclaración con la ayuda de la metáfora

*2.4 Después del tercer salto*

Valoración de la modificación  
Modificación pretendida para el cuarto salto  
Aclaración con la ayuda de la metáfora

Para ayudar a cada atleta en la descripción se recurrió a los estudios de Fries (1991). Allí se encuentran posibilidades de cambios dentro de las distintas modalidades sensoriales, quedando a discreción del atleta elegir la submodalidad que más útil le resulte (v. tabla 2).

**4.2 Exposición y estudio de los resultados**

Las metáforas mencionadas en la primera investigación por los jóvenes saltadores fueron definidas y explicadas con más precisión en la segunda, durante el entrenamiento, o bien modificadas en algunos aspectos. Así, un saltador que había hablado de la importancia de apoyarse en el cojín de aire como un avión, aclaró que un ventilador puesto en el suelo aporta la energía necesaria y produce el cojín de apoyo. Llama la atención, además, que el saltador al que su entrenador calificaba de muy miedoso no entra a detallar las metáforas por él mencionadas en la primera investigación, sino que se limita a comentar sus temores: “*en un buen salto no se te nota el canguelo*”.

Cuando evalúa sus saltos individualmente, el atleta no tiene ninguna dificultad para indicar, en registro metafórico, los momentos del salto anterior que supusieron para él un particular desafío. Como ejemplo, veamos cómo explica las cosas que no funcionaron en sus saltos el atleta que habló del Fórmula 1, del globo de aire caliente a reac-

Estos objetivos requerirían, además de una ampliación y una mejora del entrenamiento de la técnica en la práctica, también un “trabajo de investigación bien organizado, sistemático e interdisciplinario” (Hermann, 1992, pág. 57 y ss.), con el fin de desarrollar “modelos ideales de técnica deportiva” de suficiente valor informativo y de aprovechar estas orientaciones en la práctica, centrándose, por ejemplo, en líneas orientativas y valores esenciales, así como en cifras indicativas del rendimiento que se puedan comprender de la forma más directa posible y que por tanto estén disponibles sin grandes retrasos (como, por ejemplo, las evaluaciones basadas en filmaciones).

Esta tendencia a aprovechar mejor las reservas de rendimiento mediante técnicas deportivas más eficaces, acompañada de una optimización del entrenamiento de la técnica, que aquí bosquejamos para las modalidades de resistencia, afecta en igual medida otras modalidades.

Una “elevada competencia en cuanto a la técnica de movimientos”, según sostienen famosos entrenadores del ámbito de alto rendimiento, “tiene la misma importancia, en el grupo de los atletas de élite, que un alto nivel de rendimiento físico y que unas habilidades tácticas bien desarrolladas” (Carl, 1991, pág. 148). Martin, Carl y Lehnertz (1991, pág. 43) destacan en este contexto “la enorme relevancia del entrenamiento de la técnica dentro del proceso global del entrenamiento”.

En nuestra época aumenta el *interés de la ciencia del deporte* por el entrenamiento de la técnica, lo cual se puede constatar en el creciente número de reuniones científicas dedicadas a este tema (por ejemplo, la conferencia del BISp en Colonia en 1986, o el simposio internacional de Saarbrücken en 1989). Por otra parte se observa que cada vez son más las publicaciones de la literatura especializada (incluyendo números especiales de diferentes revistas). Según Willimczik (1991, pág. 133) se puede hablar casi de una “eclosión de publicaciones sobre el entrenamiento de la técnica”, de modo que no hay que descartar el “peligro de una moda pasajera”, con todas sus correlaciones negativas (argumentación sencilla y con sesgo unilateral, puntos de vista de cuño publicitario).

Sin embargo, en opinión de Mechling (1988c, pág. 39), con la calidad y sistematicidad de los resultados de las investigaciones hasta ahora publicadas no deberían darse por contentos ni los científicos ni quienes se dedican a la praxis. La elevada importancia que unánimemente conceden la ciencia y la praxis del deporte a la técnica deportiva para la consecución de altos rendimientos contrasta con las posturas discrepantes en el mismo momento de definir los términos “técnica” y “entrenamiento de la técnica”. Hasta el momento no disponemos de una teoría del entrenamiento de la técnica de aceptación general.

El origen de las *dificultades* inherentes al tema del entrenamiento de la técnica (tanto en la ciencia como en la praxis) se encuentra sobre todo en la gran complejidad y multiplicidad del objeto de estudio. En tanto que *perspectivas científicas*, es posible ocuparse del entrenamiento de la técnica desde argumentos, puntos de vista y procedimientos de acceso muy diversos (por ejemplo, visión interna o externa; observación biomecánica, neurofisiológica o psicológica, etc.).

multitud de influjos de estimulación dados, dirijan la acción aquellos que según la experiencia tienen asegurado el éxito” (Hoffmann, 1993, pág. 114). Así, la automatización significa también sensibilización para los procesos de la percepción y, al mismo tiempo, la limitación de éstos a informaciones relevantes para la acción. El *control de movimientos*, esto es, los procesos de ejecución y control se desplazan en el transcurso de la automatización (v. Daug, 1993, pág. 40 y ss.):

- de forma creciente desde el analizador óptico al cinestésico (Meinel y Schnabel, 1987),
- desde una regulación externa a una interna,
- desde un control orientado hacia los errores y la retroalimentación, en bucle cerrado (*closed loop*), a un control anticipatorio y orientado hacia los programas, en bucle abierto (Daug y Blischke, 1984),
- desde centros corticales y subcorticales superiores a otros inferiores (Grosser y Neumaier, 1982).

El atleta dispone de una capacidad cada vez mayor de *autocorrección* y es en gran medida independiente de informaciones complementarias. La *vivencia subjetiva* de la secuencia motriz se puede caracterizar mediante afirmaciones del tipo “libre de fatiga mental”, los movimientos “van como por sí mismos” y “sin participación propia”, pudiendo llegar en ejecuciones particularmente felices a una “sensación de flujo” (*flow-feeling*; Daug, 1993, pág. 41 y ss.).

Así pues, el proceso de automatización no se centra sólo en la economización y la estabilización de rasgos motores externos y estructuras coordinadoras, sino también, y básicamente, en los procesos de percepción, decisión, organización y control vinculados con la acción motriz.

La automatización de la técnica no requiere más simplificaciones, sino que tiene lugar mediante el ejercicio en condiciones normales (con elevadas cifras de repetición) y/o en condiciones de alteración (p. ej., aparatos más pesados, ritmo más vivo, prolongación de las distancias de competición, mayor resistencia del contrario); también se produce con la utilización de tareas dobles (múltiples) (Manzey, 1993; Martin, Carl y Lehnertz, 1991; Mechling, 1990; Rockmann-Rüger, 1991a, 1991b; Roth, 1990b).

En opinión de Stark (1989) es conveniente, desde el punto de vista del rendimiento deportivo, crear un “exceso de potencial” en el momento de automatizar la técnica. Esto se consigue mediante tratamiento aislado de parámetros técnicos o unidades aisladas y una estabilización más sólida (hasta alcanzar una precisión y velocidad de movimiento claramente superiores a lo estrictamente necesario). Cuando se aprenden de esta manera nuevas combinaciones de movimientos o se eleva el grado de dificultad del ejercicio aislado es previsible la obtención de mejores resultados. Este “exceso de potencial”, que se expresa en una mayor seguridad y fiabilidad en la realización motriz, podría ser tal vez “el requisito para las transiciones de lo consciente a lo automatizado, y viceversa, y un “sobrepoten-

### 3 Componentes del entrenamiento (de la técnica)

#### 3.1 Intenciones del entrenamiento

El entrenamiento deportivo se encuentra para nosotros en el punto de intersección de los siguientes *complejos nocionales*, pudiendo variar la participación (el peso) de cada uno de ellos según los casos (v. Gabler y cols., 1990):

- (1) *Rendimiento*. Entrenamiento centrado en el aumento de las probabilidades de éxito en cualquier modalidad que se practique (*entrenamiento como desarrollo del rendimiento*).
- (2) *Salud*. Entrenamiento centrado en el incremento de la capacidad general de soportar cargas, en la reducción de la propensión a enfermar, en la aceleración de procesos de curación y de bienestar psicofísico (*entrenamiento como prevención*).
- (3) *Calidad de vida*. Entrenamiento centrado en la obtención y en la disponibilidad de un mayor grado de conocimiento del yo (por contraste con el grupo), realización personal, integración social y disfrute de la vida (*entrenamiento como incentivo de la personalidad*).

En este contexto es posible concretar la intención general del entrenamiento, esto es, la optimización de la competencia de acción propia de unas exigencias, en función de la situación inicial y con los siguientes objetivos:

- aumento del rendimiento;
- mantenimiento del rendimiento (estabilización);
- recuperación del rendimiento (p. ej., después de pausas debidas a lesiones);
- retraso de la disminución del rendimiento debido a la edad;
- disminución controlada del rendimiento en el sentido de la adaptación progresiva a exigencias de rendimiento menores (p. ej., al terminar una carrera en el deporte de rendimiento).

#### 3.2 Contenidos del entrenamiento

Para clasificar los contenidos del entrenamiento, tipos de entrenamiento en relación con éstos y su sucesión temporal óptima, disponemos en la actualidad de propuestas muy diferentes (v., p. ej., Hotz, 1991; Martin y cols., 1991; Mechling, 1988a; Meinel y Schnabel, 1987; Roth 1990a).

Podemos resumir los puntos de vista dominantes en las siguientes distinciones básicas:

El núcleo del problema radica en la falta de una *concepción integradora* que permitiría clasificar los resultados y vías de acceso al entrenamiento de la técnica propios de la disciplina, así como las diferentes representaciones ideales de la coordinación motriz, en un contexto mayor, teórico y relacionado con la práctica (Martin, 1991, pág. 53; Mechling, 1988b, pág. 33; Nitsch y Munzert, 1991, pág. 167). Semejante concepción, que aporta más que facetas de un cuadro general, sería importante no sólo para la sistematización progresiva y relativización del saber adquirido hasta la fecha y la estructuración de la investigación futura, sino también para la transmisión de ese saber a la práctica y a la configuración concreta del entrenamiento.

A nuestro entender, el concepto de *integración* –en términos de teoría, metodología y práctica– se puede entender aquí en los siguientes sentidos:

- *Integración intradisciplinaria* como vinculación de direcciones de investigación, concepciones y métodos diversos dentro de una ciencia (p. ej., cinemática/dinámica; endocrinología/neurofisiología; psicología cognitiva/de las emociones).
- *Integración interdisciplinaria* como vinculación de perspectivas científicas diversas (p. ej., biomecánica/psicología).
- *Integración transdisciplinaria* como desarrollo de representaciones ideales generales, comunes a varios ámbitos de estudio, que se concretan posteriormente en diferentes ámbitos de aplicación (p. ej., teoría de sistemas, sinergias).

En estos tres casos la integración puede tener como objetivo *niveles de investigación* muy variados, a saber:

- La vinculación de *posiciones teóricas* diferentes (p. ej., teoría de la planificación/teoría de la autoorganización).
- La armonización de *enfoques metodológicos* diferentes (p. ej., experimento de laboratorio/estudio de campo; investigación cuantitativa/cualitativa; observación desde fuera/enunciado propio; cinemetría/incremento subjetivo), y también, particularmente, la vinculación de datos cualitativos diferentes referidos al mismo objeto de estudio (p. ej., datos físicos/fisiológicos/psicológicos sobre una secuencia motriz concreta).
- La síntesis de conocimientos adquiridos desde perspectivas científicas diferentes, cristalizada en *recomendaciones prácticas* comunes (p. ej., para configurar planes de entrenamiento o procedimientos de información retroactiva).

No obstante, hemos de relativizar en varios sentidos esta demanda de modelos integradores:

- La integración, sobre todo su aspecto interdisciplinario, es ciertamente una perspectiva de investigación global, pero no necesariamente dominante en el proceso concreto de la investigación. La integración y la generalización, por una parte, y la diferenciación y especialización, por otra, presentan en cada mo-

### 3 Metodología de investigación

El siguiente párrafo describe únicamente los procedimientos utilizados o desarrollados para investigar las cuestiones científicas y biomecánicas planteadas. Los instrumentos de encuesta psicológica para evaluar la representación cognitiva de los rasgos técnicos del salto de esquí se describen en los artículos de Quinten y de Mickler (en este libro).

#### 3.1 Métodos para el entrenamiento en el trampolín

El entrenador sólo dispone de una visión elemental del comportamiento regulador del saltador durante la carrera y en la fase de despegue. Para la optimización de la técnica en el ámbito del alto rendimiento estos diagnósticos en bruto son insuficientes y poco detallados en muchos casos. La evaluación de la regulación fina requiere procedimientos específicos de diagnóstico científico. Para analizar los aspectos de la regulación que interesan en el marco de nuestro proyecto se utilizan básicamente procedimientos cinemáticos, dinamométricos y electromiográficos. Para elaborar los planteamientos desarrollados nos centramos sobre todo en la utilización de métodos de diagnóstico dinamométricos.

##### 3.1.1 Desarrollo de las fijaciones de medición

Dado que hasta el inicio del proyecto no se disponía de un método adecuado para medir las fuerzas transmitidas al trampolín por el saltador a través de las fijaciones y del esquí, hubo que desarrollar un nuevo sistema de medición para nuestros planteamientos específicos.

En un trabajo conjunto con varios entrenadores de salto de esquí y de combinación nórdica se propuso la construcción de un sistema para medir las fuerzas en el despegue y para aplicar los resultados de estas mediciones en el entrenamiento. En el proceso cabía la posibilidad de aprovechar las experiencias técnicas del esquí alpino en cuanto a la fabricación y el desarrollo de sistemas de reproducción de valores de medición. El objetivo planteado era aplicar el sistema de medición tanto en el entrenamiento de la técnica especial sobre el trampolín como en las condiciones de simulación.

Se conservó el principio del “listón de curvatura”, tomado de los sistemas de medición del esquí alpino. En éste, una serie de bandas extensométricas se encuentran en conexión de puente en los puntos de las placas medidoras de diámetro escaso. En estas zonas, las fuerzas aplicadas producen mayores curvaturas de las placas. Dependiendo del tipo de esquí se pueden registrar las fuerzas verticales de

dan a partir de grabaciones en vídeo); el remero de rendimiento dispone, en todo caso, de un extenso abanico de posibilidades/grados de libertad para compensar una calidad motriz especialmente deficiente destacando o modificando otros elementos de la técnica.

*A modo de hipótesis, podemos deducir de este estado de cosas que el atleta, cuando trata de compensar un determinado error, dirige su atención en un primer momento –consciente o inconscientemente– a la modificación de otros elementos técnicos; su concentración recae sólo de forma complementaria sobre el error técnico propiamente dicho.*

En casos de errores técnicos individuales no es aconsejable adoptar modificaciones de la organización del movimiento, sino incidir sobre el sistema motor mediante sistemas de instrucción indirecta, por ejemplo, determinados sistemas sensoriales que normalmente no se encuentran en primer plano (v. el segundo artículo de Nitsch y Munzert, en este libro).

Sobre esta base, y teniendo en cuenta la inestabilidad del sistema “remero/bote” y la importancia, antes explicada, de un comportamiento óptimo del equilibrio, adecuado a la situación propia del remo, el punto central de las investigaciones realizadas lo ocuparán las siguientes hipótesis principales:

- (1) *Tanto el grado de asentamiento como el éxito del aprendizaje en el ámbito de la técnica propia del remo están en relación con la exactitud de la orientación espacio-temporal individual del deportista.*
- (2) *Los movimientos rotatorios en torno a los ejes espaciales del aparato deportivo, que hemos estudiado sumariamente en un párrafo anterior (regulación del movimiento), están en relación con el grado de asentamiento de la técnica propia de la modalidad de remo.*
- (3) *Un entrenamiento sensorial específico del remo puede influir positivamente sobre el comportamiento del equilibrio de los remeros y contribuir a la optimización de la técnica.*

### **3 Métodos para la medición y evaluación de la técnica de remo**

#### **3.1 Evaluación cualitativa**

##### **3.1.1 Registro en vídeo**

Para evaluar la capacidad de rendimiento tecnomotor del sujeto –sobre todo en entrenamiento sensorial (v. *infra*, párrafo 3.4)– se registraron en vídeo varios recorridos de medición aislados para su posterior análisis técnico con la ayuda de un cuestionario técnico-analítico diferencial (v. párrafo 3.1.2).

La grabación se efectuó utilizando una motora con el fin de adoptar diferentes posiciones de la cámara desde el agua (popa, babor y estribor). La escasa distancia entre



## Bibliografía

- Adams, J.A. (1971). A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3, 111-150.
- Aebli, H. (1980). *Denken: Das Ordnen des Tuns: Band I. Kognitive Aspekte der Handlungstheorie*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Aizawa, H., Inase, M., Mushiake, H., Shima, K. & Tanji, J. (1991). Reorganisation of activity in the supplementary motor area associated with motor learning and functional recovery. *Experimental Brain Research*, 84, 668-671.
- Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K. & Watson, J.D. (1990). *Molekularbiologie der Zelle*, (S. 1314-1324). Weinheim: VCH Verlagsgesellschaft.
- Allmann, H. (1985). Maximalkraft und Sprintleistung - Maximalkrafttraining im Sprinttraining. In M. Bührle (Hrsg.), *Grundlagen des Maximal- und Schnellkrafttrainings* (S. 282-300). Schorndorf: Hofmann.
- Alvarez-Buylla, A., Kirn, J.R. & Nottebohm, F. (1990). Birth of projection neurons in adult avian brain may be related to perceptual or motor learning. *Science*, 249, 1444-1446.
- Anderson, J.R. (1976). *Language, memory and thought*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Andrews, J.G. (1987). The functional roles of the hamstrings and quadriceps during cycling: Lombard's paradox revisited. *Journal of Biomechanics*, 20 (6), 565-575.
- Anochin, P.K. (1967). *Das funktionelle System als Grundlage der physiologischen Architektur des Verhaltensaktes*. Jena: Fischer.
- Arbib, M.A. (1987). Levels of modeling of mechanisms of visually guided behavior. *Behavioral and Brain Sciences*, 10, 407-436.
- Ascheron, R. (1982). *Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Belastungsregimes am Fahrradergometer auf Kenngrößen aus dem Leistungsdichtespektrum des menschlichen EEG*. Diss. A (Medizin), Karl-Marx-Universität, Leipzig.
- Ashby, W.R. (1962). Principles of the self-organizing system. In H. von Foerster & G.W. Zopf, jr. (Eds.), *Principles of self-organization* (pp. 255-278). New York: Wiley.
- Ashby, W.R. (1970). *Design for a brain. The origin of adaptive behaviour* (2nd ed.). London: Chapman & Hall.
- Bailey, C.H. & Chen, M. (1990). Morphological alterations at identified sensory neuron synapses during long-term sensitization in aplysia. In L.R. Squire & E. Lindenlaub (Eds.), *The biology of memory* (pp. 135-154). Stuttgart: Schattauer.
- Ballreich, R. (1988). Perspektiven in der Entwicklung von Bewegungstechniken. In H. Mechling, J. Schiffer & K. Carl (Red.), *Theorie und Praxis des Techniktrainings* (Hearing des Bundesinstituts für Sportwissenschaft vom 3.-4. Dezember 1986 in Köln, S. 37-57). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Ballreich, R. & Baumann, W. (1988). *Grundlagen der Biomechanik des Sports*. Stuttgart: Enke.
- Barker, R.G. (1968). *Ecological psychology. Concepts and methods for studying the environment of human behavior*. Stanford, CA: Stanford University Press.
- Bartmus, U. (1987). *Untersuchungen zum ruderspezifischen Gleichgewicht*. Unveröff. Diss., Ruhr-Universität, Bochum.
- Bartmus, U., Gralla, V., Henke, T. & de Marées, H. (1991). Rowing-specific balance in beginners and elite rowers. *International Journal of Sports Medicine*, 12 (1), 91.
- Battig, W.F. (1979). The flexibility of human memory. In L.S. Cermak & F.J. Craik (Eds.), *Levels of processing in human memory* (pp. 23-44). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

dependen en gran medida de cómo se destaquen frente a sus entornos en cada momento. El contraste entre figura y entorno (p. ej., entre condiciones centrales y marginales) se convierte así en un principio importante para el aprendizaje motor, y en un requisito previo para orientar la atención y evitar errores (sobre el problema de la concisión “motriz”, v. Becker, 1935; Metzger, 1975, 1986).

- *Inestabilidad de la relación figura-entorno*. Como muestran los fenómenos de inversión de imágenes desconcertantes, las relaciones figura-entorno pueden ser reversibles. Aquí radica a la vez un problema y una oportunidad. El problema consiste en que sigue sin estar claro lo que es figura y lo que es entorno, esto es, la figura no se destaca de forma adecuada. Esto afecta asimismo el problema de la atención y los errores. La oportunidad consiste en “rectificar” esta relación y poner en claro la forma en que esto ocurre, a través, por ejemplo, de técnicas de reestructuración cognitiva.

## 2.4 El problema de la transformación

Este problema afecta una serie de relaciones del sistema, fundamentales para la organización del movimiento y aún poco investigadas en sus detalles (v. al respecto Gallistel, 1980). De especial importancia son las relaciones entre:

- procesos psíquicos y corporales (p. ej., conciencia y actividad corporal, intención y comportamiento, estímulo sensorial y percepción del significado: *Höfdding step* [paso de Höfdding], Weimer, 1977);
- energía e información;
- distintas informaciones sensoriales (integración intersensorial, cinestésias);
- información del estímulo y de la memoria;
- aferencia y eferencia (*perception-action matching*; v., p. ej., Neumann y Prinz, 1990; Prinz, 1991).

Varios autores sostienen (p. ej., Leist, 1993a, pág. 132, en referencia a Laucken, 1989) que una parte de estos problemas se solucionan al considerar el “error categorial” básico que encierran: en ellos se mezclan de forma inadmisibles categorías de mundos diferentes, cerrados herméticamente en sí mismos (p. ej., los mundos físico y fenoménico). Esto parece ser válido sobre todo para la relación entre intención, esto es, percepción subjetiva, y comportamiento motor. Incluso cuando uno se adhiere a esta forma de argumentación y parte de mundos (descriptivos) irreconciliables, subsiste el déficit explicativo fundamental: si yo (fenoménico) hago lo que quiero hacer, el resultado será el que yo quiero sólo si yo (objetivo) produzco las correspondientes modificaciones fisiológicas y efectos físicos. Esto nos conduce en último término a una antigua discusión de la filosofía y la psicología: el problema del cuerpo y el alma (v. Nitsch, 1995).