

# Módulo 3. Diseño de situaciones simuladoras, variabilidad y especificidad

Como se comenta en el Módulo 1:

El entrenamiento de fuerza ha ido evolucionando en cuanto a su definición aplicada... Y, si hablamos de [fútbol], además [de la importancia de la tensión muscular], debemos añadir la importancia del contexto y el momento en el que se aplica esta tensión muscular, entendiendo la fuerza como la capacidad de un músculo o grupo muscular de generar tensión muscular bajo condiciones específicas (Siff & Verkhoshansky, 1996). Julio Tous (Seirullo, 2017, Capítulo La estructura condicional) propone un cambio de paradigma basando el entrenamiento de fuerza en el movimiento humano; así, serán los movimientos los que actuarán como eje vertebrador de las propuestas de ejercicios de fuerza y no los grupos musculares, que serán los meros ejecutores. (Fernández-Valdés Villa, 2020, pp. 32-33).

El movimiento es inseparable del ser humano: nos expresamos y comunicamos a través de él, pero también resolvemos los problemas con los que nos encontramos en el juego. Por eso, “la práctica orientada hacia los movimientos específicos [del fútbol será fundamental para que la jugadora] avance hacia la especialización deportiva” (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 39). Como se describe en el Módulo 2, es necesario conocer cuáles son los movimientos específicos en el fútbol. Se describieron cuatro habilidades motrices básicas que están vinculadas a los movimientos deportivos: el lanzamiento, el salto, el desplazamiento y la lucha (Figura 1):

Figura 1: Familias de movimiento



Fuente: elaboración propia.

Estas manifestaciones de fuerza forman las familias de movimientos... vinculadas a los movimientos deportivos [del fútbol]... A medida que vayamos avanzando hacia ejercicios más específicos, estas familias de movimientos se irán interconectando unas con otras, y los ejercicios propuestos estarán compuestos por combinaciones de varias e incluso todas las familias de movimiento, al igual que sucede en el juego real, [donde se dan todos]. (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 41).

Para diseñar los ejercicios de entrenamiento con los que pretendemos estimular a nuestras futbolistas, debemos atender al grado de similitud entre el ejercicio planteado y el movimiento deportivo, lo que se conoce como *especificidad*. Si se garantiza la especificidad, el ejercicio y el movimiento deportivo se retroalimentan mutuamente, lo

cual se conoce como *transferencia*. Para que se produzca dicha transferencia al movimiento deportivo, la jugadora debe ser estimulada en un grado mayor al que está acostumbrada, a esto se lo conoce como *sobrecarga*. El proceso de adaptación es altamente individual, de modo que varía de jugadora a jugadora. Esto se conoce como *individualidad*. Para continuar el proceso de adaptación, el sistema debe ser sobrecargado progresivamente. Sabiendo que este efecto es solo temporal, si se deja de entrenar, los efectos desaparecen. Esto se conoce como *reversibilidad*.

Debemos analizar en detalle el movimiento deportivo para identificar el vínculo entre la situación simuladora y el movimiento que se produce durante la competición. La dificultad de esto en el fútbol radica en que muchos movimientos no siguen patrones fijos y repetitivos, lo cual a su vez entorpece la labor de establecer su vínculo con el entrenamiento de fuerza.

La naturaleza inesperada de las habilidades motrices que se producen en el fútbol hace que sea difícil analizar el movimiento deportivo, ya que, dependiendo de la situación que observemos, cambia. Así, es difícil concluir qué tipos de entrenamiento son más efectivos. Por ejemplo, en el fútbol la habilidad de correr está tan vinculada con la situación de juego que no se pueden aplicar en él las mismas normas de entrenamiento de la fuerza que tienen deportes como el atletismo, donde se corre en línea recta y sin influencia de oponentes. Correr en atletismo no se puede transferir al fútbol, donde las demandas del entorno requieren una organización constantemente cambiante del patrón de carrera. Sin embargo, incluso las habilidades en entornos abiertos parecen tener estructura fija. Tener que improvisar un movimiento y adaptarlo a las demandas constantemente cambiantes del entorno no significa que todos los componentes del movimiento sean inestables; algunos sí lo son, pero otros permanecen sin cambios. La efectividad en el movimiento está relacionada con la capacidad de la jugadora de poder cambiar los componentes estables e inestables del movimiento en respuesta a las demandas del medioambiente (veremos cómo a lo largo de este módulo).



## Unidad 3.1 Grados de libertad

Si tenemos que movernos, es decir, pasar de una posición a otra, hay muchas formas diferentes de hacer el movimiento. Hay una gran cantidad de posibilidades, lo que hace que sea difícil para el cuerpo seleccionar la más eficiente.

Al realizar un movimiento que implica varias articulaciones —cada una con sus propios grados de libertad—, hay muchas combinaciones posibles de rangos de movimiento que pueden producir el mismo resultado. Esto, unido a las posibles combinaciones de ángulos articulares en varias articulaciones, hace que dichos grados de libertad aumenten aún más porque los movimientos generalmente pueden ser realizados por más de un músculo. Esto, a su vez, aumenta las opciones disponibles para elegir cuál es el movimiento más eficiente, lo que hace que sea casi imposible decantarse por alguno.

De las mil y una formas en que podemos movernos, solo unas pocas son económicas y efectivas, pero ¿cuáles son? Es evidente que no podemos ni debemos comparar todas esas alternativas justo antes de realizar el movimiento, ya que tardaríamos demasiado tiempo y fatigaríamos el cerebro, de modo tal que el movimiento sería extremadamente agotador. Por lo tanto, debe haber un mecanismo en el sistema de control del motor que elimine las alternativas ineficientes y seleccione la correcta. Según Bernstein, Latash y Turvey (1996), la esencia del control motor es la eliminación más o menos automática de alternativas superfluas o grados de libertad.

Además de los grados de libertad, Bernstein describió un segundo problema importante con respecto al control del movimiento: la *variabilidad* en función del contexto (Fajen, Riley y Turvey, 2008). En un entorno cambiante, las fuerzas serán constantemente diferentes, por lo que el mismo comando desde el sistema nervioso central hasta los músculos generará diferentes movimientos en diferentes entornos. Si el rendimiento de un movimiento (el total de ángulos articulares) siempre debe ser el mismo, independientemente de las influencias ambientales, los músculos tendrán que ser controlados de manera diferente en cada situación. Esto significa que, si el ángulo articular previsto en un patrón de movimiento siempre debe ser más o menos el mismo, puede ser necesaria una selección diferente de músculos y acción muscular en cada situación (los movimientos y la resistencia de la oponente). Esto significa, a su vez, que una habilidad motriz no se puede diseñar de manera lineal no solo por los grados de libertad, sino también por la influencia de las fuerzas opuestas, que son variables.

El sistema musculoesquelético elimina patrones de movimiento ineficientes e inestables que están en el sistema. Los movimientos que elegimos están interconectados. Los que son fijos son los más válidos para el sistema. Los que más se producen son a los que recurrirá normalmente el cuerpo para resolver las situaciones de juego.



El cuerpo gasta poca energía en aprender principios de movimiento que solo funcionan en un número limitado de casos, es decir, quiere aprender una técnica aplicable en la mayoría de las ocasiones. Por lo tanto, cuando aprendemos movimientos, aprendemos principalmente a encontrar y aplicar las reglas que filtran las formas ineficientes de realizar el movimiento, para evitar el uso rígido de los músculos y, por lo tanto, los patrones de movimiento rígidos (por ejemplo, las cocontracciones). Dado que el sistema busca maximizar el uso de reglas de aplicación general, los movimientos, aunque puedan parecer diferentes, se vuelven más similares (correr y saltar, por ejemplo, difieren en la velocidad de movimiento de los segmentos).

Una jugadora de fútbol ejecuta muchos movimientos y habilidades diferentes en el transcurso del juego. Estos movimientos y habilidades son complejos, con muchos grados de libertad (fuerza, velocidad, múltiples articulaciones y músculos) que necesitan ser controlados (Fajen et al., 2008). Si el cerebro tuviera un patrón motor guardado para cada movimiento separado, el catálogo de patrones motores sería tan grande que sería imposible de procesar, especialmente bajo la presión del tiempo disponible para la acción. Schmidt et al. afirman (2018) en la teoría generalizada de patrones motores que varios movimientos similares se agrupan. Algunos componentes de movimiento son similares para los diversos movimientos relacionados, mientras que otros componentes son variables. Sin la existencia de patrones motores generalizados, cualquier nuevo movimiento requeriría una práctica extensa o incluso podría ser imposible porque no existe un patrón motor.

Esta estrategia de buscar la eficiencia para conseguir el control para muchas tareas es, por lo tanto, la base para la *especificidad* y la *transferencia* de los patrones fijos de entrenamiento.



## Unidad 3.2 Atractores y fluctuaciones

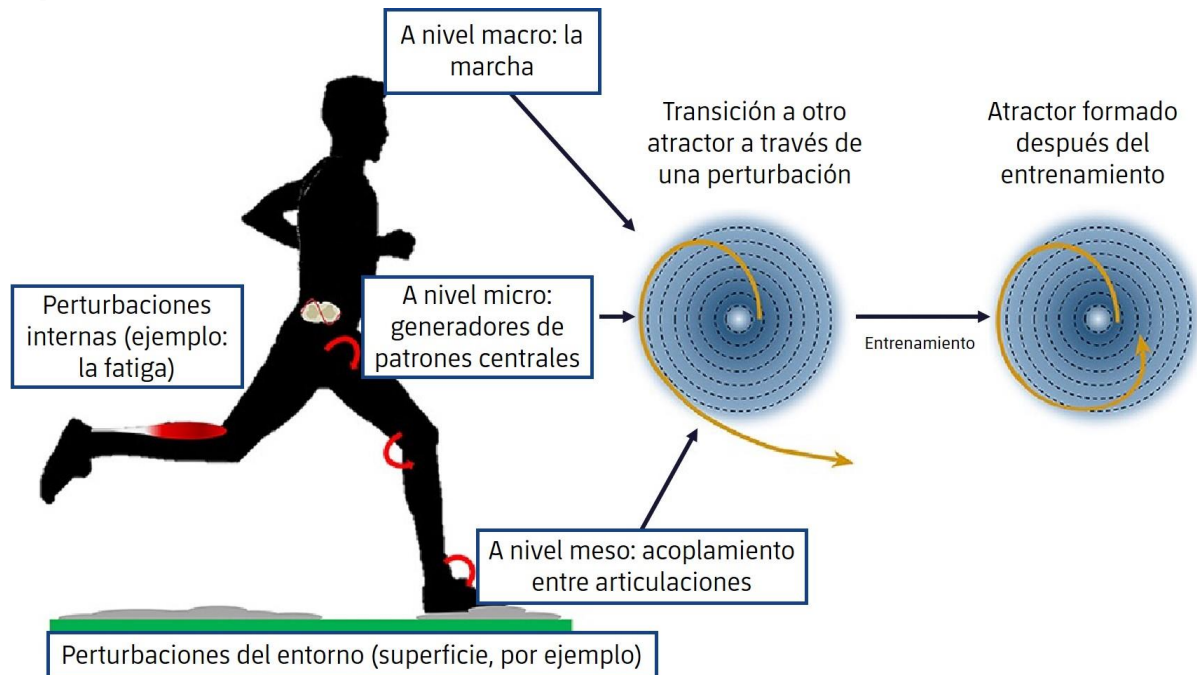
Hasta este punto hemos visto cómo los movimientos se diseñan eliminando los grados de libertad hasta que se deja un movimiento robusto y eficiente. Aquí *robusto* significa estable y difícil de perturbar, y *eficiente* significa que se puede realizar el movimiento con el coste de energía mínimo. Un patrón de movimiento siempre busca ser estable, y en esta búsqueda puede cambiar otra estabilidad diferente si con la anterior estrategia se pierde estabilidad. Tal transición de fase a veces puede ocurrir incluso en respuesta a una perturbación pequeña, por lo que se producen transiciones de fase repentinas entre movimientos que incluyen patrones estables e inestables, y en los que el cuerpo en movimiento intenta cambiar de un patrón estable al siguiente omitiendo patrones inestables, siempre que sea posible.

La estabilidad y la eficiencia (economía) del movimiento no solo juegan un papel a la hora de elegir los patrones de movimiento generales. Incluso dentro de un solo movimiento, los diversos componentes del movimiento están dispuestos en componentes estables (de bajo gasto de energía) e inestables (de alto gasto de energía). Los componentes estables y económicos del movimiento se conocen en la literatura como *atractores* (patrón habitual), y los inestables, como *fluctuaciones* (también conocidos en la teoría de la transición de fase como *parámetros de orden* y *parámetros de control* (Kelso, 1991). Las fluctuaciones se precisan para adaptar el movimiento a las demandas cambiantes del entorno. Si solo estuviera compuesto por partes estables, se realizarían los movimientos de forma rígida, y las influencias del entorno generarían errores constantemente por la falta de adaptabilidad del sistema.

Los atractores representan tendencias de coordinación entre los componentes del sistema (Davids, Button y Bennett, 2008) que se pueden identificar en múltiples niveles y emergen de la autoorganización de los componentes de nivel inferior y superior a través de la causalidad circular (Kelso, Schöner, Scholz y Haken, 1987). Esto significa que el comportamiento de los componentes en un nivel superior se verá influenciado (restringido) de manera ascendente por el comportamiento de los componentes en el nivel inferior, y viceversa (Figura 2).



Figura 2: Caminar o correr



Fuente: elaboración propia en base a Van Hooren, Meijer y McCrum, 2019, p. 3.

Sobre la Figura 2. Caminar o correr, la marcha, el acoplamiento de articulaciones y los generadores de patrones centrales (CPG) pueden representar atractores de ciclo límite (tendencias de coordinación que se repiten cíclicamente, simplificadas, representadas a la derecha) a nivel macroscópico, mesoscópico y microscópico. Las perturbaciones internas y externas, por ejemplo, la fatiga o una superficie irregular, pueden conducir a una transición de fase a otro atractor potencialmente menos efectivo o eficiente. Las grandes perturbaciones pueden, por ejemplo, provocar problemas como caídas al caminar o un esguince de tobillo mientras se corre. El entrenamiento puede aumentar la estabilidad de los atractores para que las perturbaciones de mayor magnitud o tal vez mayor frecuencia o imprevisibilidad puedan adaptarse sin pérdida de estabilidad (van Hooren, Meijer y McCrum, 2019).

Por lo tanto, un movimiento consiste en una mezcla de atractores y fluctuaciones que deben cumplir dos criterios principales:

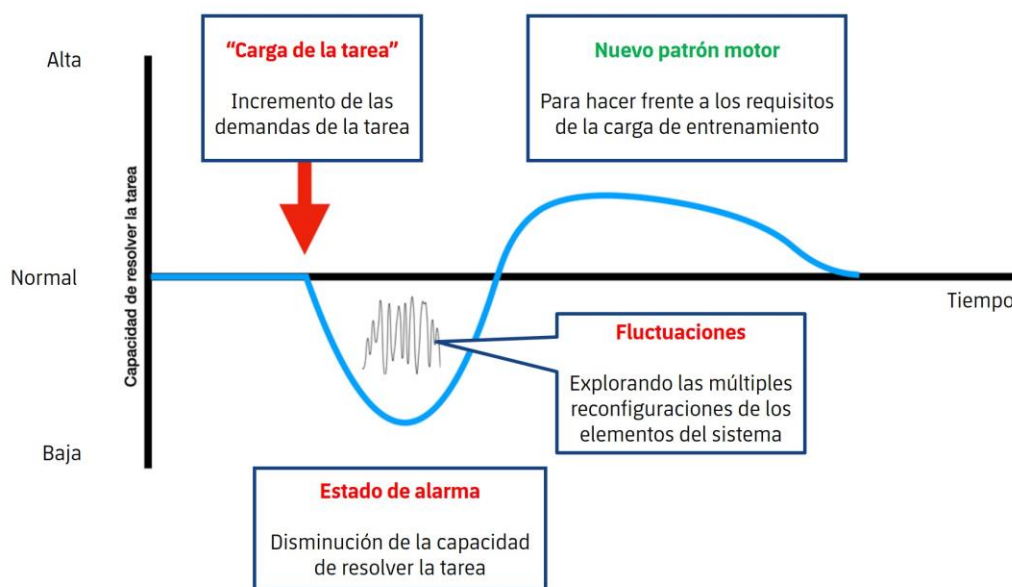
- Todo el movimiento debe ser lo más estable (y, por lo tanto, económico) posible.
- Tratar de que las fluctuaciones sean pocas (el movimiento solo es controlable si hay un número limitado de variables que controlar) pero suficientes para cumplir con las demandas cambiantes del entorno.

Cuantos menos rangos variables de movimiento haya, más fácil se podrá controlar el movimiento; es decir, aprender a moverse no es solo una cuestión de aprender los

diversos componentes del movimiento, sino también de aprender la relación entre los componentes estables e inestables (Davids et al., 2008). Por lo tanto, durante el proceso de aprendizaje es necesario aprender qué componentes deben usarse de manera estable y cuáles de forma variable.

El proceso de aprendizaje consiste solo en parte en aprender a realizar los diversos componentes de un movimiento. Una parte importante del proceso de aprendizaje motor se centra en la correcta división de los componentes del movimiento en atractores y fluctuaciones. En algún momento del proceso de aprendizaje inicial, especialmente en movimientos más complejos, los atractores y las fluctuaciones que se desarrollan pueden no cumplir con todos los criterios para un movimiento óptimo y eficiente en el medioambiente y, por lo tanto, no serán deseables. Los atractores resultantes deben volver a ser perturbados para crear una nueva y mejor coordinación (Figura 3).

**Figura 3: Incremento de las demandas de la tarea (perturbación) para generar un nuevo atractor estable**



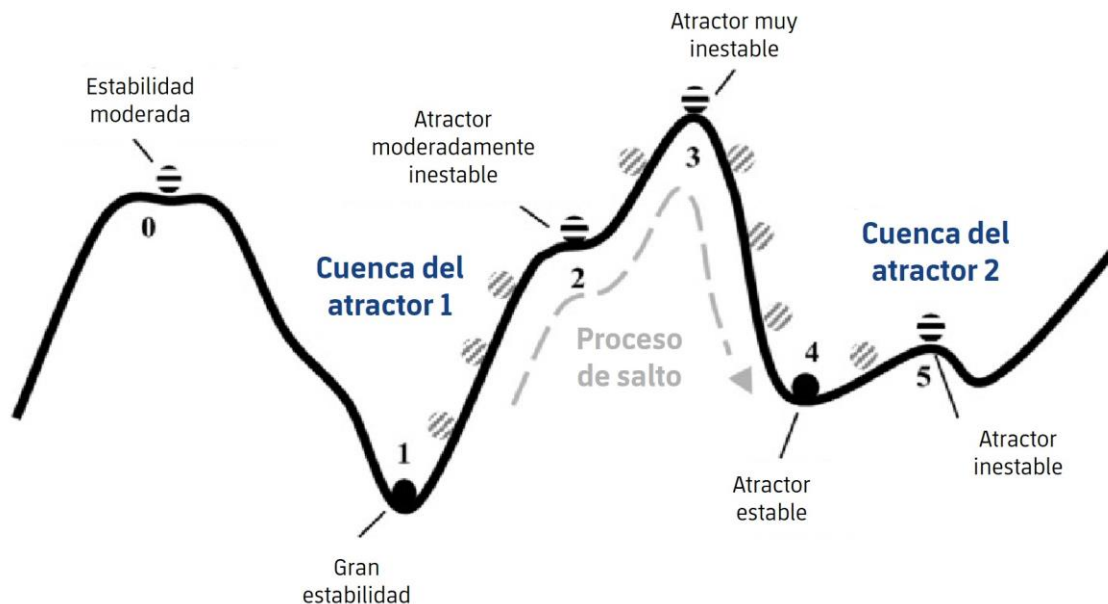
Fuente: elaboración propia.

Perturbar los patrones de movimiento inadecuados existentes es, por lo tanto, un paso clave para aprender nuevos y mejores movimientos (más coordinados). En cambio, el enfoque está en aprender el nuevo patrón, que se ve obstaculizado por viejos patrones obstinados. En algunas situaciones, el verdadero problema en el proceso de aprendizaje puede ser la perturbación de los viejos atractores. A través del entrenamiento, la jugadora irá encontrando la relación correcta entre la parte estable y la variable del movimiento, gracias a lo cual las partes estables se volverán aún más estables y de baja energía, es decir, se gastará menos energía en la realización de ciertos movimientos.



Un muy buen ejemplo de esta idea implica una pelota que se mueve sobre un paisaje de pozos. Cuanto más amplio sea el pozo, más “atraerá” este al móvil, y cuanto más profundo es el pozo, más difícil para el móvil será escapar [(Figura 4)]. [Una futbolista] conseguirá ser “atraída” por ciertos patrones de movimiento según la imposición de ciertas restricciones, como su cuerpo, el medio ambiente y las tareas que tenga la intención de realizar. (Grupo Movement-Readaptación de lesiones & Entrenamiento, 2016, <https://www.facebook.com/MovementRehabEntrenamiento/posts/diferencia-entre-movimientos-atractores-y-fluctuadores-un-atractor-es-un-estado-/1034456359975339/>).

Figura 4



Fuente: elaboración propia.

Al realizar por primera vez un movimiento, se utilizan componentes atractores de movimiento de otros patrones de movimiento ya conocidos y similares, limitando el número de grados de libertad desde el principio para conseguir controlar e incluso tener éxito en la realización de dicho movimiento.

Cuando los atractores elegidos no son los apropiados, el movimiento es difícil de controlar y el rendimiento se reduce. Como medida de emergencia, en el cuerpo se inmovilizan varias articulaciones para que el movimiento sea controlable una vez más. Esto, que se conoce como *congelación de los grados de libertad*, puede ocurrir en una niña cuando le pega a una pelota por primera vez: pone rígidas todas las articulaciones,



mantiene las rodillas extendidas e inmoviliza el tronco para conseguir acertar en el intento. Esta es una estrategia de congelar los grados de libertad y mantener el complejo movimiento de lanzamiento bajo control.

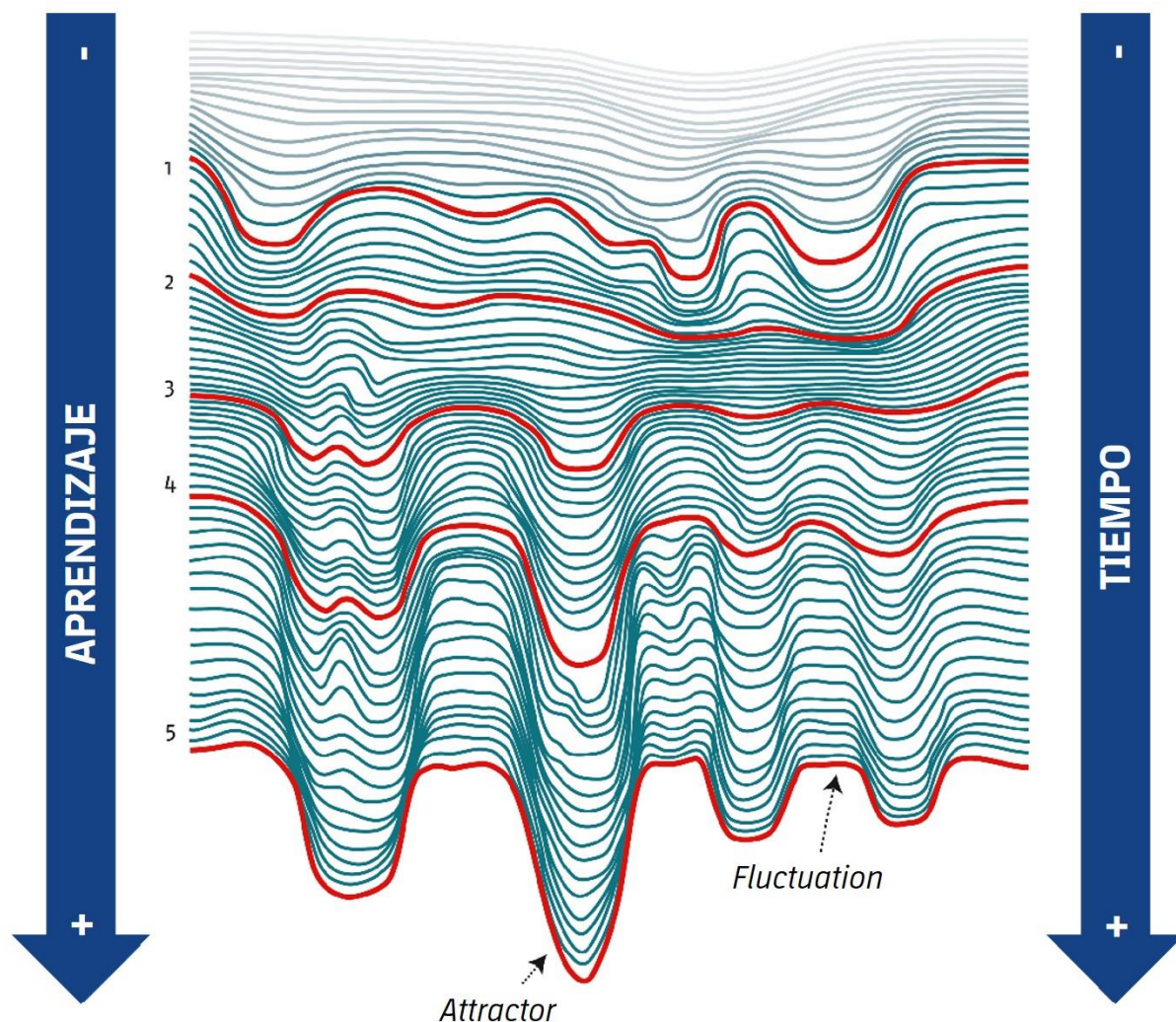
En la fisioterapia es una estrategia común eliminar los movimientos compensatorios en los ejercicios, por ejemplo, prohibiendo a los pacientes que se están recuperando de una lesión en el hombro doblar el tronco hacia los lados al aislar el brazo durante un ejercicio. Los movimientos compensatorios son una estrategia del cuerpo para lograr un equilibrio en los rangos de movimiento para hacerlos saludables.

Según Bosch, aunque los seres humanos pueden realizar un número casi infinito de tareas de movimiento, son relativamente pocos los patrones básicos de movimiento (correr, saltar, hacer un *squat* y lanzar). Estos patrones básicos de movimiento se convierten en los cimientos para todo movimiento. Se combinan de forma variada y ajustada para generar un enorme repertorio de movimientos complejos. Los atractores son los movimientos básicos y [las fluctuaciones] son los movimientos que hacen la adaptación y el ajuste contextual. (Grupo Movement-Readaptación de lesiones & Entrenamiento, 2016, <https://www.facebook.com/MovementRehabEntrenamiento/posts/diferencia-entre-movimientos-atractores-y-fluctuadores-un-atractor-es-un-estado-/1034456359975339/>).

Los pozos del atractor se profundizan aún más para que el rendimiento del movimiento sea más adecuado para el cuerpo y eficiente (Figura 5). El entrenamiento de fuerza puede desempeñar un papel clave aquí.



Figura 5: Atractores y fluctuaciones en el proceso de aprendizaje



Fuente: elaboración propia en base a Bosch, 2020, p. 112.

Sobre la Figura 5: El paisaje de atractores y fluctuaciones cambia desde el principio (arriba) hasta el final (inferior) durante el proceso de aprendizaje.

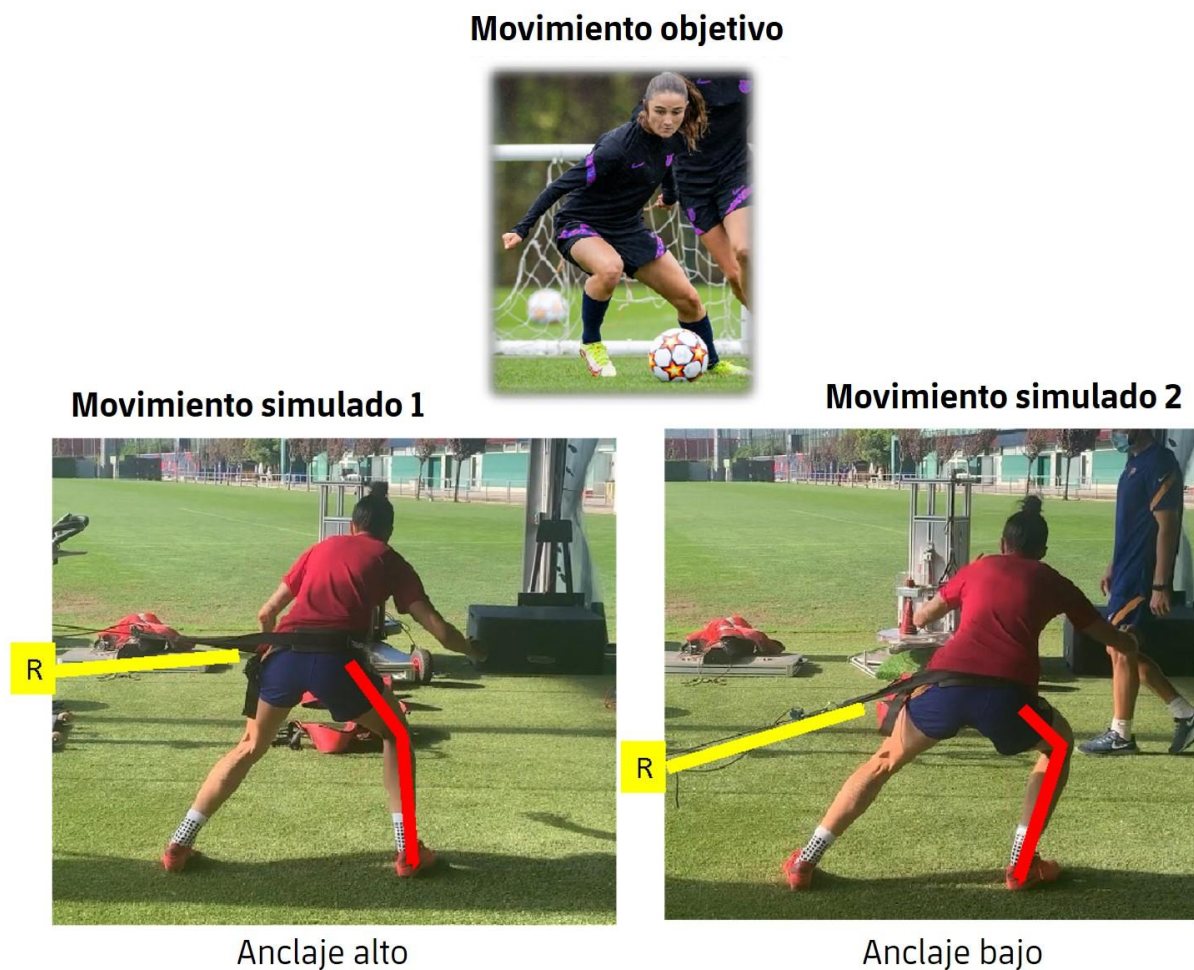
Con el entrenamiento, el movimiento se vuelve más estable. Existen formas muy efectivas (fluctuaciones) de adaptar el movimiento a las demandas del entorno, que el control del movimiento puede hacer automáticamente. Cuando dominamos el movimiento, se puede combinar con entornos perceptivos de alta complejidad.

Y aquí se dan los grandes beneficios del entrenamiento de fuerza, de manera que podemos utilizarlo para “profundizar” los pozos de los atractores, es decir, desarrollar los movimientos fundamentales básicos, como lanzar, saltar, correr [o luchar]. Por ejemplo, la coordinación de la

triple extensión de tobillo-rodilla-cadera durante el salto no difiere mucho de un *power clean*. Por lo tanto, un *power clean* puede enseñar a [la] deportista algo acerca de cómo optimizar la producción de fuerza en este movimiento fundamental, y este será transferible a muchas áreas diferentes en el [juego]. (Grupo Movement-Readaptación de lesiones & Entrenamiento, 2016, <https://www.facebook.com/MovementRehabEntrenamiento/posts/diferencia-entre-movimientos-atradores-y-fluctuadores-un-atractor-es-un-estado-/1034456359975339/>).

Los movimientos deben ser parte de una matriz coherente, y debe haber relaciones entre las categorías de movimientos relacionados (Bernstein et al., 1996). Si dos o más movimientos comparten la misma intención, el sistema los interpreta como movimientos relacionados (Figura 6).

**Figura 6: Movimientos relacionados**



Fuente: elaboración propia.

Sobre la Figura 6: En el movimiento que se trata de simular (cambio de dirección) con la tarea de entrenamiento 2 (resistencia que viene de abajo), es más probable que simulemos mejor el movimiento objetivo, ya que la resistencia colocada abajo obliga a la futbolista a bajar el centro de gravedad, al igual que la inercia con la que se realizan los cambios de dirección, donde la gravedad atrae a la jugadora hacia al suelo en mayor o menor medida, dependiendo de la velocidad previa al movimiento.

El sistema está diseñado para ejecutar los movimientos con gran variación en los músculos utilizados, así que organizamos nuestras soluciones de movimiento en grupos de intenciones similares, en lugar de grupos de actividad muscular similar. Y el sistema intenta razonar desde las soluciones del movimiento hasta la acción específica; por lo tanto, al enseñar un movimiento, debemos asegurarnos de añadir una intención en los ejercicios de fuerza.

La *intención* es un componente clave del movimiento. Es probable que haya un mecanismo que apoye el control del movimiento sobre la base de la intención. El movimiento con intención está dirigido por la atención. Si la atención se centra en las características relacionadas con el movimiento, los procesos de movimiento y aprendizaje motor se controlarán de manera más efectiva. Controlar los movimientos de manera efectiva es enfocar la atención en el resultado de la acción usando mecanismos como la visión de manera efectiva (hacer un uso óptimo de la visión central y periférica). Generar atención en el enfoque externo funciona mejor que en el enfoque interno porque el primero se basa en el resultado del movimiento, mientras que el interno se basa en cómo se ejecuta un movimiento.

### **3.2.1 La variabilidad de movimiento humano (fluctuaciones)**

La variabilidad de movimiento humano puede ser definida como las variaciones presentes en la ejecución motriz y que puede ser observada a través de múltiples repeticiones de una tarea (Dias et al., 2014; Stergiou, Yu, & Kyvelidou, 2013). Esta variabilidad es inherente en todos los sistemas biológicos y en las acciones humanas (Araújo, Davids, Bennet, Button, & Chapman, 2004; Stergiou, Harbourne, & Cavanaugh, 2006)... Aplicada al [fútbol], esta variabilidad representa la complejidad de un movimiento dado, o puede representar simplemente una etapa temprana de aprendizaje motor o la presencia de dificultades para resolver la tarea (Newell & Vaillancourt, 2001). La variabilidad de [una] deportista debe ser entendida y percibida durante la ejecución de la tarea, dentro de las variables del proceso (el posicionamiento angular de las articulaciones, la



aceleración o la contracción de los músculos, etc.) (Couceiro et al., 2014). (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 47).

Muchos investigadores interpretan la variabilidad en las ciencias del deporte como un mecanismo para que los atletas se adapten y establezcan sus acciones [(atractores)] ante los condicionantes de las tareas (Couceiro, Dias, Mendes, & Araújo, 2013). Al introducir la variabilidad en las situaciones de entrenamiento, lo que se provoca es la pérdida de control y de la capacidad de predicción en la nueva situación por parte de [la] deportista, lo cual generará una cierta cantidad de estrés y, en consecuencia, un estado de alerta y de excitación al tener que hallar nuevas reglas de control y predicción (Sapolsky, 2008). (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 48).

Dado que responder a diferentes perturbaciones iniciadas a través de diversas condiciones inestables aumenta la riqueza de la experiencia perceptual-motora específica de la tarea y, por lo tanto, mejora el rendimiento (Birklbauer, 2019; Wulf & Shea, 2002), consideramos que entender la variabilidad de movimiento durante el proceso de entrenamiento de la fuerza en [el fútbol] puede ser un factor clave para optimizar este entrenamiento. Así, desde la perspectiva del entrenamiento estructurado, será a través de los condicionantes en las tareas con diferentes niveles de aproximación deportiva donde se producirán estas perturbaciones en el entrenamiento de fuerza, buscando cambios en la variabilidad de movimiento especialmente cuando queremos enfatizar sobre la estructura coordinativa.

Uno de los grandes retos es establecer cuál es la variabilidad óptima de movimiento para cada tarea. Una variabilidad de movimiento por debajo de la óptima en sistemas biológicos representará que son demasiado rígidos e inmutables, mientras que una variabilidad por encima de la óptima representará que son sistemas caóticos e inestables (Stergiou et al., 2006). Ambas situaciones caracterizan los sistemas o las tareas que son menos adaptables a las perturbaciones (Stergiou et al., 2006) y que, por lo tanto, tendrán un menor nivel de entrenabilidad (Weineck, 2005). (Fernández-Valdés Villa, 2020, pp. 48-49).



## Unidad 3.3 Variación en el entrenamiento de fuerza

Para que las jugadoras aprendan, debemos generar un atractivo en las sesiones de fuerza: la motivación es un motor muy potente del proceso de aprendizaje. Los lazos desconocidos entre los patrones sensoriales y motores activan la motivación, lo que desencadena el proceso de aprendizaje cuando el movimiento se ejecuta con éxito. Para lograr un efecto de aprendizaje óptimo, los movimientos no deben repetirse constantemente de la misma manera. La variación es la clave para un entrenamiento eficiente. Al planificar adaptaciones fisiológicas durante el entrenamiento, la variación debería ser una de las características principales del entrenamiento, junto con la individualización.

Bernstein et al. (1996) describieron la necesidad de variación en los movimientos de aprendizaje como “repetición sin repetición”. No aprendemos repitiendo constantemente la misma solución a un problema de movimiento, sino resolviendo constantemente un nuevo problema de movimiento. El aprendizaje y la motivación se estimulan por la aparición de patrones sensoriales y motores desconocidos que no encajan en las relaciones sensoriomotoras existentes y familiares. Aprendemos a través de la aparición de algo nuevo, en lugar de a partir de algo familiar.

En el entrenamiento de fuerza, normalmente solo se ejecuta un número limitado de movimientos en comparación con los movimientos en la competición, y los patrones de movimiento que se generan tradicionalmente no son complejos ni diversos. Además, en el entrenamiento de fuerza la estimulación sensorial es baja, ya que la información del entorno es mínima y tiene poca influencia. En los movimientos durante el juego, el sistema visual casi tiene que trabajar mucho para estimar y calibrar la visión central y periférica. Por ejemplo, la visión central se utiliza para juzgar el tiempo de contacto, algo que casi no juega ningún papel dentro del entrenamiento de fuerza. La visión periférica es importante si la información de control se libera a través del flujo óptico cuando se mueve en el espacio, mientras que, dentro del entrenamiento de fuerza, la jugadora generalmente no se mueve en el espacio. Es por eso que el sistema de aprendizaje generalmente encuentra el entrenamiento de fuerza monótono y aburrido; tradicionalmente, la única diferencia entre los movimientos en el entrenamiento de fuerza es la variación en la carga en la barra. Este entrenamiento monótono conduce a una disminución de la actividad corticoespinal, lo que disminuye la capacidad para aprender nuevas habilidades. Esta monotonía perjudica la transferencia de coordinación. Por lo tanto, la variación y evitar la monotonía deben ser partes importantes dentro del diseño del entrenamiento de fuerza.



El entrenamiento variable ayuda a aumentar los pozos de los atractores, convirtiendo las diferentes variaciones de movimiento en movimientos de aplicación general. Esto solo puede pasar cuando se prueban y ejecutan en todas las circunstancias que se pueden dar. Durante estas pruebas el número de mecanismos de control efectivos se habrá reducido en gran medida, y solo los principios restantes deberán almacenarse en la memoria a largo plazo, eliminando o limitando la aparición de comportamientos ineficientes.

Bajo el paradigma de que el entrenamiento de fuerza tiene que ser seguro y de que no pueden ocurrir lesiones durante su ejecución, se ha razonado que este entrenamiento debe permanecer dentro de límites técnicos estrictos e “ideales”. Pero realmente lo que hace que el entrenamiento sea inseguro es el uso de cargas pesadas. Sin embargo, con cargas bajas durante el entrenamiento de fuerza se pueden realizar movimientos seguros y variables. La variación ayuda a las futbolistas a desarrollar los componentes básicos del control del movimiento.

Si el entrenamiento de fuerza se viera como *entrenamiento de coordinación contra resistencia*, el entrenamiento variable con resistencia se convertiría en una forma útil de explorar patrones estables y flexibilizar los patrones. Particularmente, las mujeres a menudo necesitan tener más descanso entre sesiones de entrenamiento de fuerza debido a los procesos que hacen que puedan tener más fatigabilidad. Así, este tipo de entrenamiento coordinativo y variable genera menos fatiga, por lo que es útil para ellas, en lugar de basarlo únicamente en la graduación de intensidad y el volumen.

Por lo tanto, el entrenamiento variable puede desempeñar un papel importante en cada etapa del desarrollo del atleta: las futbolistas principiantes pueden usarlo para encontrar una distribución significativa entre atractores y fluctuaciones, y las de élite, para aumentar aún más la diferencia entre atractores y fluctuaciones en el movimiento deportivo.

Si hay poca variación en los ejercicios, será difícil encontrar principios genéricos, incluso si los ejercicios proporcionan información clara sobre los resultados. Si hay más variaciones, los principios genéricos serán más fáciles de encontrar y se pueden vincular a la información de resultados relevante aún disponible. Sin embargo, si hay demasiada variación, proporcionará mucha información que se puede utilizar para formular principios genéricos, pero la información del resultado será menos relevante. Con más variación, en la dirección del movimiento aleatorio, los resultados anticipados y logrados ya no se podrán comparar y el proceso de aprendizaje se detendrá.

De todo esto podemos concluir que, para el diseño de ejercicios, una regla general y simple es: elegir ejercicios con la máxima variación, en los que la intención del ejercicio permanezca cerca del resultado del movimiento deportivo que se quiera mejorar.



## Unidad 3.4 Especificidad

Supuestamente, los diversos programas motores no están separados en el cerebro, sino relacionados y vinculados entre sí. Esto es lo que conocemos como *especificidad*. La transferencia será la forma en que los patrones de movimiento se influyan entre sí, y estarán facilitados por la especificidad, que se puede dividir en cinco categorías que se presentarán en los siguientes puntos.

### 3.4.1 Similitud de movimiento debido a similitudes en la estructura interna del movimiento

Esta categoría, a su vez, se puede dividir en similitud en coordinación intramuscular (similitud en la coordinación dentro de un músculo) y similitud en coordinación intermuscular (similitud en la cooperación entre diferentes músculos).

#### Coordinación intramuscular

Los músculos pueden hacer su trabajo de más de una manera. Los diversos tipos de acción muscular (concéntrica, excéntrica, isométrica y elástica) difieren considerablemente, y cuando un movimiento se ejecuta correctamente, no hay una transición gradual entre ellos. En la práctica, la especificidad de un ejercicio a nivel intramuscular depende en gran medida del tipo de acción muscular que tenga lugar.

Por lo tanto, el primer paso para hacer específico el entrenamiento de fuerza radica en la similitud en el tipo de acción muscular. Pero esto por sí solo no optimiza la especificidad. Incluso cuando el tipo de acción muscular es el mismo, el patrón intramuscular de cooperación todavía puede ser variable. Si un músculo tiene que actuar concéntricamente al andar en bicicleta, el sistema organizará la cooperación entre las fibras musculares de manera diferente a cuando el músculo actúa concéntricamente en otra actividad, como jugar al fútbol.

#### Coordinación intermuscular

El entrenamiento de fuerza también es muy adecuado para optimizar la cooperación entre músculos. La coordinación intermuscular es tan compleja que se deben cumplir al menos dos requisitos al ejecutar movimientos deportivos:

- El movimiento debe ejecutarse de manera eficiente y económica (con similitud al movimiento deportivo). Una buena cooperación intermuscular debe tener en cuenta la especialización de los músculos en los movimientos deportivos.



- El movimiento debe ser controlable. Esto solo es posible si los patrones de movimiento se construyen sobre principios fijos que se integran de manera flexible en un patrón completo. Entre otras cuestiones, esto requiere cocontrataciones y sinergias que hagan que la ejecución del movimiento sea resistente a fallos y errores de control.

Para cumplir con los requisitos de eficiencia y flexibilidad, la cooperación específica entre los músculos en un movimiento se basa en bloques de construcción fijos de cooperación intermuscular. En términos de transferencia contextual al control no lineal del movimiento deportivo, el entrenamiento de fuerza es particularmente adecuado para mejorar estos bloques de construcción.

### **3.4.2 Similitud del movimiento debido a similitudes en la estructura externa (forma) del movimiento**

Si los resultados de movimiento de los diversos patrones de movimiento son externamente similares, hay un grado de especificidad. Aquí podemos considerar similitudes en los ángulos articulares, la velocidad de movimiento o la velocidad angular en las articulaciones y la dirección en la que se aplica la fuerza.

Las similitudes en la estructura del movimiento exterior son un punto de partida importante en la búsqueda de una alta especificidad y transferencia eficiente de los ejercicios, entre otras razones, porque la forma del movimiento es importante para la representación virtual de un patrón de movimiento utilizado en la competición. La estructura externa facilita la integración de la intención, los patrones sensoriales y la similitud del movimiento.

### **3.4.3 Similitud de movimiento debido a similitudes en la producción de energía**

La característica de especificidad que es menos aplicable al entrenamiento de fuerza es la similitud de la producción de energía. El entrenamiento de fuerza rara vez cumple con este criterio, si es que alguna vez puede hacerlo para la transferencia de entrenamiento, ya que la producción de energía rara vez es un factor limitante en el rendimiento; la limitación reside mucho más en los factores neuronales.

### **3.4.4 Similitud de movimiento debido a similitudes en la respuesta sensorial**

De forma resumida, se debe distinguir entre los órganos sensoriales que registran la información del entorno (los ojos, los oídos, el sistema vestibular, el tacto, etc.) y los que



registran el estado del cuerpo, es decir, la propiocepción (husillos musculares, sensores tendinosos, sensores articulares).

Los patrones sensoriales tienen una gran influencia en los patrones motores. El cerebro no solo diseña un movimiento (programa motor) que se envía a los músculos y se lleva a cabo sin cambios, sino que el movimiento se evalúa y ajusta constantemente en función de la información sensorial. Como resultado, el movimiento real siempre se lleva a cabo de manera diferente a la del diseño original. Este ajuste de los patrones motores con base en la información sensorial determina en gran medida la calidad de ejecución del movimiento; por lo tanto, es seguro suponer que la similitud en la información sensorial tiene un impacto importante en la transferencia de entrenamiento y especificidad.

La información sensorial del entorno percibida por los órganos sensoriales rara vez es específica entre el ejercicio de fuerza y el movimiento deportivo, por lo que la principal especificidad en lo que respecta a la información sensorial es la propiocepción. Esto juega un papel particularmente importante dentro del entrenamiento de fuerza en lo que respecta a la transferencia de entrenamiento durante patrones de movimiento complejos, donde la resistencia que se mueve es baja y la velocidad de ejecución puede ser alta como consecuencia de esto.

### **3.4.5 Similitud de movimiento debido a similitudes en la intención del movimiento**

El sistema de aprendizaje intenta razonar desde la intención del movimiento hasta el proceso (la acción muscular), y principalmente utiliza el conocimiento intrínseco de los resultados para hacerlo. En este sentido, está claro que un ejercicio dará lugar sobre todo a la transferencia a un movimiento deportivo si la intención es la misma en ambos casos. Por lo tanto, la similitud en la intención de los movimientos es una característica de especificidad.

La especificidad entre los patrones de movimiento está condicionada no solo por los límites de similitud entre los movimientos, sino también por otros factores, como los siguientes:

- La necesidad de sobrecarga para producir adaptaciones limita el margen de especificidad.
- Si un movimiento deportivo no tiene una estructura intramuscular marcada, como en el caso de movimientos deportivos lentos, se puede abordar mejor sobre la base de la estructura externa. Los movimientos deportivos rápidos, por otro lado, se pueden



abordar mejor sobre la base de la estructura intramuscular e intermuscular, porque la estructura externa del movimiento rápido es difícil de imitar con resistencias altas.

- Los tipos de entrenamiento de fuerza pueden producir una transferencia positiva a un aspecto del movimiento por mejorar, pero también una transferencia negativa a otro movimiento.

Las variables que debemos observar para saber si un movimiento es específico que tienen relación con las estructuras condicional, bioenergética y coordinativa del microciclo estructurado son las siguientes (Siff & Verkhoshansky, 1996):

**Tabla 1: Variables que observar**

CONCEPTO	VARIABLES A OBSERVAR
DIRECCIÓN DE LA FUERZA	¿Cual es el vector primario? ¿Donde es aplicada la fuerza?
MAGNITUD DE LA FUERZA	¿cuánta fuerza es aplicada?
RANGO DE MOVIMIENTO	¿qué recorrido tienen las articulaciones durante el movimiento?
REGIÓN DE MAYOR PRODUCCIÓN DE FUERZA	¿En qué momento dentro del rango de movimiento se produce la mayor cantidad de fuerza?
MÚSCULOS PRINCIPALES	¿cuáles son los principales músculos que favorecen de la producción de fuerza?
TIEMPO DE CONTACTO	¿cuánto tiempo se tarda en aplicar la fuerza?
VELOCIDAD DE MOVIMIENTO	¿a qué velocidad se mueven los segmentos a través de sus respectivos rangos de movimiento?
RÉGIMEN DEL TRABAJO MUSCULAR	¿cuál es el tipo de contracción dominante que ocurre durante el movimiento?

Fuente: elaboración propia.

Además de los parámetros anteriores, se debe tener en cuenta la similitud en cuanto a la intención e información sensorial.

### 3.4.6 Carga versus especificidad

La sobrecarga se crea al proporcionar estímulos de entrenamiento con los que el organismo aún preparado que requiere adaptaciones se ha relacionado tradicionalmente con una medida cuantitativa (más peso, más series, más repeticiones, etc.). Pero medir la sobrecarga en términos cualitativos es más adecuado para abordar el entrenamiento de



fuerza en términos coordinativos. Proporcionar sobrecarga entonces se convierte más en una cuestión de variación y creación de ejercicios de estimulación sensoriomotora con el que la jugadora aún no está familiarizada. Esto es particularmente importante cuando se busca la transferencia a un movimiento deportivo coordinativamente más complejo. Tal transferencia tiene su propia dinámica y está aislada del aumento en la producción de fuerza en un ejercicio simple de fuerza.

En el contexto del fútbol, una alta especificidad elimina la posibilidad de una gran sobrecarga, y viceversa (Figura 7).

**Figura 7: Carga versus especificidad**



Fuente: elaboración propia.

Sobre la Figura 7: A mayor especificidad, menor es la carga que podemos imponer. Al contrario, cuanta más carga, menor especificidad puede tener la tarea.

## Unidad 3.5 Niveles de aproximación

Basándose en las estructuras del deportista (Módulo 2) y las familias de movimientos, primero Seirullo Vargas (1993b) y después (Moras, 2000) desarrollaron una propuesta que se plantea el entrenamiento como una secuencia de propuestas de movimiento con diferente orientación y niveles de especificidad (Seirullo Vargas, 1993b), donde se va acentuando la importancia de la participación de diferentes estructuras de la deportista hasta crear tareas donde todas se comportan de manera similar a la competición y alcanzan aquí su mayor nivel de complejidad y representatividad.

Para facilitar la clasificación y la relación de las estructuras con las diferentes tareas y niveles, se propone una estructura de base que generalmente será de naturaleza condicional (y bioenergética), coordinativa o cognitiva. Por otro lado, las estructuras socioafectivas, emotivo-volitivas y creativo-expresivas son consideradas auxiliares y complementan las estructuras consideradas fundamentales o de base (Seirullo Vargas, 1993a; Sole Forto, 2016). Es importante resaltar que esto no significa que unas sean más importantes que otras, sino que las que son usadas de base se relacionarán más directamente con la naturaleza de la carga de la situación simuladora propuesta, mientras que las auxiliares tendrán en cuenta la naturaleza del ser humano que juega al fútbol como sistema complejo.

La propuesta de Seirullo Vargas (en Fernández-Valdés Villa, 2020) se basa en cinco niveles de especificidad:

**Tabla 2: Propuesta de Seirullo Vargas**

Niveles	Descripción
Ejercicio genérico	Todas las estructuras se trabajan con poca o ninguna similitud a la competición de la deportista. Por ejemplo: una jugadora haciendo bicicleta en una sesión de recuperación.
Ejercicio específico general	Elevado nivel de especificidad de la estructura condicional y bioenergética, pero bajo nivel de las restantes estructuras.
Ejercicio específico dirigido	Elevado nivel de especificidad de la estructura condicional, bioenergética y de la estructura coordinativa. La toma de decisiones es inespecífica (o no existe).

<b>Ejercicio específico especial</b>	La toma de decisiones es específica. Por lo tanto, aumenta la especificidad de la estructura cognitiva.
<b>Ejercicio específico competitivo</b>	Todas están participando, hay ganador y perdedor, se incrementa la sollicitación de la estructura socioafectiva.

Fuente: adaptado de Fernández-Valdés Villa (2020, p. 42).

“En 1994, en el libro *La Preparación Integral en el voleibol*, Gerard Moras hace una propuesta tomando como base la de Seirul-lo” (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 42) y aumenta los niveles a siete (Moras, 2000): nivel 0 complementario y compensatorio, nivel 0 orientado (N0), nivel 1 (N1), nivel 2 (N2), nivel 3 (N3), nivel 4 (N4) y nivel 5 (N5).

### 3.5.1 Nivel 0 CP/CL (entrenamiento complementario y compensatorio)

Se realizan “ejercicios relacionados con el entrenamiento complementario y compensatorio” (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 42).

#### Los compensatorios

Los compensatorios son ejercicios que buscan compensar los desajustes generados por las tareas de mayor especificidad con un efecto inmediato. Se pretende reducir los desajustes que hayan creado dichos ejercicios, por lo que están relacionados con sus contenidos. La musculatura que más se suele usar en este tipo de trabajo es la abdominal, aunque también deben incluirse ejercicios que impliquen a la musculatura antagonista y a la estabilizadora (rotadora). Por lo tanto, es importante realizar ejercicios abdominales después de sesiones donde la columna vertebral haya soportado grandes cargas (pliometría, levantamientos olímpicos, etc.), de cara a compensar esa agresividad. Sin embargo, los ejercicios compensatorios abdominales no persiguen el mismo fin fortalecedor de los ejercicios incluidos en un entrenamiento abdominal específico, de ahí que haya que diferenciarlos. Entre los ejercicios abdominales, aquellos que incidan preferentemente sobre el oblicuo interno y el transversal serán los que mayor capacidad tengan para compensar la sobrecarga en la zona lumbar.

#### Los complementarios

[Son aquellos] que atienden los desajustes o riesgos potenciales de lesión que pueden aparecer por las características específicas [del fútbol] y que normalmente se planifican a lo largo del macrociclo. De alguna manera, se pretende prevenir las lesiones más frecuentes en un determinado deporte



para evitarlas o que, en caso de producirse, tengan, dentro de lo posible, menos severidad. (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 42).

En función del objetivo, los siguientes tipos de ejercicios pueden ser usados como complementarios o compensatorios en el microciclo de un equipo de fútbol. Atendiendo a las características del deporte, se explicará el *core*, la compensación de cuádriceps-isquiotibiales, el poplíteo y su rol estabilizador, así como la musculatura periarticular de la cadera. Además, se darán pausas generales de estrategias que seguir para los principales riesgos de lesiones neuromusculares.

### **Core**

El *core* está compuesto por la región abdominal y lumbopélvica; además, incluye los músculos abdominales y lumbares, el diafragma, el suelo pélvico y los músculos glúteos. También comprende los músculos del hombro y la cintura, ya que son esenciales para la transferencia de energía del tronco a las extremidades.

El *core* juega un papel importante en la estabilización del rango de movimiento de la columna vertebral y el mantenimiento de la alineación y el movimiento óptimos del tronco sobre la pelvis, y es el vínculo entre la parte inferior y superior del cuerpo, ya que transfiere fuerzas entre dichas partes. Para un rendimiento óptimo, el *core* debe ser sólido, para evitar fugas de energía dentro de la cadena cinética. Un *core* disfuncional transfiere las fuerzas de manera ineficaz y ejerce más presión sobre los músculos de las extremidades, lo que aumenta el riesgo de lesiones.

No existe un solo ejercicio que incluya todos los músculos del *core*. El desarrollo de la estabilidad total del *core* requiere una gran variedad de ejercicios que aborden diferentes planos de movimiento y vectores de fuerza, pero también que desafíen el *core* a diferentes intensidades.

El *core* está formado por músculos con función estabilizadora local (la unidad interna), que proporcionan estabilización segmentaria, y por estabilizadores y motores globales (la unidad externa), que generan y mantienen un control estricto sobre el movimiento. La unidad interna y externa trabajan sinérgicamente para estabilizar el *core* y generar movimientos potentes en las extremidades.

Las demandas en el *core* durante el fútbol ocurren en múltiples posiciones y direcciones. “Para desarrollar la estabilidad total [del núcleo], se debe incorporar una variedad de ejercicios diferentes que aborden los diferentes planos de movimiento y vectores” (León, 2021, <https://www.living4football.club/preparacion-fisica-aplicada-al-futbol/entrenamiento-del-core-en-el-futbol/>). Los ejercicios isométricos en los que se



impide el movimiento deben combinarse con ejercicios dinámicos en los que se tiene que controlar el rango de movimiento. Deben buscar el control neuromuscular, la capacidad y la fuerza.

Los ejercicios tradicionales de *core* pueden mejorar el reclutamiento y la capacidad de resistencia de los músculos estabilizadores, mientras que los ejercicios de múltiples articulaciones de peso libre pueden mejorar la estabilidad bajo alta carga o velocidad durante las posiciones funcionales y el movimiento, específicos de las demandas impuestas al *core* durante el fútbol. Los ejercicios de se han clasificado en 4 categorías, que se desarrollan bajo los siguientes subtítulos.

### **Antiextensión**

La cocontracción de los músculos abdominales aumenta la rigidez antiextensión del *core* para prevenir la hiperextensión de la columna lumbar. El sistema de unidad exterior que contribuye a la estabilidad antiextensión de la columna es el sistema oblicuo anterior. La variedad de ejercicios es crucial para desafiar por completo la musculatura de la pared abdominal porque los oblicuos constan de varios compartimentos neuromusculares que se activan regionalmente. Cuando se entrena para la estabilidad, es preferible enfatizar los patrones motores que incorporan una contracción simultánea de muchos músculos a los ejercicios que se enfocan solo en unos pocos.

### **Anti-rotation**

La función antirrotación del *core* estabiliza el tronco en el plano transversal de movimiento. La mayoría de las jugadoras de fútbol no necesita mejorar su rango de movimiento de rotación lumbar. La columna torácica debe ser el sitio de mayor cantidad de rotación del tronco. Es importante un rango sólido de movimiento en la cadera para evitar demasiada rotación en la columna lumbar.

Los ejercicios para mejorar la estabilidad rotacional del *core* enfatizan la disociación de la cadera y la columna vertebral. Un control dinámico deficiente de la columna durante la rotación dará como resultado un endurecimiento reactivo de las articulaciones de la cadera como mecanismo de protección para evitar una rotación excesiva de la parte baja de la espalda. La mejora de la estabilidad central significa que se puede producir más movimiento de cadera sin afectar la posición lumbopélvica neutra. Por lo tanto, mejorar la estabilidad rotacional y la fuerza del *core* facilitará el rango de movimiento y la potencia de la cadera.

La estabilidad de la columna rotacional o antirrotadora es un gran avance en el entrenamiento deportivo porque se ha demostrado que la rotación de la columna lumbar



es muy dañina y, sin embargo, la mayoría de los movimientos humanos es de naturaleza rotatoria; por ejemplo, la contrarrotación de la pelvis y el tronco durante un chute.

Controlar y estabilizar la rotación lumbar es clave para mejorar el rendimiento, y la salud de la espalda y los ejercicios en los que el *core* se ve obligado a estabilizarse frente a las fuerzas de rotación deben formar parte de la mayoría de los entrenamientos. Dos sistemas de unidades externas que juegan un papel importante en la generación y estabilización de la rotación del tronco son el sistema oblicuo posterior y el sistema oblicuo anterior.

### ***Anti-lateral flexion***

La flexión antilateral es la capacidad de estabilizar el cuerpo en el plano frontal de movimiento. Los estabilizadores pélvicos trabajan a la vez con los músculos del *core* para resistir un movimiento de flexión lateral.

El sistema lateral juega un papel importante en la estabilidad de la flexión antilateral. La deficiencia del sistema lateral tiene implicaciones en toda la cadena cinética y se asocia con una mayor incidencia de lesiones en las extremidades inferiores y dolor lumbar.

### ***Anti-flexion***

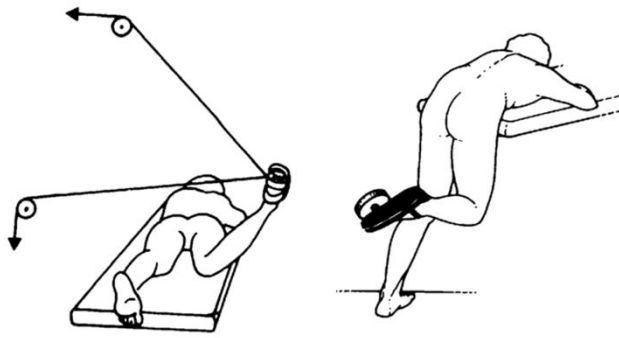
La estabilidad antiflexión del *core* resiste la flexión a través de la columna y contrarresta las fuerzas que tienden a flexionar el tronco hacia adelante. Los ejercicios tradicionales de entrenamiento de fuerza, como la sentadilla, la estocada, la extensión de la espalda y varios ejercicios de rodilla y cadera dominantes, son buenos para desarrollar la estabilidad antiflexión. Durante una sentadilla y un peso muerto, los músculos erectores de la columna y multífidos se activan bastante.

### **La compensación cuádriceps-isquiotibiales**

La musculatura isquiotibial tiene un rol importantísimo en las lesiones del LCA que tanto afectan a las futbolistas femeninas, ya que su contracción previene la traslación anterior tibial con respecto al fémur. Siendo la relación fisiológica cuádriceps-isquiotibiales 3:2, se recomienda reducir esta relación en favor isquiotibial. No obstante, algunos estudios no han observado el efecto en la disminución de lesiones al reducir la relación fisiológica. Quizás el problema se deba a la manera de trabajar los isquiotibiales: parece ser que, incidiendo en el trabajo de esta musculatura desde su función rotadora, se logra un mayor efecto en la estabilidad de la rodilla. Se recomienda el uso de zapatos lastrados o poleas colocando el pie en inversión o eversión, según la zona que se quiera trabajar, para realizar rotaciones tanto a nivel de la rodilla como del tobillo (Figura 8).



**Figura 8**

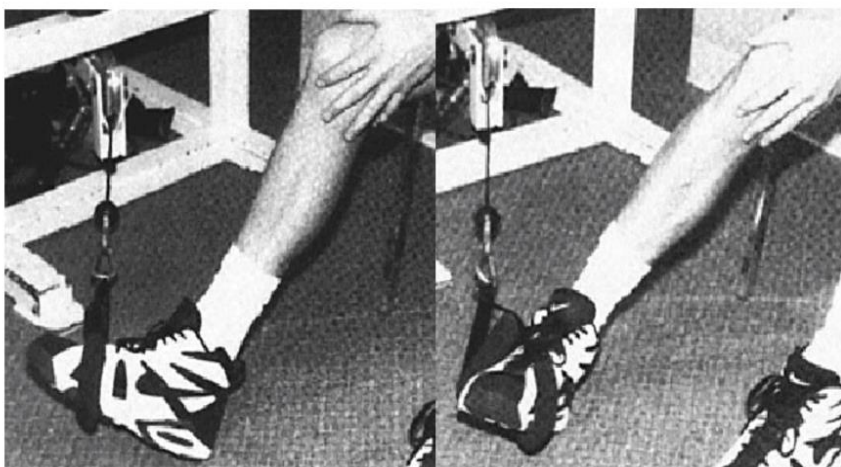


Fuente Génot,C., Neiger,H., Leroy, A. Pierron, G. Dufour,M., Péninou,G., 1998, p. 97.

### **El poplíteo y su rol estabilizador**

El poplíteo es un músculo que forma parte de la compleja anatomía posterolateral de la rodilla con funciones tanto estáticas como dinámicas. Sus acciones fundamentales son la flexión y la rotación interna de la rodilla. Cuando se contrae, se produce una rotación lateral del fémur sobre la tibia, de modo que el cóndilo lateral es tirado hacia atrás. Se la considera una de las principales estructuras responsables de la estabilidad dorsolateral de la articulación de la rodilla. Por otro lado, ayuda a estabilizar el menisco lateral (durante la flexión-rotación). Además de equilibrar y controlar la rotación neutral de la tibia, se considera que desbloquea la rodilla cuando el cuerpo se coloca en una posición de *squat*. Se propone trabajarlo con flexión de rodilla y rotación interna de la tibia resistida. Esto puede conseguirse en posición sentada con las piernas flexionadas aproximadamente a 90 grados, resistiendo la rotación interna de la tibia por medio de una goma u otra resistencia colocada alrededor del pie (Figura 9).

**Figura 9**

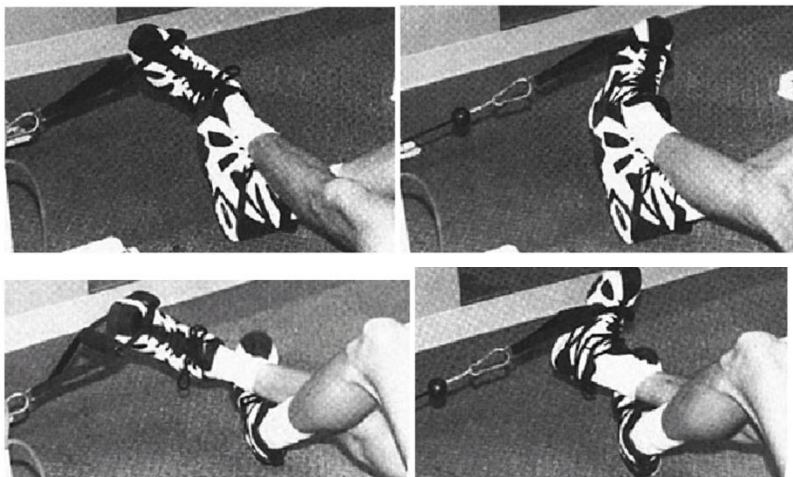


Fuente: Génot, et al, 1998, p. 122.

## La musculatura periarticular de la cadera

Debido a que algunas de sus fibras se unen a las del vasto interno, la potenciación de los músculos aductores y abductores refuerza la zona, lo cual aumenta su estabilidad. El trabajo se realizará tanto con poleas como con resistencias elásticas colocadas en los pies (Figura 10).

**Figura 10**



Fuente: Génot, et al, 1998, p. 122.

Además de ejercicios como los anteriores, se puede reforzar con lo siguiente:

1. Aductores de cadera en DP (decúbito prono).
2. Abductores de cadera en DP.
3. Rotadores internos de cadera en DS (decúbito supino).
4. Rotadores externos de cadera en DS.
5. En bipedestación, patada lateral hacia la aducción.
6. En bipedestación, patada lateral hacia la abducción.

Otros ejercicios que incluyen la zona de la cadera pueden ser:

1. Patadas isquiosurales en acción de extensión de cadera en DS (decúbito supino).
2. Patadas de cuádriceps en DP.

3. Flexión de rodilla en DS para trabajo de zona distal de isquiosurales.
4. Psoas en cuadrupedia.
5. En bipedestación, patada hacia delante de la cadena anterior (psoas-cuádriceps, especialmente), de espaldas al origen de la resistencia.
6. En bipedestación, patada hacia atrás de la cadena posterior, de cara al origen de la resistencia.
7. En bipedestación, de espaldas al origen de la resistencia y tomando de un soporte, realizar patada en acción de psoas (flexión de cadera manteniendo la rodilla en flexión de aproximadamente 90°).

Los ejercicios anteriormente citados deberían realizarse de la siguiente manera:

- Estabilizando el tronco durante la ejecución, especialmente en la transición excéntrica-concéntrica.
- Realizando la acción de forma elástica (nunca reactiva): Esto quiere decir que a la frenada del excéntrico la haremos de forma progresiva y que la transición excéntrica-concéntrica será efectuada, igualmente, con gran tensión, pero sin provocar ningún tipo de tirón.
- Intentando que la extremidad que no ejecute trabaje en la estabilización de los ejercicios. Como algunos serán desarrollados en decúbito, el equilibrio no se encontrará en compromiso, pero sí ocurrirá en los que sean en bipedestación.
- Intentando desarrollar la máxima amplitud articular.

A continuación, se presenta una tabla donde están incluidas propuestas de intervención en el entrenamiento coadyuvante en diferentes niveles (dada la especificidad de algunas propuestas). Podrían usarse junto con un objetivo complementario o compensatorio.

**Tabla 3: Posibles factores de riesgo neuromuscular y el enfoque de entrenamiento**

Posibles factores de riesgo neuromuscular	Enfoque de entrenamiento neuromuscular
---	--



<b>Fatiga muscular</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fuerza, potencia y resistencia muscular.</li> <li>● Entrenamiento por intervalos de alta intensidad.</li> <li>● Progresión al entrenamiento en condiciones de fatiga.</li> </ul>
<b>Alteración del tiempo y la magnitud de la activación muscular.</b>	Fuerza/potencia (pliométrica).
<b>Retraso en el tiempo de reacción de los músculos peroneos</b>	Estabilización dinámica.
<b>Desequilibrios de activación muscular entre los lados medial y lateral de los cuádriceps y los isquiotibiales</b>	Propiocepción.
<b>Disminución de la coactivación muscular entre los músculos agonistas y antagonistas de activación</b>	Ejercicios de concienciación de activación muscular.
<b>Disminución de la activación de los músculos de la cadera.</b>	Ejercicios de concienciación de activación muscular.
<b>Déficits en la estabilidad del tronco y la activación muscular</b>	Ejercicios de concienciación de activación muscular.
<b>Debilidad en la fuerza</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Equilibrio de fuerza agonista/antagonista.</li> <li>● Fuerza de los músculos compensatorios.</li> <li>● Entrenamiento de fuerza/potencia.</li> <li>● Entrenamiento excéntrico de sobrecarga.</li> </ul>
<b>Control de la rodilla en el plano frontal: valgo dinámico</b>	Buena técnica (alineación de miembros inferiores con flexión de tronco-cadera-rodilla-tobillo) durante aterrizajes, cambios de dirección y acciones de desaceleración.
<b>Desequilibrios neuromusculares entre las extremidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Técnica de simetría en tareas bilaterales.</li> <li>● Tareas unilaterales.</li> </ul>
<b>Rigidez muscular inadecuada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Fuerza.</li> <li>● Potencia.</li> </ul>
<b>Déficits en la estabilidad postural</b>	Equilibrio/estabilización dinámica.

<b>Propiocepción alterada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Habilidades fundamentales de movimiento.</li> <li>● Equilibrio/estabilización dinámica.</li> <li>● Movilidad funcional.</li> </ul>
<b>Alteración en el mecanismo de <i>feedforward</i></b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Entrenamiento con acciones inesperadas.</li> <li>● Variabilidad de la tarea.</li> <li>● Tareas abiertas de agilidad.</li> <li>● Habilidades de coordinación.</li> </ul>

Fuente: adaptado de Fort Vanmeerhaeghe et al. (2016).

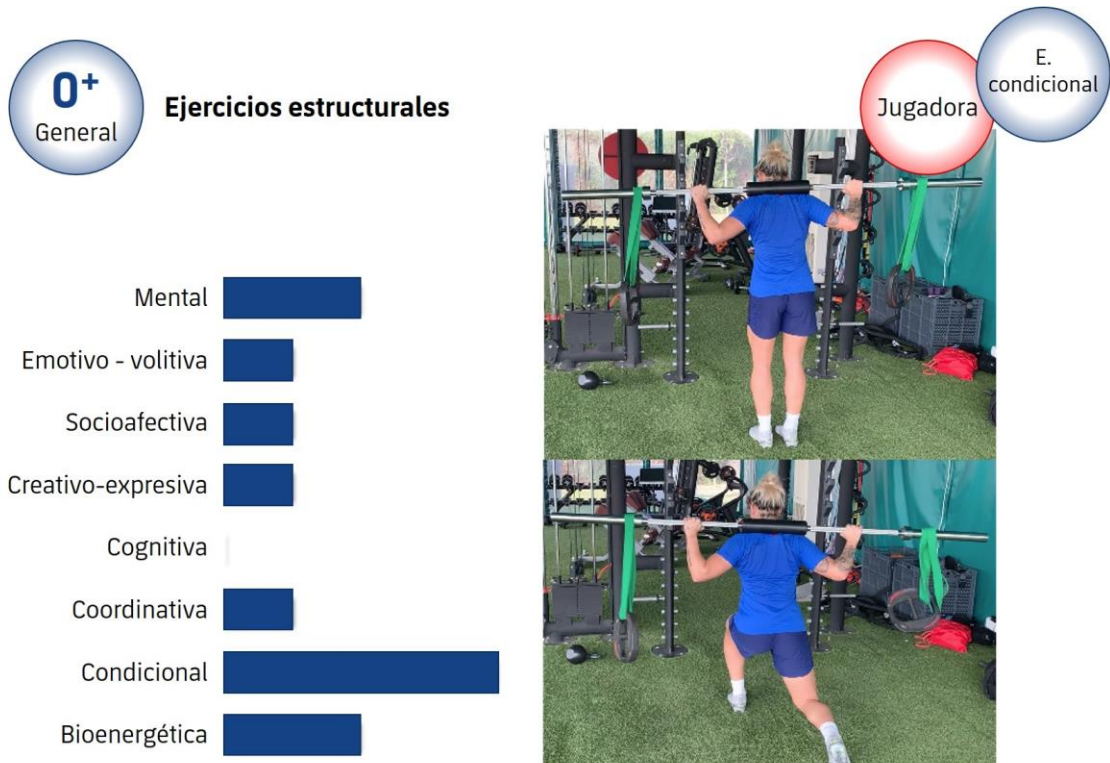
### 3.5.2 Nivel 0 orientado (N0)

Se trabajan las cadenas musculares fundamentales en el movimiento deportivo, pero sin correspondencia dinámica con la técnica. Entendemos por correspondencia dinámica la similitud en el movimiento realizado con respecto a las familias de movimientos deportivos explicadas anteriormente. En este nivel debe aplicarse algún tipo de resistencia externa, que puede ser de cualquier magnitud. Se le denomina microentrenamiento, ya que el objetivo es que los tejidos musculares soporten mejor las cargas de entrenamiento y no tanto la búsqueda de una «transferencia» de la fuerza en el juego real. Fundamentalmente enfatiza la estructura condicional y bioenergética. (Fernández-Valdés Villa, 2020, pp. 42-43).

Este tipo de ejercicios se usará en las sesiones de tipo estructural y en las sesiones de cualidades específicas como ejercicios generales si se cree conveniente para el objetivo de la sesión.



Figura 11: Ejemplo de un ejercicio de nivel 0 orientado para entrenar el salto

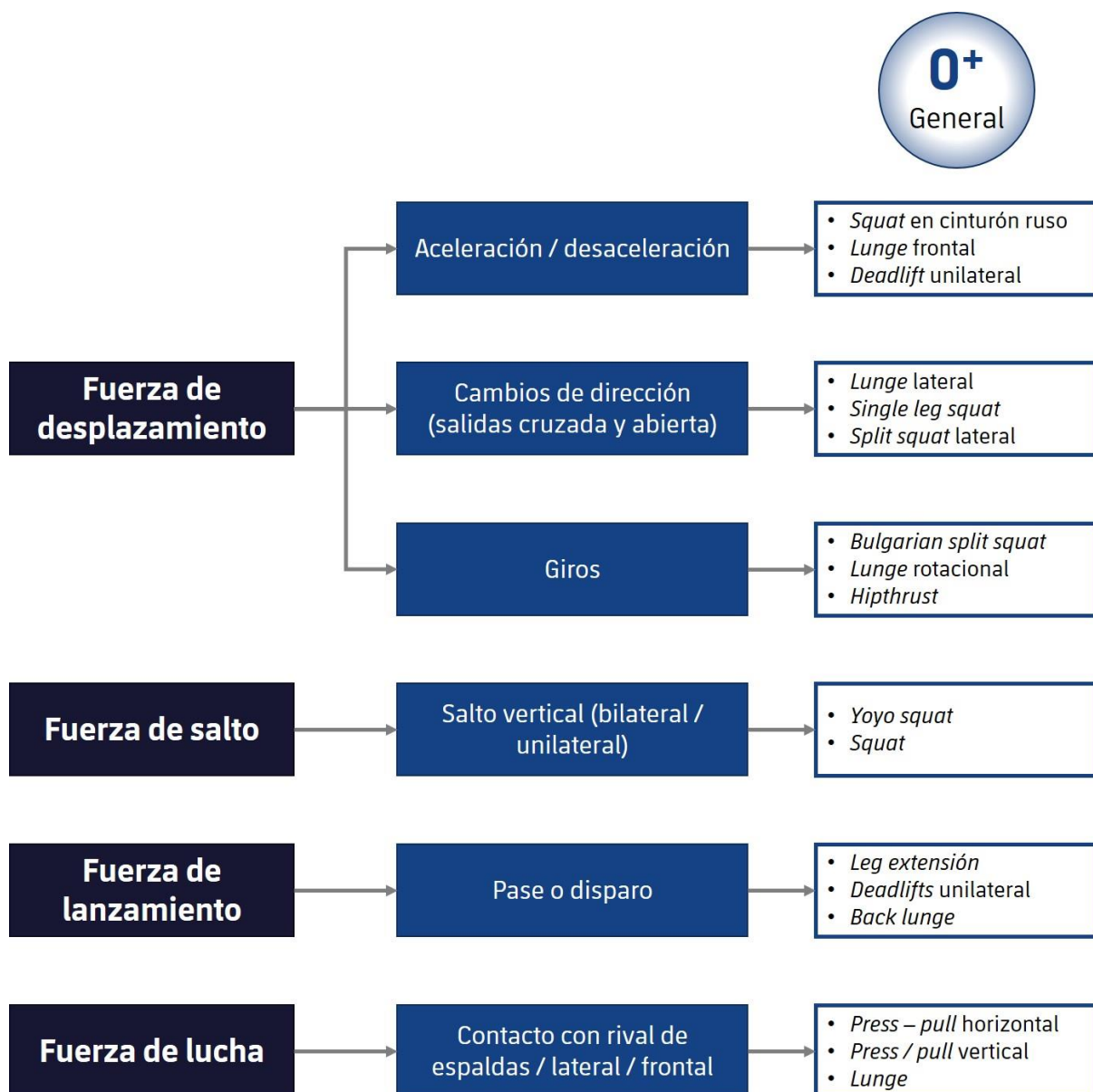


Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta una propuesta de ejercicios (básicos) para entrenar las diferentes familias de ejercicios en el nivel 0 orientado:



Figura 12: Ejercicios básicos para entrenar las diferentes familias de ejercicios en el nivel 0 orientado



Fuente: elaboración propia.

### 3.5.3 Nivel 1 (N1)

Tiene correspondencia dinámica con la técnica, y la resistencia externa aplicada debe ser elevada. En muchas de las propuestas de entrenamiento, no se podrá alcanzar una total correspondencia dinámica con el movimiento deportivo debido a que la gran resistencia externa aplicada no lo va a permitir. Sigue enfatizando la estructura condicional y

bioenergética, pero gana importancia la estructura coordinativa con respecto al NO. (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 43).

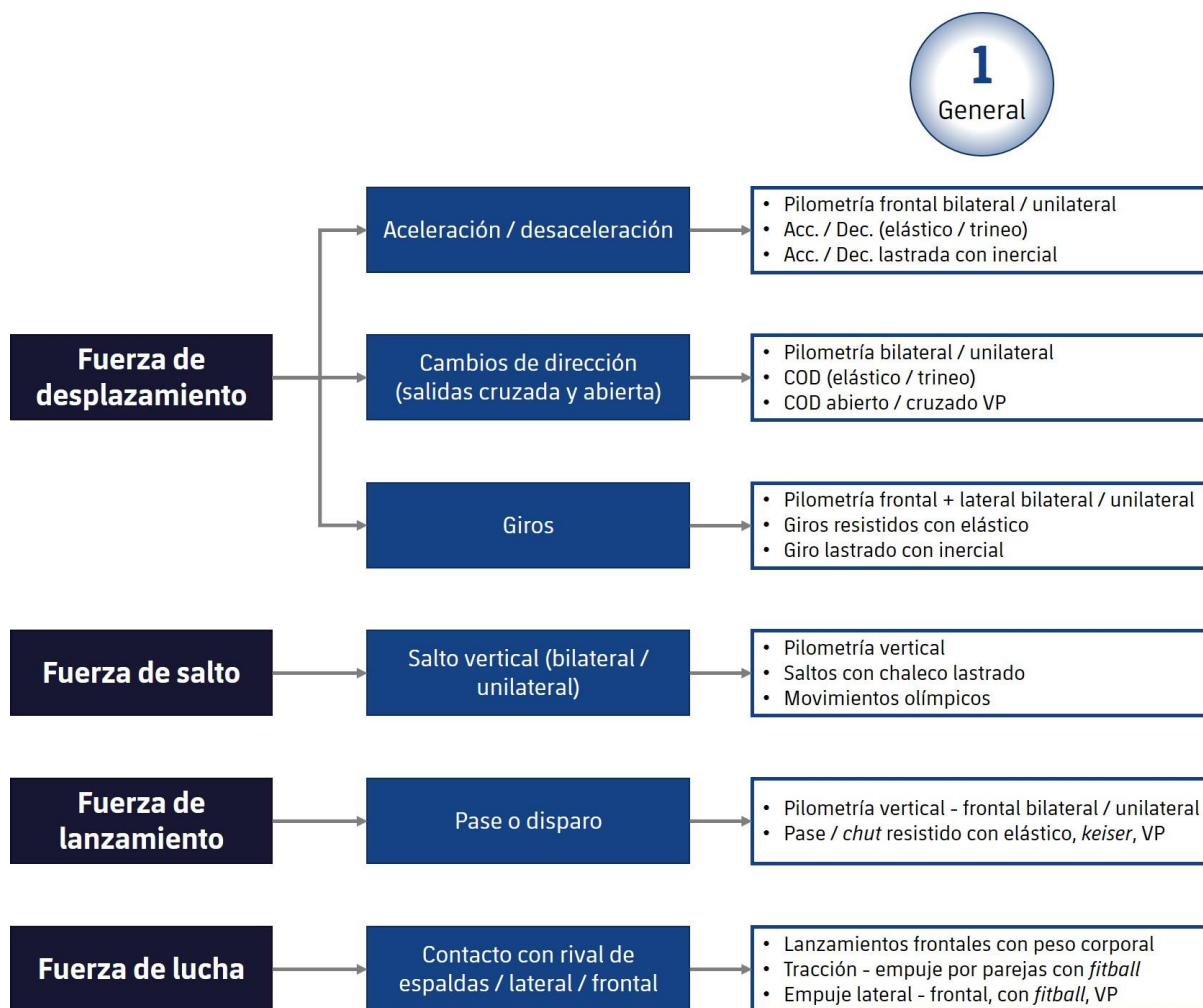
Figura 13



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta una propuesta de ejercicios (básicos) para entrenar las diferentes familias de ejercicios en el nivel 1:

Figura 14: Propuesta de ejercicios básicos para entrenar las diferentes familias de ejercicios en el nivel 1



Fuente: elaboración propia.

### 3.5.4 Nivel 2 (N2)

En este nivel debe darse una alta correspondencia dinámica con el movimiento deportivo, pero en este caso la resistencia externa aplicada debe ser media o baja —siempre inferior al N1—, pudiéndose utilizar, por ejemplo, bandas elásticas u otros lastres que nos garanticen una ejecución muy cercana al movimiento deportivo. Es un paso intermedio esencial entre las tareas de gimnasio y de campo que tradicionalmente ha sido olvidado dentro de los programas de fuerza clásicos en el [fútbol]. Enfatiza de manera similar la estructura condicional y bioenergética con la estructura coordinativa. Es importante remarcar que tanto en el N1 como

en el N2 considerar la resistencia externa elevada o baja dependerá totalmente de [la] deportista con [la] que estemos trabajando, condicionando el tipo de material más idóneo para uno u otro nivel. Así, por ejemplo, la resistencia externa ofrecida por una patea cónica y sus beneficios en las adaptaciones (De Hoyo et al., 2015; Gonzalo-Skok et al., 2017; Madruga-Parera et al., 2020; Tous Fajardo, Gonzalo-Skok, Arjol-Serrano, & Tesch, 2016) puede ser utilizada como N1 en deportistas poco entrenadas por suponer una carga elevada, mientras que, en deportistas muy entrenadas y familiarizadas con [ella], podrá suponer una resistencia externa propia de un N2. (Fernández-Valdés Villa, 2020, p. 43).

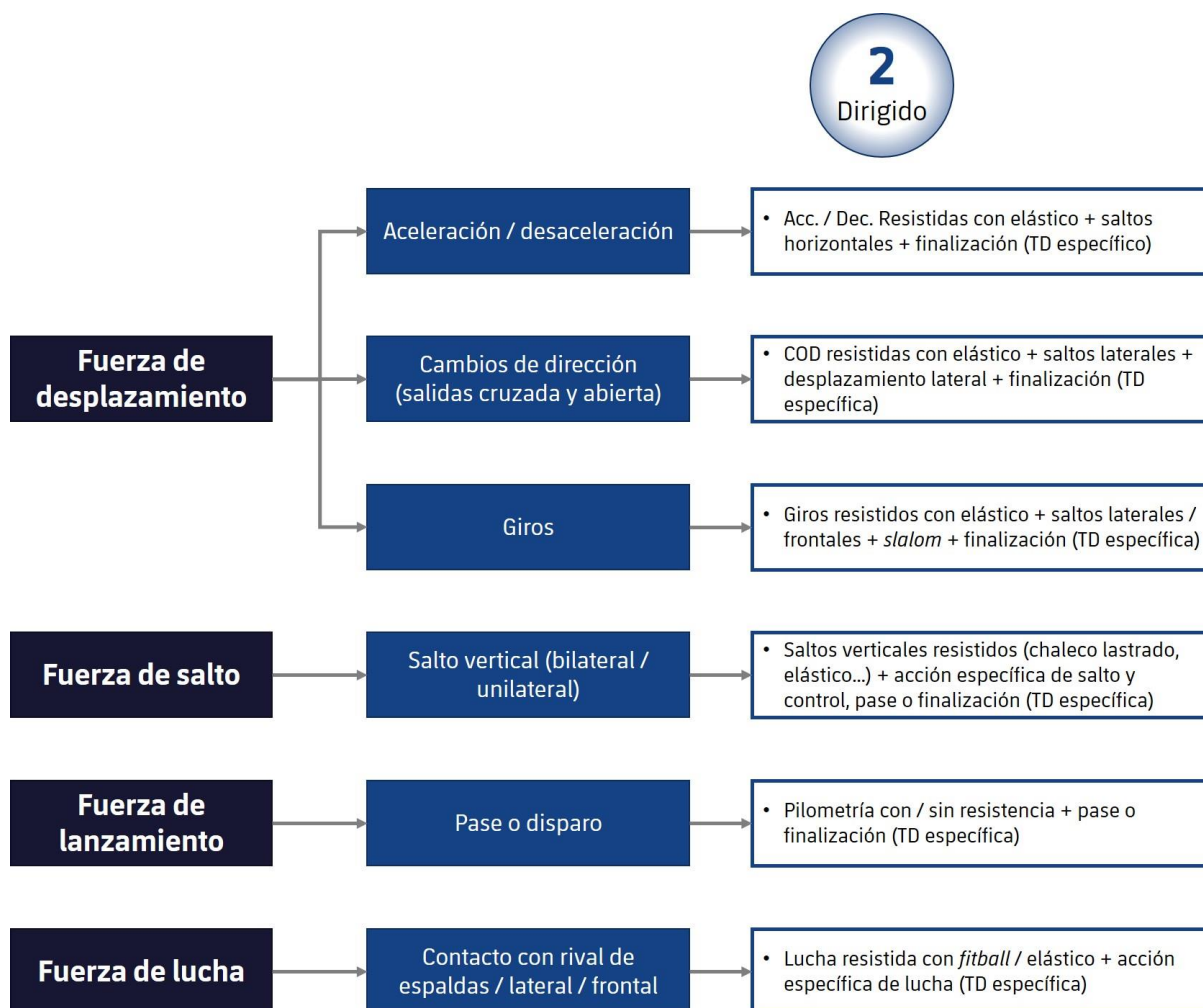
**Figura 15**



Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta una propuesta de ejercicios (básicos) para entrenar las diferentes familias de ejercicios en el nivel 2:

Figura 16: Ejercicios básicos para entrenar las diferentes familias de ejercicios en el nivel 2



Fuente: elaboración propia.

A continuación, desarrollaremos los niveles optimizadores (Nivel 3, Nivel 4 y Nivel 5), en los que se trabaja con el peso corporal excluyéndose la utilización de resistencias externas artificiales. La única resistencia externa que se utiliza en estos niveles es la que puedan generar otros deportistas (fuerza de lucha). (Fernández Valdés-Villa, 2020, pp. 43-44).

En este módulo no detallaremos los ejercicios, ya que se explican en otros módulos.

### 3.5.5 Nivel 3 (N3)

Este nivel tiene una íntima relación con el gesto técnico. Se trabaja sin resistencia externa artificial para facilitar la correcta ejecución del movimiento. Se afina la expresión de fuerza basada en la familia de movimientos deportivos propios de cada disciplina. Es una parte fundamental de este nuevo paradigma de entrenamiento de la fuerza basado en el movimiento humano. Permite la organización de las tareas por repeticiones y series para orientarlas hacia un tipo u otro de predominio de la estructura condicional y bioenergética. No existe todavía toma de decisiones. Pese a que trabaja la estructura condicional y bioenergética, enfatiza la estructura coordinativa. (Fernández Valdés-Villa, 2020, p. 44).

Figura 17



Fuente: elaboración propia.

### 3.5.6 Nivel 4 (N4)

También tiene una gran relación con el gesto técnico, la base del ejercicio será similar a la del N3, pero en este caso se introducirá una toma de decisión simple. Enfatiza la estructura coordinativa y cognitiva, ya que estimula el proceso de toma de decisión simple. (Fernández Valdés-Villa, 2020, p. 44).



### 3.5.7 Nivel 5 (N5)

Son situaciones de juego reducido, o incluso situaciones de juego real en el entrenamiento. Siguiendo una progresión con los niveles anteriores, tendrá de base la estructura de los N3 y N4, pero en este caso se introducirá la toma de decisiones complejas, haciendo que el jugador tenga que encontrar la mejor solución ante cualquier situación del juego y permitiendo que aflore el acto creativo. Confluyen todas las estructuras de manera similar a la competición real. (Fernández Valdés-Villa, 2020, pp. 44-45).



Figura 18



Fuente: elaboración propia.

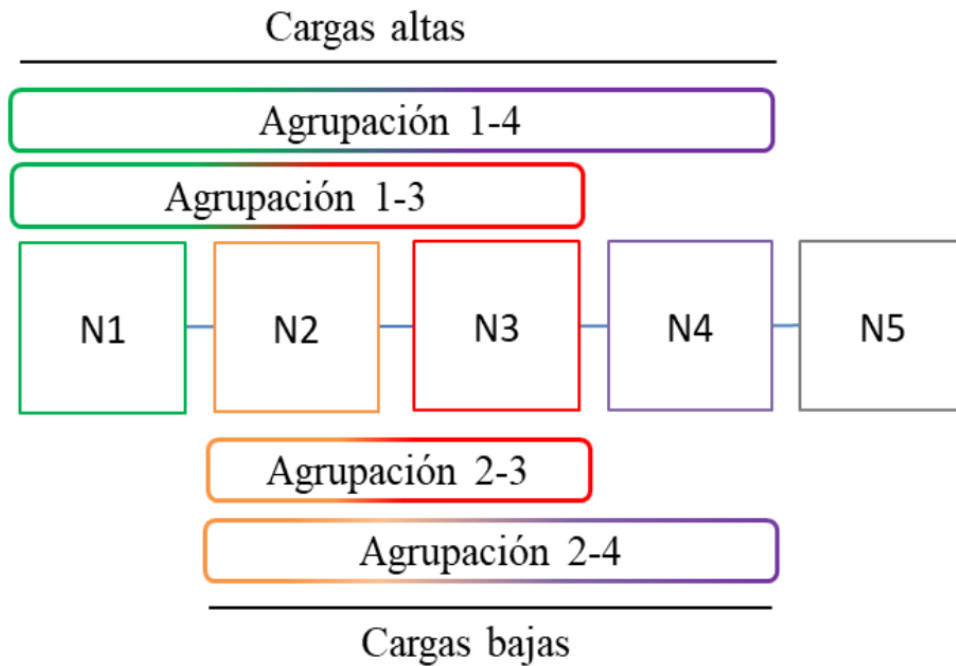
### 3.5.8 Agrupaciones de niveles

A menudo, los ejercicios propuestos en los entrenamientos no pertenecen a un solo nivel, sino a dos de ellos, lo que configura las agrupaciones (A). De la misma manera que durante el juego todas las estructuras confluyen e interaccionan de manera no lineal, una verdadera aproximación a la especificidad deportiva no puede darse aplicando los niveles de aproximación de manera escalonada y jerarquizada linealmente. Por eso a menudo se recomienda combinar niveles buscando su interacción y tomando como referencia los estudios de entrenamiento combinado o



*complex training* (Alves, Rebelo, Abrantes, & Sampaio, 2010; Ebben, 2002). Para clasificarlos mantendremos a la izquierda el número de nivel de la base del ejercicio y como segundo número la variante añadida como condicionante específico. (Fernández Valdés-Villa, 2020, p. 45).

**Figura 19: Agrupaciones de niveles**



Fuente: Fernández Valdés-Villa, 2020, p. 45.

Así, por ejemplo, si estamos realizando un ejercicio con correspondencia dinámica y cargas altas (N1) y le añadimos como condicionante una acción técnica como interaccionar con un balón, dado que el condicionante está ligado a la técnica y esta se asocia al N3, diremos que el ejercicio es una agrupación de N1 y N3 y la podremos catalogar como A1-3. O si, por ejemplo, a un ejercicio con resistencia elástica y gran correspondencia dinámica (N2) le añadimos una toma de decisión que estaría más vinculada al N4, diremos que es una tarea A2-4. (Fernández Valdés-Villa, 2020, pp. 45-46).

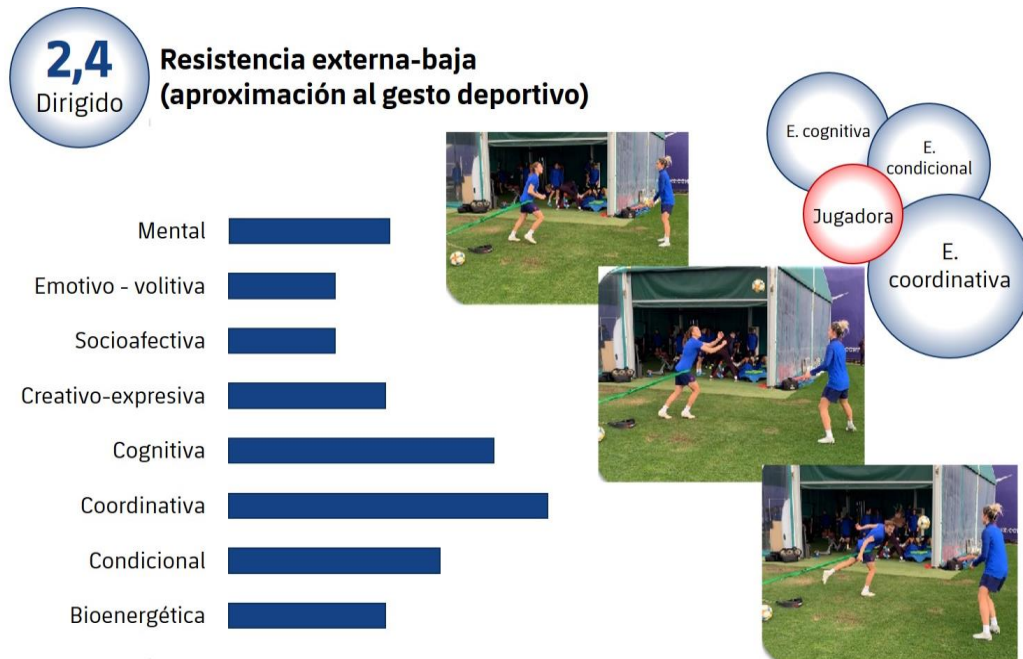


Figura 20



Fuente: elaboración propia.

Figura 21



Fuente: elaboración propia

## Unidad 3.6. Los condicionantes en el entrenamiento de la fuerza

Una de las características principales del [fútbol] es la imprevisibilidad de las acciones debido al alto grado de incertidumbre que surge al interaccionar con rivales y compañeros en un mismo espacio compartido. Los aterrizajes a una y dos piernas, los forcejeos con el rival, las recepciones, los pases o golpes a la pelota se dan constantemente durante el juego en situaciones cambiantes que obligan al deportista a adaptarse a cada nueva situación. Estas acciones inesperadas pueden ser más lesivas para las estructuras del deportista (Besier, Lloyd, & Ackland, 2003; Besier, Lloyd, Cochrane, & Ackland, 2001; Lloyd, 2001). Por esta razón, introducir en el entrenamiento situaciones inesperadas para el deportista puede ayudar a crear mecanismos de anticipación por disposición (Tous en Seirullo, 2017, Capítulo Todo es fuerza).

Newell (1986) introduce el concepto de *constraints*, que se definen como las fronteras o cualidades que limitan las interacciones de los componentes del sistema. Dividió estas restricciones en tres tipos: las propias de la estructura o funcionalidad de la persona (individuales), que incluyen características individuales tales como la experiencia, el aprendizaje, el desarrollo, la morfológica y los genes que interactúan para modelar el rendimiento y la adquisición de conocimientos en el deporte (Davids et al., 2008); en segundo lugar, las propias de la tarea, que pueden ser modificadas por el entrenador o el preparador físico para provocar adaptaciones de uno u otro tipo; y, por último, las del entorno, que estarán más influenciadas por el ambiente de trabajo del lugar donde nos encontremos en cada momento y variarán en función del club, de la filosofía del *staff* técnico, etc.... Así, un condicionante impuesto en una tarea deportiva actuará como una perturbación del sistema del deportista de manera individualizada. (Fernández Valdés-Villa, 2020, pp. 46-47).

Se habla de los condicionantes más en profundidad en el Módulo 1.

Estos condicionantes se relacionan con las estructuras del deportista y a su vez con los niveles de aproximación deportiva. Así, por ejemplo, si a un

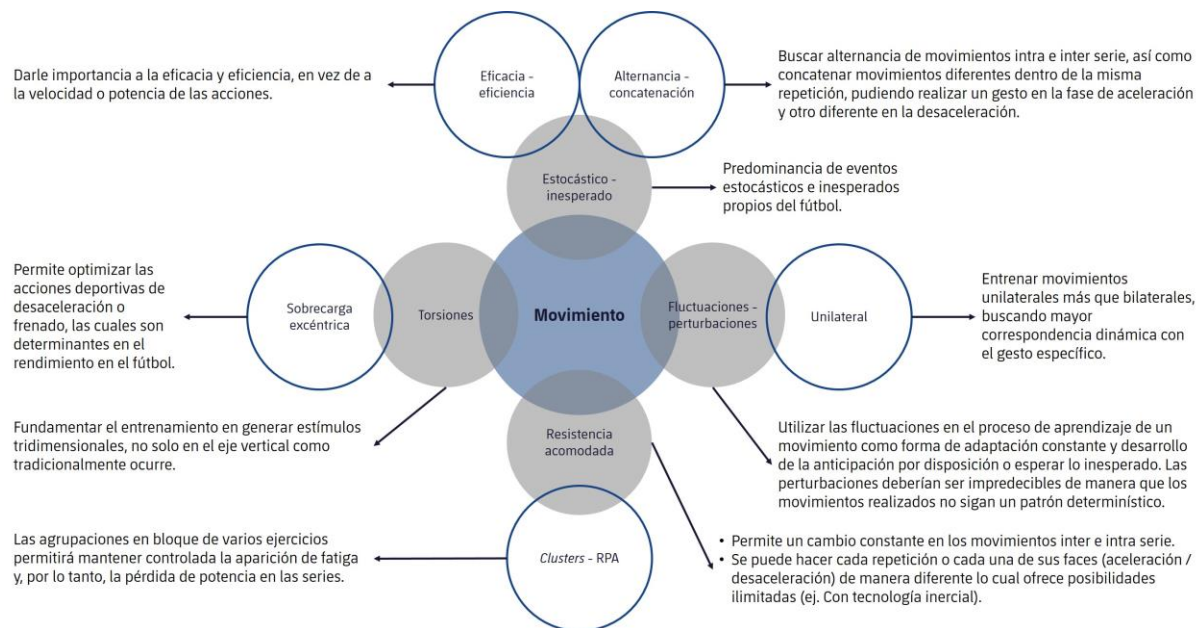


ejercicio le incorporamos un balón como condicionante, este acentúa la estructura coordinativa a través del N3 o la A1-3. (Fernández Valdés-Villa, 2020, p. 47).



# Unidad 3.7 Propuesta de organización de las situaciones simuladoras en el entrenamiento coadyuvante

Figura 22: Propuesta de organización de las situaciones simuladoras en el entrenamiento coadyuvante



Fuente: adaptado de Seirullo Vargas (2017).



## Referencias

- Alves, J. M. V. M., Rebelo, A. N., Abrantes, C. y Sampaio, J.** (2010). Short-term effects of complex and contrast training in soccer players' vertical jump, sprint, and agility abilities. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(4), 936-941.
- Bernstein, N. A., Latash, M. L. y Turvey, M. T.** (1996). *Dexterity and its development*. UK: Psychology Press.
- Birklbauer, J.** (2019). *Optimal variability for effective motor learning: A theoretical review and empirical work on movement variability*. Aachen, DE: Meyer & Meyer Verlag.
- Bosch, F. y Cook, K.** (2015). *Strength training and coordination: an integrative approach*. Rotterdam, NL: Publishers Rotterdam.
- Button, C., Seifert, L., Chow, J. Y., Davids, K. y Araújo, D.** (2020). *Dynamics of skill acquisition: An ecological dynamics approach*. Illinois, US: Human Kinetics.
- Couceiro, M. S., Dias, G., Mendes, R. y Araújo, D.** (2013). Accuracy of pattern detection methods in the performance of golf putting. *Journal of Motor Behavior*, 45(1), 37-53.
- Davids, K. W., Button, C. y Bennett, S. J.** (2008). *Dynamics of skill acquisition: A constraints-led approach*. US: Human Kinetics.
- Dias, G., Couceiro, M. S., Barreiros, J., Clemente, F. M., Mendes, R. y Martins, F. M. L.** (2014). Distance and slope constraints: adaptation and variability in golf putting. *Motor Control*, 18(3), 221-243.
- Fajen, B. R., Riley, M. A. y Turvey, M. T.** (2008). Information, affordances, and the control of action in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 40(1), 79-107.
- Fernández-Valdés Villa, B.** (2020). *La variabilidad de movimiento en el entrenamiento de fuerza en los deportes de equipo* (Tesis de doctorado). Universitat de Barcelona, Barcelona, ES. Recuperado de [http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/173644/1/BFVV\\_TESIS.pdf](http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/173644/1/BFVV_TESIS.pdf)
- Fort Vanmeerhaeghe, A., Romero Rodríguez, D., Montalvo, A. M., Kiefer, A. W., Lloyd, R. S. y Myer, G. D.** (2016). Integrative neuromuscular training and injury prevention in youth athletes. Part I: identifying risk factors. *Strength and Conditioning Journal*, 38(3), 36-48.
- Grupo Movement-Readaptación de lesiones & Entrenamiento.** (2016). Diferencia entre movimientos atractores y fluctuadores [Publicación en Facebook]. Recuperado de



<https://www.facebook.com/MovementRehabEntrenamiento/posts/diferencia-entre-movimientos-atractores-y-fluctuadores-un-atractor-es-un-estado-/1034456359975339/>

**Hooren, B. van, Meijer, K. y McCrum, C.** (2019). Attractive Gait Training: Applying Dynamical Systems Theory to the Improvement of Locomotor Performance Across the Lifespan. *Frontiers in Physiology*, 9. Recuperado de <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fphys.2018.01934>

**Kelso, J. A. S.** (1991). Behavioral and neural pattern generation: The concept of neurobehavioral dynamical systems. En H. P. Koepchen y T. Huopaniemi (Eds.), *Cardiorespiratory and motor coordination* (pp. 224-238). Berlín, DE: Springer.

**Kelso, J. A. S., Schöner, G., Scholz, J. P. y Haken, H.** (1987). Phase-locked modes, phase transitions and component oscillators in biological motion. *Physica Scripta*, 35(1), 79.

**León, M.** (2021). Entrenamiento del Core en el Fútbol. Recuperado de <https://www.living4football.club/preparacion-fisica-aplicada-al-futbol/entrenamiento-del-core-en-el-futbol/>

**Moras, G.** (2000). *La preparación integral en el Voleibol (1000 ejercicios y juegos)* (Vol. 1). Buenos Aires, AR: Paidotribo.

**Schmidt, R. A., Lee, T. D., Winstein, C., Wulf, G. y Zelaznik, H. N.** (2018). *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. Illinois, US: Human Kinetics.

**Seirullo Vargas, F.** (1993a). *Preparación física aplicada a los deportes de equipo*. Galicia, ES: Centro Galego de Documentación e Edicións Deportivas.

**Seirullo Vargas, F.** (1993b). Preparación física aplicada a los deportes de equipo: Balonmano. *Cuaderno Técnico Pedagógico*, 7.

**Seirullo Vargas, F.** (2017). *El entrenamiento en los deportes de equipo*. Barcelona, ES: Biocorp Europa.

**Siff, M. y Verkhoshansky, Y. V.** (1996). *Supertraining. Special strength training for sporting excellence*. Colorado, US: Sports Training Co.

**Sole Forto, J.** (2016). *Planificación del entrenamiento en los deportes colectivos* [Apuntes de cátedra]. Escrito inédito entregado a los alumnos durante el curso de Máster de Alto Rendimiento en Deportes Colectivos.



**Tous-Fajardo, J.** (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona, ES: Hispano Europea.

**Tous-Fajardo, J., Gonzalo-Skok, O., Arjol-Serrano, J. L. y Tesch, P.** (2016). Enhancing change-of-direction speed in soccer players by functional inertial eccentric overload and vibration training. *International Journal of Sports Physiology & Performance*, 11(1), 66-73.

**Weineck, J.** (2005). *Entrenamiento total* (Vol. 24). Buenos Aires, AR: Paidotribo.

