



UNIVERSITAS

Miguel Hernández

**VARIABILIDAD EN EL
ENTRENAMIENTO DE HABILIDADES
MOTRICES**

Alumno: Jordi Fabrizio Espinoza Aguilar

Tutora académica: Carla Caballero Sánchez

Grado en Ciencias de la Actividad Física y el
Deporte

Curso académico: 2023 - 2024

ÍNDICE

- INTRODUCCIÓN.....3
- METODOLOGÍA.....7
- RESULTADOS.....9
- DISCUSIÓN.....15
- PROPUESTA PRÁCTICA.....18
- BIBLIOGRAFÍA.....23



1. INTRODUCCIÓN

La variabilidad en el movimiento ha sido objeto de estudio por mucho tiempo, sin embargo, durante los últimos años ha cambiado la forma en la que percibimos su relevancia en el control del movimiento, ya que ahora entendemos que es algo esencial y natural. (Davids et al., 2003)

La variabilidad que hay en nuestros movimientos podemos entenderla como una respuesta única de cada persona a las distintas demandas de la tarea y el entorno. Además, considerando lo propuesto por Davids et al., (2003), parece que la variabilidad puede ser una herramienta para adaptarnos mejor, no un obstáculo, por lo que si aprovechamos esta variabilidad inherente presente en nuestros movimientos seremos capaces de aprender de manera más efectiva. Asimismo, todo esto supone una gran importancia en áreas como la rehabilitación y el entrenamiento deportivo.

Además, tal como mencionan distintos autores (Barbado et al., 2012; Davids et al., 2003; Moreno y Ordoño, 2010) el sistema nervioso central (SCN) gestiona la variabilidad intrínseca motora, facilitando la exploración de las distintas configuraciones posibles que son proporcionadas por los distintos grados de libertad (DOF) del sistema, permitiendo así obtener la solución deseada.

De este modo, parecería lógico pensar que la práctica variable puede ser útil en aquellos individuos que no demuestran la suficiente variabilidad motora intrínseca. Es decir, la variabilidad aplicada de forma externa sería capaz de fomentar comportamientos exploratorios (Ranganathan y Newell, 2013), ya que, la práctica variable desafía al individuo con una serie de movimientos que engloban diversas soluciones motoras para una sola tarea, incluso cuando las condiciones de la tarea parecen que permanecen constantes (Moreno & Ordoño, 2015).

Así que, entendemos que la práctica variable consiste en incluir variaciones tanto en el patrón motor, como en el entorno cuando ejecutemos una habilidad motora para promover el aprendizaje (Schmidt & Lee, 2005), por otro lado, si aplicamos variabilidad en la organización de dicha práctica estamos hablando de la Interferencia Contextual.

De acuerdo con Raviv et al., (2022), en la literatura científica podemos encontrar hasta 4 tipos diferentes de práctica englobados dentro del concepto “práctica en variabilidad”, y es esencial saber reconocer estos diferentes tipos de práctica en variabilidad, ya que pueden o no tener el mismo impacto cuando se trata del aprendizaje de habilidades motrices.

Estos 4 tipos de práctica en variabilidad son la numerosidad, la heterogeneidad, la situacional y la organización de la práctica, en este trabajo solo se va a reconocer como práctica variable en los estudios analizados a dos de ellas, las cuales van a ser la numerosidad, la cual entendemos cómo el número de objetivos, siendo por ejemplo menor cuando solo hay 1 localización o diana, y mayor cuantas más de estas haya, y la heterogeneidad que se refiere a como dentro de una muestra pueden haber diferencias

entre ellos pese a ser similares, esto puede referirse por ejemplo a cuando ejecutamos saques de voleibol, pero con distintas técnicas de saque.

Además, cabe destacar que en este trabajo no vamos a considerar la organización de la práctica como práctica en variabilidad sino como interferencia contextual.

Definiendo tal como sugiere Brady (1998), la interferencia contextual como una modificación de la organización de la práctica, incluyendo así diferentes habilidades en una misma práctica para aumentar o disminuir esta interferencia contextual. Por eso, este autor plantea que, al realizar diferentes habilidades organizadas al azar, es decir, en un orden aleatorio, generamos alta interferencia contextual con lo que obtenemos como resultado un progreso más lento en la fase de aprendizaje, pero unos mejores resultados posteriormente en las pruebas de retención y transferencia, en comparación con programas de entrenamiento con baja interferencia contextual como sería una práctica en bloque, donde se realiza únicamente repeticiones de una misma habilidad de manera continua.

La variabilidad influye en el aprendizaje y control motor, sin embargo, no tiene por qué influir positivamente en todos los casos. Las investigaciones al respecto sugieren que al inicio del aprendizaje de una nueva habilidad el uso de la variabilidad al practicar puede llegar a enlentecer el aprendizaje, sin embargo, este proceso, aunque sea más lento suele dirigir hacia una mejor capacidad para generalizar o transferir el aprendizaje obtenido a nuevos contextos en los deportistas (Clopper, 2004).

El uso de la práctica variable en el aprendizaje de habilidades motrices se apoya fundamentalmente en 2 teorías explicativas, una de ellas es la teoría del esquema motor de Schmidt (Schmidt, 1975), la cual sugiere que formamos “esquemas” generales cuando aprendemos una habilidad motriz, y que al aplicar variabilidad a estos esquemas estaríamos fomentando el desarrollo de dichos esquemas motores.

Sumado a lo anterior, encontramos la teoría de los sistemas dinámicos (TSD) la cual defiende la idea de que si exponemos a un sujeto a constantes desequilibrios estos provocarían cambios en su conducta y en cómo se adapta a nuevas situaciones, ampliando así su bagaje de respuestas ante una tarea (Davids et al., 2003).

Por lo que podríamos decir que la variabilidad al practicar favorece al aprendizaje motor. Sin embargo, esto no es así en todos los deportistas ya que hay estudios donde se ha demostrado que, pese a aplicar variabilidad en la práctica los resultados obtenidos no han sido los esperados.

Esto lo podemos relacionar con varios factores como la experiencia previa o el tipo de habilidad que se quiere aprender o mejorar, tal como podemos ver en el estudio de Valença et al., (2022), donde se concluyó que hay mayores mejoras en los golfistas con mayor hándicap, o en el estudio de Breslin et al., (2012), donde sugieren que la práctica constante puede llegar a ser incluso más efectiva que la variable en la mejora de habilidades motrices cerradas, como lo puede ser un tiro libre en baloncesto.

Del mismo modo y tal como menciona Ruano et al., (2022), gran cantidad de estudios han concluido que la práctica variable tiene un efecto positivo en el aprendizaje de

diversas habilidades motoras tanto en deportes individuales como colectivos (Apidogo et al., 2021; Reinoso et al., 2013).

Esto lleva a pensar que la eficacia de la variabilidad en la práctica va a depender de diversos factores como puede ser la variabilidad intrínseca de cada deportista o las condiciones y restricciones de la tarea.

Resultados de algunos estudios, sugieren que la variabilidad aplicada a la práctica debería estar en concordancia con el nivel del aprendiz, por eso se debería tener en cuenta el nivel de variabilidad intrínseca de los deportistas para ajustar correctamente la “carga” de práctica variable que se debe aplicar para inducir mejoras. Tal como menciona McEwen & Lasley (2002), encontramos que nuestro cuerpo reacciona a las diferentes cargas de entrenamiento siguiendo la forma de una “U” invertida, es decir, una carga muy pequeña o muy alta no va a provocar las adaptaciones buscadas. De este modo, Moreno y Ordoño (2015) trasladó este concepto a la carga de práctica variable en el aprendizaje motor, hipotetizando así que el uso de una carga moderada de práctica variable sería lo ideal para obtener los mejores resultados. Por lo que propone definir dicha cantidad de practica variable como una magnitud la cual controlar, para así optimizar el proceso de aprendizaje.

Siguiendo con esta línea, según aumenta el nivel de habilidad del deportista también debe aumentar el nivel de variabilidad en la práctica consiguiendo así promover comportamientos adaptativos. Esto coincidiría con la hipótesis del punto de desafío, donde propone que la dificultad de la tarea debería estar al mismo nivel que la habilidad del deportista para así promover correctamente el aprendizaje. (Ruano et al., 2022; Moreno y Ordoño, 2015).

Además, otro punto importante es el tipo de tarea que se va a aprender, las habilidades abiertas se benefician de una práctica más variable, puesto que son habilidades que se dan en situaciones impredecibles, mientras que las habilidades cerradas las cuales requieren de un patrón de coordinación estable pueden verse más beneficiadas con una menor variabilidad en la práctica. (Moreno y Ordoño, 2015; Moreno et al., 2023). Considerando esto llegamos a la conclusión de que no hay un único tipo de practica que beneficie a todos por igual, sino que debe ser adaptada según las necesidades específicas de cada tarea.

Hay muy pocos estudios donde se ha manipulado la cantidad de variabilidad aplicada a la tarea, aunque cada vez van apareciendo más estudios que muestran señales de aplicar distintas “cargas” de practica variable en sus intervenciones. Entre ellos, el estudio de Porter & Magill (2010), donde comparan distintos tipos de variabilidad, comparando un nivel muy bajo de variabilidad como lo es la practica constante, con niveles más altos de variabilidad haciendo uso de la variabilidad inducida.

En este estudio se corroboró parcialmente la idea de que un aumento gradual de práctica variable conlleva a mayores mejoras en el aprendizaje de una habilidad motriz que organizaciones de la práctica donde los deportistas trabajan siempre con la misma cantidad de interferencia contextual, como puede ser por ejemplo la práctica en bloque. Como

conclusión tenemos que el grupo de Práctica Aleatoria Creciente obtuvo un mejor rendimiento en el test de retención en comparación a los otros dos grupos, que son el grupo de Práctica Constante y el grupo de Práctica Aleatoria. Por otro lado, en el test de transferencia se observó que el grupo de Práctica Aleatoria Creciente obtuvo un mejor desempeño que el grupo de Práctica Aleatoria.

No obstante, a pesar de que cada vez hay más estudios que tratan de manipular esta “carga”, aun no se ha llegado a un acuerdo común para decidir qué criterios se usan o no para utilizar la práctica variable como elemento favorecedor del aprendizaje. Por eso esta revisión sistemática estará centrada en investigar cómo afecta el uso de la práctica variable en el aprendizaje de habilidades motrices, haciendo mayor énfasis en aquellos trabajos que aplicaron distintas cargas de variabilidad en su intervención.



2. METODOLOGÍA

2.1 BÚSQUEDA

Los artículos que se han seleccionado para esta revisión bibliográfica han sido elegidos a través de una primera búsqueda sistemática en las bases de datos de Pubmed y Scopus.

Tras realizar una búsqueda de artículos en ambas bases de datos se seleccionó Pubmed como única fuente de búsqueda pues se encontraron mejores resultados en dicha página web.

Se hizo uso de la siguiente ecuación para obtener los mejores artículos en nuestra búsqueda en la base de datos de Pubmed:

("differential learning" OR "practice variability" OR "variable practice" OR "variable training" OR "training variability") AND motor variability)

La búsqueda se realizó con artículos publicados desde el año 2010 hasta mayo del 2024 y seguidamente se realizó un filtro en la búsqueda a través de los siguientes parámetros de selección donde:

Se incluyeron:

- Artículos que hayan sido publicados a partir del año 2010 en adelante
- Artículos donde se realizaron intervenciones con más de 2 grupos.
- Artículos donde aplicaron el uso de la Práctica Variable o la Interferencia Contextual en el aprendizaje motor.

Se excluyeron:

- Artículos donde aplicaban la práctica Variable en personas con patologías o lesión.
- Artículos donde aplicaban la práctica variable en habilidades como la lingüística (aprendizaje de idiomas), o habilidades relacionadas con la práctica musical.
- Tesis y revisiones bibliográficas.

Tras hacer uso de la ecuación de búsqueda mencionada anteriormente encontramos 113 artículos, de los cuales primero se realizó una lectura de los títulos y sus respectivos resúmenes, donde descartamos 87 artículos que no cumplían con los parámetros de selección.

Tras este primer filtro se realizó una lectura de los 26 artículos restantes, buscando la información más relevante en el procedimiento usado y en la posible aplicación de diferentes cargas de variabilidad usadas en cada estudio. Se descartaron 16 artículos más para finalmente seleccionar los 10 artículos que servirán para incluirlos en esta revisión bibliográfica.

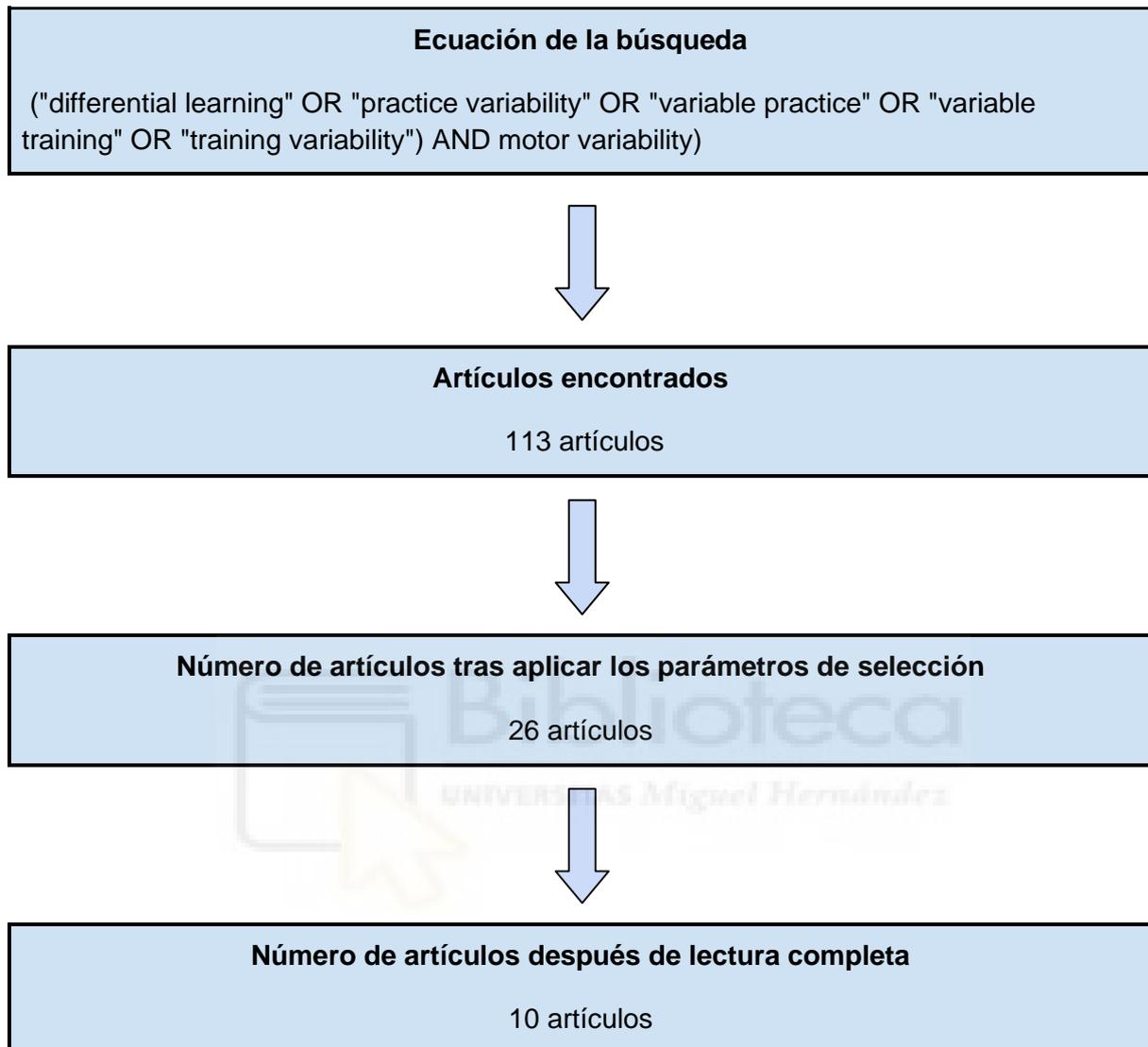


Figura 1. Diagrama de flujo de la información a través de las diferentes fases de la revisión

3. RESULTADOS

Tabla 1. Características y resultados de los artículos elegidos

ARTÍCULO	MUESTRA	GÉNERO	EDAD (Años)	MÉTODO E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	RESULTADOS
Porter & Magill (2010)	Estudiantes universitarios principiantes en el golf	H=18 M=42	-	<p>Grupos asignados de forma aleatoria: <u>Grupo PC</u>: ensayos consecutivos <u>Grupo PA</u>: ensayos aleatorios <u>Grupo PAC</u>: ensayos constantes en la 1ª distancia, en serie en la 2ª y aleatorio en la 3ª.</p> <p>Intervención: 1 sesión donde se golpea una bola de golf intentando dejarla en el centro de una diana o lo más cerca posible desde 3 distancias diferentes (0.9 m, 1.37 m y 1.82 m). El objetivo era lograr la menor puntuación posible haciendo 27 repeticiones en cada distancia.</p> <p>Test: pretest en la sesión de practica y 24 h después se realizaron 2 test adicionales. Test de retención: 10 ensayos desde las distancias de 0.9 m y 1.82 m de manera aleatoria. Test de transferencia: 10 ensayos desde dos distancias nuevas (1.6m y 1.52 m) la última colocada con un ángulo diferente.</p> <p>Variable de rendimiento: sistema de puntos en función de la distancia de la bola a diana. Dicha diana era tipo alfombra donde tenía diferentes anillos alrededor de 15 cm de diámetro cada uno y el círculo central representa 0 puntos y se va sumando un punto según se aleja del anillo central, en caso de caer fuera de los anillos se contaba como 7 puntos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - El grupo PAC tuvo mayor rendimiento en la prueba de retención en comparación con los otros grupos - No se encuentran diferencias significativas entre los grupos PC y PA - PAC>PA>PC
	Jugadoras de baloncesto principiantes	M=96	-	<p>Grupos asignados de forma aleatoria: <u>Grupo PC</u>: lanzamientos consecutivos <u>Grupo PA</u>: lanzamientos aleatorios <u>Grupo PAC</u>: lanzamientos constantes tras el 1º pase, en serie tras el 2º y aleatorio en el 3º.</p> <p>Intervención: golpear un objetivo ubicado a 5 m en la pared empleando 3 tipos diferentes de pase (a dos manos por encima de la cabeza, dos manos de pecho y pase de una mano). La sesión de práctica consta de 81 lanzamientos divididos 27 repeticiones por cada pase.</p> <p>Test: pretest en la sesión de practica y 24 h después se realizaron 2 test adicionales. Test de retención: 12 lanzamientos (4 por cada pase) de manera aleatoria. Test de transferencia: 12 lanzamientos de una ubicación diferente a 6 metros.</p> <p>Variable de rendimiento: sistema de puntos igual que el anterior, pero con diferentes puntuaciones que iban desde 0,2,5,7 y 9 puntos cada 20 cm que se alejaban del objetivo central que representa 0 puntos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor rendimiento en el grupo PAC en la prueba de retención y transferencia en comparación con los otros grupos.

Haudum et al., (2011)	Jugadores de baloncesto sub-16	H=52 M=1	14.3 ± 0,9	<p>Grupos: elegidos según su rendimiento en el pretest (20 tiros libres) <u>Grupo AD:</u> diferentes variaciones en el mov. del lanzamiento <u>Grupo PC:</u> práctica constante sin instrucciones <u>Grupo Control:</u> entrenamiento estándar</p> <p>Intervención: Realizar 50 tiros libres a canasta durante 15 sesiones, en 7 semanas, donde se aplica al grupo AD variaciones en el ángulo de la rodilla, mov. de la muñeca y momento de lanzamiento.</p> <p>Test: El pretest, posttest y test de retención consisten en 20 tiros libres a canasta. El test de transferencia: 20 tiros con salto con 3 regates previos.</p> <p>Variabilidad de rendimiento: mediante el siguiente sistema de puntuación: si no encesta=0 puntos, si toca el aro y falla=1 punto, si tocas más de 1 vez el aro y falla=2 puntos, encesta tocando el aro=4 puntos y si encesta sin tocar el aro=5 puntos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - No se encuentran diferencias significativas en ningún grupo entre test. - Menor rendimiento en todos los grupos comparando el test de transferencia Vs posttest y test de retención.
	Jugadores élite de voleibol en activo	H=6 M=8	23,7 ± 2	<p>Grupos: 7 integrantes por grupo <u>Grupo AD:</u> igual que el exp.1 pero añadiendo bandas elásticas para más variabilidad <u>Grupo PC:</u> práctica constante sin añadir bandas elásticas</p> <p>Intervención: Realizar remate de voleibol, durante 18 semanas, 2 sesiones a la semana, 25 repeticiones por sesión.</p> <p>Test: El pretest y posttest se midieron con una <u>prueba variable</u> (16 remates desde 4 lugares diferentes y otra <u>prueba constante</u> (10 remates en mismo lugar) donde en ambos test tenían que rematar los más rápido y preciso posible al lugar indicado</p> <p>Variable de rendimiento: se midió la velocidad y la precisión mediante el cálculo del error radial según el punto de contacto de la pelota con respecto a la diana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - No hay diferencias significativas respecto a la precisión. - Mejora no significativa en post test de la velocidad del grupo AD en la prueba variable.

Breslin et al., (2012)	Estudiantes universitarios sin experiencia en el baloncesto	H=20	21,85 ± 1.04	<p>Grupos asignados de forma aleatoria: <u>Grupo PC</u>: 100 tiros libres desde la misma distancia. (15') <u>Grupo PV</u>: 5 series de 20 lanzamientos, desde 5 distancias distintas al aro (11', 13', 15', 17', y 19'). Intervención: 3 sesiones consecutivas de 100 lanzamientos cada día. Test: se realizaron pretest y posttest los 3 días y se comparó los resultados de ambos grupos en la distancia de 15'. Variable de rendimiento: el sistema de puntuación consiste en: 3 puntos si no toca el aro al encestar, 2 puntos si rebota en el aro y entra y 1 punto si rebota en el aro y no entra.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor precisión para ambos grupos en la distancia de 15'. - No hay diferencias significativas entre grupos. - Mayor rendimiento en precisión para ambos grupos en día 2 y 3 Vs día 1 sin diferencia significativas entre grupos.
Reinoso et al., (2013)	Estudiantes universitarios con poca experiencia en el voleibol	H=21 M=11	AD: 21 ± 0,9 EC: 22 ± 2,1 GC: 22 ± 2,0	<p>Grupos asignados tras el test inicial <u>Grupo EC</u>: realizaban el mismo saque <u>Grupo AD</u>: alternaban diferentes saques <u>Grupo Control</u>: no realizó ningún entrenamiento Intervención: realizar 3 series de 15 saques apuntando a una diana en el campo contrario, a lo largo de 3 semanas durante 11 sesiones. Test: test inicial, posttest y tras 3 días test de retención, los cuales consistían en 4 series de 8 saques apuntando a la diana en el campo contrario sin superar por más de 1 metro la red verticalmente. Variable de rendimiento: se midió la velocidad mediante un radar SR3600 y la precisión de los servicios mediante el cálculo del error radial según donde caía el balón con respecto a la diana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora significativa en la consistencia de la precisión del grupo AD. - Solo el grupo AD muestra cambios entre el test inicial y test de retención. - Aumento de precisión y velocidad para los grupos EC y AD.

Hernández-Davo et al., (2014)	Jugadores de tenis con 2-3 años de experiencia	H=20 M=10	13 ± 1.52	<p>Grupos asignados según el ITN <u>Grupo PC</u>: practicó el servicio sin variaciones <u>Grupo PV</u>: uso de diferentes modificaciones del gesto técnico realizado en bloque, dichas modificaciones fueron hechas en la base de apoyo, la posición del jugador en el campo, la orientación espacial y la duración del movimiento.</p> <p>Intervención: realizar un saque de tenis lo más rápido y preciso apuntando al objetivo situado en el cuadro de saque contrario, realizando 12 sesiones con 60 servicios por sesión. (2x2x15)</p> <p>Test: pretest, posttest y los dos test de retención, realizados en la semana 2 y 4 consisten todos en realizar 20 servicios, dividido en 2 series de 10 repeticiones con el mismo objetivo de apuntar al objetivo situado en el cuadro de saque.</p> <p>Variable de rendimiento: se midió la precisión de los servicios mediante el cálculo del error radial del rebote de la pelota con respecto a la diana.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento precisión en el grupo PV. - Sin cambios significativos en la precisión del grupo PC. - Aumento de la velocidad en el servicio en ambos grupos. - Aumento la variabilidad de la velocidad en ambos grupos (no hay diferencia entre grupos).
Leving et al., (2016)	Personas sin experiencia previa en la propulsión manual de sillas de ruedas	H=9 M=14	PV=20,2 ± 2,0 GC=20,7 ± 1,4	<p>Grupos asignados de forma aleatoria:</p> <p><u>Grupo PV</u>: realizó 30 minutos de baloncesto en silla de ruedas y cinco tareas para estimular la variabilidad como: un Slalom, un circuito cuadrado, 15 m sprint, un semicírculo y una figura en 8. <u>Grupo Control</u>: no realizó ninguna práctica entre el pre y post test.</p> <p>Tarea: propulsarse manualmente en una silla de rueda.</p> <p>Test: el pretest y posttest seguían el mismo protocolo, 3 series de 4 minutos donde tienen que propulsar la silla encima de una cinta motorizada</p> <p>Variables evaluadas: se observó la eficiencia mecánica al realizar la prueba de la cinta motorizada, así como la técnica de propulsión, que está conformada por la frecuencia(empujes/min) y el ángulo de contacto de la mano en la rueda.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor eficiencia mecánica en el grupo PV. - Reducción de la frecuencia de empuje en ambos grupos. - Sin cambios significativos en la técnica en ambos grupos. - Aumentó la variabilidad en la propulsión en el grupo de PV.

<p>Apidogo et al., (2021)</p>	<p>Estudiantes de secundaria principiantes en el voleibol</p>	<p>M=42</p>	<p>15,6 ± 0,54</p>	<p>Grupos asignados tras el test inicial de 3 técnicas en una secuencia bloqueada Grupo AR: realizarán 15 repeticiones de cada técnica en bloque. Grupo AD: hacían 15 repeticiones alternando técnicas. Grupo control: realizaba juegos para familiarizarse con la pelota como juegos de lanzamiento.</p> <p>Intervención: realizar 10 repeticiones por técnica (recepción, pase de dedos y saque de tenis (mano por encima de la cabeza). con el objetivo de dar al lugar marcado, 12 sesiones a lo largo de 6 semanas.</p> <p>Test: el pretest, posttest y test de retención (2 semanas después de la intervención), siguen el mismo protocolo, ejecutar 10 repeticiones de cada técnica. Variable de rendimiento: se usó un sistema de puntaje donde si le dabas al centro eran 4 puntos, si caía en las líneas de alrededor 2 puntos y si no daba a nada 0 puntos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mejora en las 3 técnicas en el grupo de AD comparando posttest con pretest. - Mejora solo en la técnica de recepción en el grupo AR. - Sin cambios en el GC.
<p>Ivusza et al., (2022)</p>	<p>Universitarios con experiencia en el uso de superficies inestables</p>	<p>H=15</p>	<p>23,4 ± 2,2</p>	<p>Grupos asignados según un cuestionario inicial Grupo 1(PB): realizaron ambas sesiones siguiendo una secuencia en bloque que sabían previamente. Grupo 2(PA): realizaron las pruebas en un orden aleatorio.</p> <p>Intervención: 2 sesiones de entrenamiento separadas por 1 semana, donde debían mantener el equilibrio sobre una plataforma de equilibrio durante 1 min. en distintas posiciones p.e. con una flexión plantar del tobillo, en dorsiflexión del tobillo, durante una inversión del tobillo y con una eversión del tobillo. En 1 sesión hacían las pruebas con una pierna, y tras 1 semana con la otra pierna.</p> <p>Test: tanto el pretest como el posttest consisten en 2 series de 8 repeticiones donde debían mantener el equilibrio sobre la plataforma durante 3 seg. tras una caída de cajón con las manos en la cadera.</p> <p>Variables evaluadas: se midió el balanceo corporal tanto en el plano frontal como sagital, y la alineación espinilla-muslo-pelvis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoran la alineación espinilla-muslo-pelvis ambos grupos, sin diferencias significativas entre ellos.

Ruano et al., (2022)	Adultos sanos y diestros	H=23 M=9	26,50 ± 5,93	<p>Grupos asignados tras test inicial Grupo 1(PC): realizaron los ensayos con una frecuencia de movimiento de la bola constante. Grupo 2(PV): realizaron los ensayos añadiendo variabilidad a la frecuencia de movimiento del objetivo. Grupo 3(PE): primero realizaron una práctica constante y tras estabilizar las mejoras pasaban a una práctica variable.</p> <p>Intervención: realizar 44 series de 10 repeticiones intentando dar al objetivo móvil con una bola virtual controlando dicha bola con un joystick, con su mano no dominante.</p> <p>Test: el pretest, posttest y los 2 test de retención (el 1º tras 24h, el 2º tras 1 semana después del primer día), siguen el mismo protocolo, ejecutar 3 series de 10 repeticiones.</p> <p>Variable de rendimiento: se midió el valor absoluto entre la bola y el objetivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sin diferencias significativas entre grupos, pese a mostrar mejora tras la intervención en todos los grupos. - Mejoras en todos los grupos comparando posttest y test de retención con el pretest. - Mayor variabilidad de error en el grupo de PV durante la intervención.
Valença et al., (2022)	Golfistas portuguesas con mínimo 1 año de experiencia	H=23 M=6	16,03 ± 2,47	<p>Grupos asignados según su hándicap</p> <p>Grupo 1(AD): realizaron las sesiones experimentando variabilidad en todas las sesiones como: diferente palo, cambios en superficie, restricciones visuales, tipo de pelota, etc. Grupo 2(GC): realizaron todas las sesiones siempre en las mismas condiciones (hierba corta y mismo palo de golf)</p> <p>Intervención: 9 hoyos en 3 distancias diferentes (20 m, 35 m y 50 m), realizando en total 27 hoyos por sesión durante 10 sesiones, 270 ensayos en total.</p> <p>Test: tanto el pretest como el posttest consisten en 3 series de 10 hoyos desde 3 distancias distintas (25 m, 35 m y 50 m)</p> <p>Variables evaluadas: usaron un radar Trackman 4 para medir la velocidad, la puntuación, el ángulo de golpeo y el ángulo de la cara del palo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mejoras en el grupo de AD en el ángulo de golpeo y la cara del palo en distancias de 35 m y 50 m. - Mayor incremento del grupo AD vs GC en la puntuación y la velocidad y en la distancia de 50 m. - Mejora en la puntuación en el GC para las distancias de 35 m y 50 m. - Mayor mejora en casi todas las variables en golfistas con poco hándicap.
<p>AD: Aprendizaje Diferencial; GC: Grupo control; PB: Práctica en Bloque; PA: Práctica Aleatoria; PC: Práctica constante; PV: Práctica variable PE: Práctica Estabilizada; AR: Aprendizaje Repetitivo; EC: Entrenamiento en Consistencia; ITN: Número Internacional de Tenis; 1 pie ('): 0.3048 metros; Exp.: Experiencia; mov: movimiento; PAC: Práctica Aleatoria Creciente; H: Hombres; M: Mujeres</p>					

4. DISCUSIÓN

Como bien he mencionado en la introducción una de las posibles razones por la cual hay tanta controversia con respecto al uso o no de la variabilidad en el aprendizaje de habilidades motrices, posiblemente sea debido a la ausencia de unos parámetros que establezcan cuanta “carga” de variabilidad es necesaria para fomentar mejoras.

Por eso, el objetivo de esta revisión ha sido comparar el efecto de diferentes niveles de variabilidad en el aprendizaje de habilidades motoras. Sin embargo, los artículos que se han encontrado no cuantifican la variabilidad que han aplicado, sino que comparan los efectos de aplicar o no variabilidad al practicar, siendo esta una de las principales limitaciones del trabajo. Sin embargo, podríamos indicar que, aunque no era su objetivo principal, hay dos artículos que sí que parecen aplicar distintos niveles de variabilidad en sus experimentos como lo son el de Porter & Magill (2010) y el de Ruano et al., (2022).

El primer estudio donde se ha aplicado diferentes cargas de variabilidad ha sido en el de Porter & Magill (2010), donde sí que podemos corroborar que el grupo que obtuvo mejores resultados en los test de transferencia y retención fue el que tuvo un aumento gradual de la variabilidad en la intervención, por lo que podemos suponer que con una carga adecuada y progresiva en el entrenamiento podemos mejorar nuestras habilidades motrices.

Asimismo, el otro estudio es el de Ruano (2022), donde un grupo realizó práctica constante, otro practica variada y el último grupo, el cual empezó con practica constante y cuando se estabilizó el error (o la mejora) se continuaba con práctica variable, buscando así explotar la capacidad de mejora de este grupo con practica variable tras haber estabilizado la habilidad con práctica constante. No obstante, los resultados obtenidos no fueron los esperados pues no hubo diferencias significativas entre grupos.

Podemos incluir el estudio de Leving (2016), donde los participantes no contaban con experiencia previa en la propulsión manual de sillas de ruedas como estudio favorable al uso de la practica variable, pues los resultados reflejan una mejora en la eficiencia mecánica y un aumento en la variabilidad de la propulsión solo en el grupo que trabajo con practica variable.

Por otra parte, en contraposición con los anteriores estudios tenemos los de Valença (2022) y Breslin et al. (2012), donde encontramos resultados contradictorios. Por un lado, en el estudio de Valença (2022) se realizó una intervención en el golf desde 3 distancias distintas (20 m, 35 m y 50 m), de las cuales el grupo de Aprendizaje Diferencial (práctica en variabilidad) solo fue mejor que el Grupo Control en una de las distancias (50 m). Mientras que el grupo control, el cual realizó práctica en consistencia durante todo el periodo de entrenamiento, obtuvo mejores puntuaciones en 2 de las 3 distancias. Además, las mejoras se dieron principalmente en los golfistas con bajo hándicap, lo que nos puede indicar que posiblemente la carga de variabilidad no ha sido ajustada adecuadamente para todos los participantes. Por eso solo se han beneficiado de dicha variabilidad los golfistas con menor

hándicap, mientras que el grupo control ha obtenido beneficios de haber hecho práctica en consistencia posiblemente debido a que practicaron con las mismas condiciones que los test de evaluación.

Este fenómeno también lo podemos observar en el estudio de Breslin et al., (2012); Haudum et al., (2011) y Ruano et al., (2022), puesto que aplican variabilidad en la práctica en un grupo y en otro no, sin embargo, los resultados no muestran diferencias significativas entre grupos, por lo que podemos decir que pese a aplicar una “carga” de variabilidad en el entrenamiento, si no ajustamos dicha carga correctamente a los participantes no fomentará mejoras en el aprendizaje de habilidades motrices.

Por último, si nos fijamos en estudios donde los participantes cuentan con más experiencia previa, podemos observar que no hay diferencias significativas entre grupos. Sí que experimentan cierta mejora en algunos aspectos, pero, esta mejora podríamos concluir que se debe a haber realizado un entrenamiento específico de esas habilidades, sin importar la estrategia de entrenamiento empleada, ya fuese práctica constante o variable (Haudum et al., 2011; Hernández-Davo et al., 2014; Ivusza et al., 2022).

Con todo lo anterior expuesto, parece que el nivel del deportista es un factor importante a tener en cuenta, ya que parece influir en la cantidad de variabilidad necesaria para provocar dichas mejoras. Como podemos ver en los estudios de Porter & Magill (2010) y Reinoso et al., (2013), la muestra de participantes contaba con ninguna o poca experiencia previa a la intervención, y en ambos estudios los grupos que trabajaron con variabilidad fueron los únicos que mostraron mejoras significativas comparando sus respectivos test de retención con el test inicial.

Como conclusión, podemos decir que tras revisar los resultados de los estudios anteriores una de las razones principales por la cual existe controversia con respecto a la aplicación de la variabilidad en la práctica es debido a una falta de parámetros con los cuales poder cuantificar una carga de práctica variable adecuada al nivel de los participantes teniendo en cuenta tanto la variabilidad inicial de los sujetos en dicha tarea, como la experiencia previa de cada participante.

Un futuro estudio relacionado con esto podría ser la aplicación de distintas cargas de práctica variable teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, y comprobar qué nivel de variabilidad puede ser más efectiva para optimizar el proceso de aprendizaje de habilidades motrices.

De hecho, un artículo publicado recientemente (Caballero et al., 2024) ha tomado en consideración lo expuesto anteriormente y ha aplicado distintas cargas de variabilidad en los distintos grupos de su experimento. Donde se concluyó que había una diferencia significativa entre grupos tras el periodo de intervención, sin embargo, esto se debe principalmente a que el grupo control fue el único que obtuvo peores resultados tras comparar el posttest con el pretest, que a diferencia del resto de grupos obtuvieron mejoras. Con este hecho se puede afirmar que el periodo de entrenamiento fue efectivo debido a que el único grupo que empeoró fue el grupo control.

No obstante, dentro de los grupos que trabajaron con variabilidad en la práctica, el grupo donde se aprecian mayores mejoras es el que trabajo con poca variabilidad al practicar, mientras que, el grupo de práctica constante, y el de media y alta variabilidad si que es cierto que mostraron mejoras, pero de manera más moderada.

Por lo que, el siguiente paso sería tener en cuenta la variabilidad inicial de los participantes para distribuirlos en grupos en función de la variabilidad inicial presentada y observar si se obtienen los mismos resultados en todos los grupos o no.



5. PROPUESTA PRÁCTICA

El objetivo de esta propuesta es identificar la cantidad adecuada de practica variable que hay que aplicar para optimizar las mejoras en el proceso de aprendizaje según las características de los participantes.

La **tarea** que deben realizar será la ejecución de un lanzamiento con un balón de balonmano hacia un objetivo, que en este caso se trata de un panel, donde cuenta con diferentes puntuaciones según la cercanía al cuadrante central, el cual es el objetivo principal que los participantes aspiraran a golpear en cada lanzamiento.

Tal como mencionamos anteriormente en la discusión, parece que es de especial relevancia el nivel de variabilidad inicial que presentan en la tarea los deportistas, así como la experiencia previa que tengan en dicha tarea, por lo que vamos a suponer que los participantes van a ser principiantes, y serán asignados a un grupo tras realizar un test inicial.

Participantes: El perfil serán estudiantes universitarios con ninguna o poca experiencia en el balonmano.

La Muestra contara con 30 participantes donde la idea será que se distribuyan equitativamente entre los 3 grupos, es decir, 10 participantes por grupo, sin embargo, esto se decidirá tras comprobar su variabilidad inicial en el pretest.

Los criterios de selección a seguir serán:

- Que tengan entre 18 y 22 años.
- Que tengan ninguna o poca experiencia en el lanzamiento con balón.
- Que no tengan ninguna patología o enfermedad que interfiera de manera directa con el lanzamiento.

INSTRUMENTAL

-Los elementos que se van a usar para evaluar el rendimiento de los participantes serán los siguientes:

- Un panel de puntuación: panel con distintas puntuaciones según se aproxime al cuadrante central, el cual otorgara la máxima puntuación.
- Una cámara de video: Sony Handycam AVCHD 6.1Mp.
- Software para analizar los videos: Kinovea 0.8.15.
- Balón de balonmano: medidas reglamentarias.

Las **variables a medir** serán: la puntuación media obtenida por participante tras realizar todos los lanzamientos, la consistencia de estos resultados, es decir, la desviación estándar y tras realizar el pretest, posttest y test de retención se comparará la diferencia entre la puntuación media obtenida en uno y otro test para comprobar si hay alguna mejora en la puntuación, lo mismo con la consistencia se comparan pretest, posttest y test de retención para observar si ha habido mejora en la consistencia o no.

PROTOCOLO:

Primero, para conocer la variabilidad inicial de los participantes tomaremos en cuenta la consistencia de los resultados, tras analizar los resultados de cada uno de ellos en el pretest serán asignados a uno de los 3 posibles grupos de intervención.

Tras finalizar el periodo de intervención realizaremos un posttest siguiendo el mismo protocolo que en el pretest, es decir, realizaran 15 lanzamientos a una distancia de 5 m del panel, donde registraremos los resultados de todos los grupos y calcularemos la puntuación media obtenida y la desviación estándar.

Por último, se realizará un test de retención pasadas 72 horas del posttest, donde se empleará el mismo protocolo usado previamente en el posttest, y se observará si se han mantenido las mejoras a lo largo del tiempo o no, comprobando además si ha habido cambios en el rendimiento con respecto al posttest.

Las evaluaciones consisten en realizar 15 lanzamientos a una distancia de 5 metros del panel, el cual se encuentra situado en la pared a una altura de 1,5 metros del suelo, el objetivo será darle con el balón al panel central que otorgará la máxima puntuación (5 puntos). Ver figura 1.

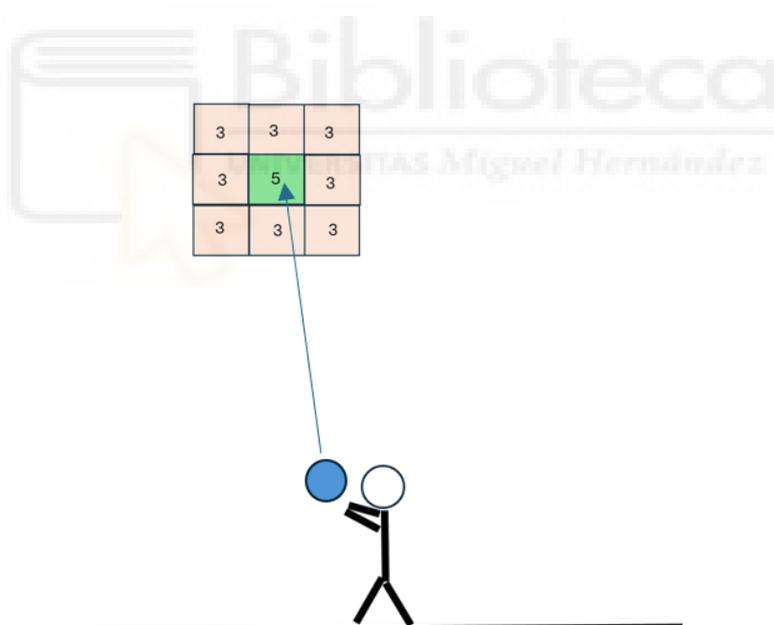
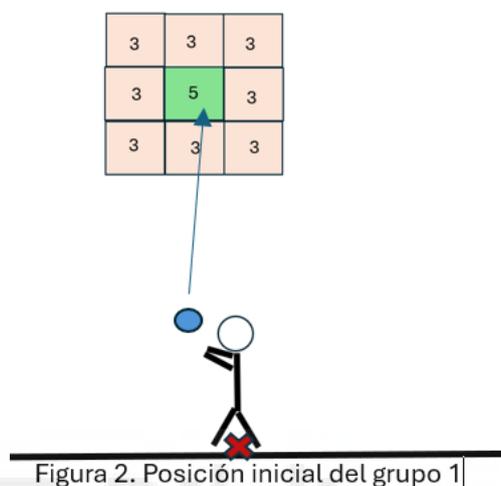


Figura 1. Test inicial

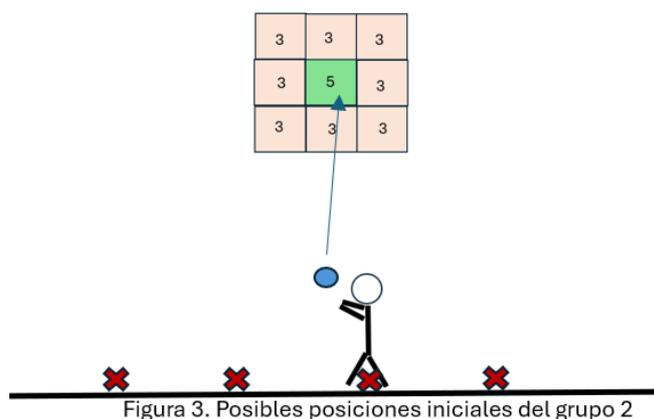
El **periodo de intervención** se llevará a cabo con la realización de 3 sesiones de entrenamiento a lo largo de una semana, entre sesión y sesión habrá como mínimo 24h de descanso. Los participantes ejecutaran 2 series de 20 lanzamientos, con descansos de 3 minutos entre series, y el objetivo es el mismo que en el test inicial, lograr obtener la mayor puntuación posible. La cantidad de practica variable que aplicamos en cada grupo será

controlada mediante la posición inicial de lanzamiento, siendo más variable en el grupo con mayor carga de variabilidad.

- **Grupo 1**, aquellos individuos que hayan presentado una **gran variabilidad inicial** en el pretest trabajaran con una baja carga de variabilidad mediante sesiones de entrenamiento con practica constante, donde la parte principal de las sesiones será realizar lanzamientos siempre desde la misma distancia inicial, respecto al panel objetivo. Ver figura 2.



- **Grupo 2**, en este grupo encontraremos a aquellos participantes que hayan obtenido una **variabilidad inicial media**, donde aplicaremos una cantidad moderada de práctica variable, mediante la modificación de la posición de lanzamiento inicial, pero manteniendo la distancia respecto al objetivo, donde habrá 4 posiciones distintas de lanzamiento las cuales no sabrán los sujetos. Ver figura 3.



- **Grupo 3**, aquí contaremos con aquellos individuos con **menor variabilidad inicial**, con este grupo aplicaremos mayor carga de practica variable, donde contaremos con 8 posiciones iniciales distintas que los sujetos no sabrán previamente, además de aplicar también modificaciones en la distancia respecto al panel (las posiciones se encontraran entre los 5 y 6 metros de distancia respecto al panel objetivo) y no se podrá repetir la misma posición inicial dos veces seguidas. Ver figura 4.

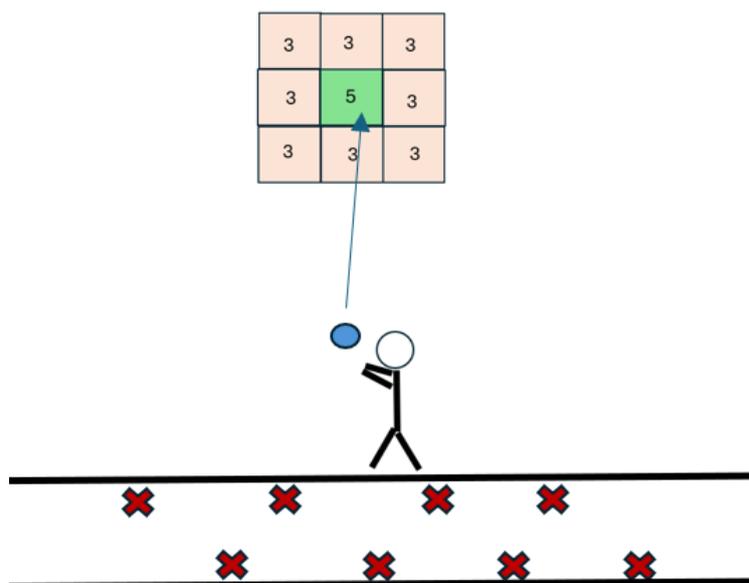


Figura 4. Posibles posiciones iniciales del grupo 3

ANÁLISIS DE RESULTADOS:

Los resultados serán analizados comparando los resultados de la puntuación media y la consistencia obtenidos en el pretest, posttest y test de retención para posteriormente realizar un análisis estadístico ANOVA mixto y comprobar si hay diferencias significativas o no entre grupos.

Analizando los resultados obtenidos lo que se busca es identificar cual es la cantidad optima de “carga” de variabilidad al practicar con la cual maximizaríamos las mejoras tanto en la puntuación obtenida como en la consistencia de nuestros participantes.

En caso de encontrar mejoras significativas en todos los grupos podríamos estar en lo correcto al pensar que la cantidad de práctica variable está estrechamente relacionada con el nivel inicial del participante, por otra parte, si no fuera este el caso podría deberse a que no hemos aplicado una adecuada cantidad de variabilidad, ya sea tanto por exceso como por falta de variabilidad en la práctica.

Se ha realizado esta intervención con el objetivo de mejorar el proceso de aprendizaje, en nuestro caso del lanzamiento en balonmano, mediante la practica variable. Hemos clasificado a los participantes en tres grupos distintos basándonos en su variabilidad inicial para así poder determinar qué nivel de “carga” de práctica variable teníamos que aplicar.

Con esta intervención hemos buscado corroborar una hipótesis de diferentes estudios que parecen indicar que personas con una alta variabilidad inicial necesitan una menor “carga” de variabilidad al practicar, los que tienen una variabilidad intermedia deberían trabajar con una carga intermedia de variabilidad, y los que cuentan con poca

variabilidad inicial trabajarían con una mayor variabilidad al practicar, buscando aplicar una “carga” adecuada de práctica variable en cada grupo en base a su variabilidad inicial.

Con este diseño, los resultados deberían de ser homogéneos, es decir, que todos los grupos deberían mejorar por igual ya que estaríamos adaptando la carga de manera adecuada para que todos los grupos mejoren.



6. BIBLIOGRAFIA

- Apidogo, J. B., Burdack, J., & Schöllhorn, W. I. (2021). Repetition without Repetition or Differential Learning of Multiple Techniques in Volleyball?. *International journal of environmental research and public health*, 18(19), 10499. <https://doi.org/10.3390/ijerph181910499>
- Barbado, D. B., Sabido, R. S., Vera-Garcia, F.J., Gusi N, Moreno FJ. (2012). Effect of increasing difficulty in standing balance tasks with visual feedback on postural sway and EMG: Complexity and performance. *Human Movement Science*, 31(5), 1224–1237. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2012.01.002>
- Brady, F. (1998). A Theoretical and Empirical Review of the Contextual Interference Effect and the Learning of Motor Skills. *Quest*, 50(3), 266–293. <https://doi.org/10.1080/00336297.1998.10484285>
- Breslin, G., Hodges, N. J., Steenson, A., & Williams, A. M. (2012). Constant or variable practice: recreating the especial skill effect. *Acta psychologica*, 140(2), 154–157. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2012.04.002>
- Caballero, C. Moreno, F.J., Reina, R., Roldán, A., Coves, A. y Barbado, D. (2017). El rol de la variabilidad motora en el control y aprendizaje motor depende de las características de la tarea y las capacidades individuales. *European Journal of Human Movement*, 38, 12-26.
- Caballero, C., Barbado, D., Peláez, M., & Moreno, F. J. (2024). Applying different levels of practice variability for motor learning: More is not better. *PeerJ*, 12, e17575. <https://doi.org/10.7717/peerj.17575>
- Davids, K., Glazier, P., Araújo, D., & Bartlett, R. (2003). Movement systems as dynamical systems: the functional role of variability and its implications for sports medicine. *Sports medicine* (Auckland, N.Z.), 33(4), 245–260. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333040-00001>
- Haudum, A., Birklbauer, J., Josef, K., & Müller, E. (2011). Motor learning of gross-motor skills under variable practice conditions. *Baltic Journal of Sport and Health Sciences*, 1(80), 22-28.
- Hernández-Davo, H., Urbán, T., Sarabia, J. M., Juan-Recio, C., & Moreno, F. J. (2014). Variable training: effects on velocity and accuracy in the tennis serve. *Journal of sports sciences*, 32(14), 1383–1388. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.891290>
- Ivusza, P., Hortobágyi, T., Sebesi, B., Gáspár, B., Fésüs, Á., Varga, M., Malmos, V., & Vácz, M. (2022). No Difference in the Acute Effects of Randomization vs. Blocking of Units of Lower-Extremity Proprioceptive Training on Balance and Postural Control in Young Healthy Male Adults. *Frontiers in physiology*, 13, 824651. <https://doi.org/10.3389/fphys.2022.824651>

- Leving, M. T., Vegter, R. J., de Groot, S., & van der Woude, L. H. (2016). Effects of variable practice on the motor learning outcomes in manual wheelchair propulsion. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 13(1), 100. <https://doi.org/10.1186/s12984-016-0209-7>
- Menayo, R., Fuentes, J. P., Moreno, F. J., Reina, R., y García, J. A. (2010). Relación entre variabilidad de la práctica y variabilidad en la ejecución del servicio plano en tenis. Motricidad. *European Journal of Human Movement*, 25, 75-92.
- Moreno FJ, Ordoño EM. 2010. Motor learning and general adaptation syndrome. *European Journal of Human Movement* 22:1–19.
- Moreno, F. J., & Ordoño, E. M. (2015). Variability and practice load in motor learning. *Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 11(39), 62-78. <https://doi.org/10.5232/ricyde2015.03905>.
- Moreno, F. J., Caballero, C., & Barbado, D. (2023). The role of movement variability in motor control and learning, analysis methods and practical applications. *Frontiers in Psychology*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1260878>.
- Porter, J. M., & Magill, R. A. (2010). Systematically increasing contextual interference is beneficial for learning sport skills. *Journal of sports sciences*, 28(12), 1277–1285. <https://doi.org/10.1080/02640414.2010.502946>
- Ranganathan, R., & Newell, K. M. (2013). Changing up the routine: intervention-induced variability in motor learning. *Exercise and sport sciences reviews*, 41(1), 64–70. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e318259beb5>
- Raviv, L., Lupyan, G., & Green, S. C. (2022). How variability shapes learning and generalization. *Trends in cognitive sciences*, 26(6), 462–483. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2022.03.007>
- Ruano, C., Caballero, C., & Moreno, F. J. (2022). The effect of enhanced variability after performance stabilization through constant practice. *PeerJ*, 10, e13733. <https://doi.org/10.7717/peerj.13733>
- Ruth Reynoso, S., Sabido Solana, R., Reina Vaíllo, R., & Moreno Hernández, F. J. (2013). Differential Learning Applied to Volleyball Serves in Novice Athletes. *Apunts. Educación Física y Deportes*, 114, 45-52. [https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.\(2013/4\).114.04](https://doi.org/10.5672/apunts.2014-0983.es.(2013/4).114.04)
- Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82(4), 225–260. <https://doi.org/10.1037/h0076770>

Schmidt, R.A. and Lee, T.D. (2005) Motor Control and Learning: A Behavioral Emphasis. *Human Kinetics, Champaign.*

Valença, M., Coutinho, D., Schöllhorn, W., Ribeiro, N., & Santos, S. (2022). Investigating the Effects of Differential Learning on Golfers' Pitching Performance as a Function of Handicap. *International journal of environmental research and public health*, 19(19), 12550. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912550>

