

Grado en Ciencias de la Actividad Física y del

Deporte Trabajo Fin de Grado



UNIVERSITAS
Miguel Hernández



Revisión bibliográfica sobre los efectos de la pedagogía no lineal en el trato de
prevención y/o de lesiones y sucesos traumáticos.

Autor: Cristian Miñano Martínez

Tutora: Carla Caballero Sánchez

Curso académico 2021/2222

Índice	
Resumen	3
Contextualización.....	3
Procedimiento de la revisión (metodología)	6
Revisión bibliográfica	7
Discusión	9
Propuesta de intervención.....	10
Sesión 1	10
Bibliografía	12



Resumen

La pedagogía no lineal es una metodología que en diferentes ámbitos ha obtenido beneficios respecto a otras metodologías y actualmente se está empleando en el ámbito de la prevención y/o rehabilitación de lesiones y sucesos traumáticos. El objetivo de este estudio consiste en analizar dichos beneficios y ver si hay una serie de criterios o pautas de cómo debe plantearse la intervención. Para ello, se realizó una búsqueda bibliográfica entre el año 2000 hasta el 2021, recopilando información sobre la pedagogía no lineal y sus efectos a la hora de prevenir y rehabilitar lesiones o eventos traumáticos. Los criterios de elegibilidad fueron el idioma, debían ser artículos en inglés; los artículos debían tener relación con la dinámica ecológica o pedagogía no lineal. Finalmente, se trabajó con 7 artículos, 3 de ellos eran experimentales, 3 revisiones y un artículo de opinión. Solo 1 de los 3 artículos analizados demuestra una diferencia significativa a favor de la pedagogía no lineal mientras que en los otros 2 artículos los beneficios no están muy claros o no se diferencia de otras metodologías. Aunque se habla de ciertos beneficios con la pedagogía no lineal, todavía se necesita mucha investigación experimental en este campo para conseguir resultados concluyentes. Así mismo, en los trabajos analizados no aparecen las formas en las que se aplican de manera práctica los ejercicios, por lo que no se puede saber con certeza si se están aplicando correctamente. Esto nos lleva a la conclusión de que, no parece haber de momento un consenso o ejemplificación de ejercicios que puedan tenerse en cuenta.

Contextualización

Hoy en día, tanto la rehabilitación de lesiones como la vuelta a la actividad después de un suceso traumático es un factor importante a tener en cuenta para cualquier persona.

Si nos centramos en el ámbito del deporte, es de suma importancia tener a todos los jugadores disponibles y en plenas condiciones dado que si no es así puede suponer no alcanzar los objetivos de la temporada a nivel de equipo y, además, a nivel personal es una gran carga debido a la gran cantidad de días de ausencia de entrenamientos y partidos (Arderin et al., 2011). Por lo que se convierte en objeto de interés para deportistas, entrenadores y preparadores físicos.

En cuanto a una persona que ha sufrido un suceso traumático, su objetivo es conseguir una pronta recuperación motora y de esta manera, volver a desempeñar las actividades del día a día y evitar que se repita ese suceso, recuperando así la funcionalidad.

La Organización Mundial De La Salud (OMS, 2021), define rehabilitación como “un conjunto de intervenciones encaminadas a optimizar el funcionamiento y reducir la discapacidad en personas con afecciones de salud en la interacción con su entorno”. Además, la OMS también establece que “cualquier persona puede necesitar rehabilitación en algún momento de su vida, como consecuencia de una lesión, intervención quirúrgica o enfermedad, o porque su capacidad funcional se ha reducido con la edad”.

Son muchas las metodologías empleadas para la rehabilitación, las más conocidas son aquellas que denominamos metodologías tradicionales, donde generalmente se modifica una variable mientras todas las demás se mantienen estables. Los dos supuestos principales, en los que se basaban las teorías clásicas del aprendizaje motor, son los siguientes: a) el movimiento que se va a aprender se consideraba independiente de un individuo e independiente del tiempo; y b) la ejecución con respecto a un movimiento por aprender puede mejorarse mediante repeticiones de partes invariantes del movimiento (Schöllhorn et al., 2010).

Principalmente, estas metodologías se han enfocado en cuatro principios clásicos del aprendizaje motor: 1) el enfoque repetitivo, 2) enseñar sobre la base de filas metódicas de ejercicios, 3) variabilidad en el entrenamiento de acuerdo con Schmidt (1997) y 4) el enfoque de interferencia contextual adoptado desde la adquisición del lenguaje hasta el control motor.

El enfoque teórico más usado para enseñar un movimiento ha sido repetirlo con frecuencia hasta imitarlo, pero se ha visto que una reiterada imitación de un movimiento en la práctica puede provocar un empeoramiento de este. Una mejora del movimiento implica un cambio en la ejecución respecto al movimiento anterior, lo que puede ser un indicativo del efecto de aprendizaje (Newell et al., 2001). Este enfoque ha sido trasladado hasta el ámbito de la rehabilitación donde reproducen un patrón percibido como óptimo recibiendo correcciones y feedback de los terapeutas (Schöllhorn et al., 2010).

En cuanto al enfoque de filas metódicas, hace referencia a una estrategia de enseñanza en la cual hay una planilla del movimiento objetivo y se tiene en cuenta el nivel inicial de los participantes. Los ejercicios que se realizan están relacionados con el movimiento objetivo deseado, y se presentan de menor a mayor complejidad, con el fin de repetirlos (Schöllhorn et al., 2010)

Otro pilar en el que se apoyaron las metodologías clásicas fue, en el modelo de Schmidt (1997) que distingue entre componentes de movimiento que son invariantes y variables. Las partes invariantes eran inherentes a una gama de movimientos específicos que se agrupaban por medio de un programa motor generalizado (GMP). De modo que un GMP, medido principalmente en variables de fuerza y tiempo relativos, lograba una estabilidad creciente cuando se entrenaba con una gran cantidad de parámetros variables. El enfoque de la variabilidad de la práctica amplía la inclusión de la variabilidad en el proceso de adquisición o aprendizaje en la medida en que la estabilidad de GMP se relaciona directamente con la variabilidad del movimiento presente.

Tras analizar las propuestas metodológicas para probar la variabilidad se vio que había deficiencias a la hora del diseño porque la base biomecánica para el análisis del movimiento ha sido ampliamente descuidada. Las invariantes se basan exclusivamente en las fuerzas musculares, dejando de lado las fuerzas gravitatorias e inerciales, que son las que están presentes en cualquier movimiento diario o deportivo. Además, nunca ha tenido lugar una discusión de los hallazgos sobre el trasfondo de un enfoque de control motor. A pesar de la falta de evidencia de investigación, el GMP se entendía como una invariante que debe repetirse con la mayor frecuencia posible en relación con los parámetros variables.

Como último principio, nos encontramos la interferencia contextual, la cual hace referencia a la secuencia temporal de los ejercicios en el aprendizaje. La práctica de varias habilidades de forma intercalada o aleatoria se ha visto que produce cierta interferencia a corto plazo (degradación del rendimiento), pero da lugar a una mejor retención a largo plazo en comparación con la práctica bloqueada. Han surgido muchos debates sobre los efectos de la IC en ámbitos como la rehabilitación, fisioterapia y terapia ocupacional. Sin embargo, aunque el entrenamiento en IC sugiere una mayor cantidad de variación en sus ejercicios, lo cierto es que los 3 ámbitos mencionados anteriormente, siguen basándose en la suposición de una plantilla de movimiento objetivo limitada que debe repetirse (Schöllhorn et al., 2010).

Los principales problemas que encontramos con esta metodología fueron los supuestos implícitos que se esperaban al realizar un movimiento ideal (modelo) que es independiente al ejecutante y que no tiene en cuenta la capacidad individual (persona).

En contra puesta a este tipo de metodologías, surgen metodologías más actuales basadas en la dinámica ecológica. Esta dinámica tiene su origen en la psicología ecológica y en la teoría de los sistemas dinámicos. La psicología ecológica indica que el comportamiento surge como una función de la interacción del individuo con el entorno que le rodea Gibson (1966). Las interacciones de un sistema jugador-entorno se basaban en un intercambio de energía, la cual rodeaba a los jugadores y objetos del entorno, entendiendo energía como posibilidades.

Según Gibson (1966) el movimiento genera cambios en esa energía provocando una nueva interpretación en la persona. Al actuar el entorno, la persona puede percibir *affordances* (posibilidades) que le pueden ayudar a adquirir conocimiento de dicho entorno a través de una causalidad entre la percepción y la acción (Davids et al., 2006).

Como instrumento de la dinámica ecológica encontramos la pedagogía no lineal (PNL). Esta metodología considera la interacción de la persona en entornos de juego cambiantes. En esta propuesta metodológica, la persona, durante la relación con el entorno y el momento de juego, percibe-actúa de forma constante, dando una respuesta a los estímulos, generados por el entorno, espacios y tarea (Chow et al., 2006).

Las características de la pedagogía no lineal son: 1) proporcionalidad casusa-efecto, un pequeño cambio en la dinámica del sistema puede dar como resultado un cambio pequeño o grande en esta; 2) estabilidad múltiple, relacionada con cómo una causa puede tener múltiples efectos en el comportamiento. Lo cual proporciona a una persona capacitada muchas posibilidades para lograr los objetivos; 3) control paramétrico, los parámetros del sistema se pueden manipular a través de *constraints* para lograr cambios en el comportamiento general, guiando de manera efectiva un sistema de aprendizaje para adaptar sus patrones de movimiento y 4) variabilidad, promueve la exploración de soluciones de movimiento ante una situación de aprendizaje, centra la búsqueda a diferentes soluciones de movimiento funcional y mejora la flexibilidad del sistema de aprendizaje. El principio de variabilidad había sido también uno de los pilares en los que las metodologías clásicas se basaban, pero al ponerlo en práctica, no lo hacían de la manera adecuada (Chow et al., 2015).

A su vez, esta pedagogía tiene como principios pedagógicos los siguientes: 1) diseño de aprendizaje representativo, donde el aprendizaje debe situarse en situaciones reales dado que la adquisición de habilidades tiene lugar cuando la persona se sitúa en el contexto del entorno de aprendizaje y se produce la interacción persona-entorno; 2) desarrollo de acoplamientos de información-movimiento relevantes. La relación entre información y movimiento desde la psicología ecológica Gibson (1979) es fundamental para entender el concepto de potencialidades y el papel que juega en el control del movimiento. Las prestaciones (*affordances*) son oportunidades para la acción que están relacionadas con el individuo (Fajen et al., 2009). El foco está en el individuo y en cómo las oportunidades actúan dentro de un entorno social o físico (Kulikowich & Young, 2001); 3) manipulación de *constraints*. Existen tres clases principales de *constraints* (ejecutante, entorno y tarea). La tarea se puede manipular alterando las *constraints* para fomentar la exploración de diferentes soluciones posibles al movimiento (Matthew et al., 2014); 4) garantizar la variabilidad funcional, considerada como una característica del aprendizaje donde el 'ruido' amplifica las actividades exploratorias y guía a descubrir soluciones funcionales individualizadas (Button et al., 2008; Schöllhorn et al., 2009) y por último, 5) foco atencional, otro aspecto clave relacionado con la manipulación de instrucciones, internas y externas, que alteran el control consciente (Chow, 2013).

Se ha visto que en diferentes ámbitos estas metodologías actuales tienen beneficios como, la mejora de la adquisición de habilidades (Seifert, 2012); la creatividad en la resolución

de problemas (Davids et al., 2012); atender de manera más efectiva a las demandas del entorno (Correia et al., 2019) o menores índices de depresión en programas de actividad física en los que se manipula la variabilidad y complejidad de la tarea (Schöllhorn et al., 2010).

Actualmente, esta metodología se está empezando a aplicar al ámbito de la rehabilitación. Debido a que no se ha investigado mucho sobre este tema, nos surge la pregunta de si esta metodología presentará los mismos beneficios en este ámbito y existen ciertas pautas de programación de tareas específicas para llevar a cabo una intervención en el ámbito de rehabilitación de lesiones o sucesos traumáticos desde esta pedagogía.

El objetivo de esta revisión es analizar si esta metodología realmente tiene beneficios a la hora de la rehabilitación y ver cuáles son los criterios que siguen para llevar a cabo dicha intervención.

Procedimiento de la revisión (metodología)

La metodología realizada en la investigación se ha estructurado en función de las directrices de la declaración PRISMA (Moher et al., 2009; Urrútia & Bonfill, 2010)

La búsqueda bibliográfica se realizó entre los años 2000 hasta el año 2021. Se recopiló información sobre la pedagogía no lineal y sus efectos a la hora de prevención y rehabilitación de lesiones o eventos traumáticos. Para llevar a cabo la búsqueda se utilizó una fuente documental, la base de datos: "PubMed". Esta base fue la utilizada por ser la base con más artículos con relación a la temática y con mayor fiabilidad.

Los criterios de elegibilidad que se llevaron para la búsqueda fueron: el idioma, debían ser artículos en inglés, en cuanto a los años abarcados para la selección, no se tuvo en cuenta el año de publicación para la búsqueda como criterio, pero la mayoría de estudios se situaban entre los años 2000 y 2021, se seleccionaron artículos tanto experimentales como no experimentales y los artículos tenían que tener relación con la dinámica ecológica o pedagogía no lineal y el trato de lesiones o sucesos traumáticos y tenían que ser estudios en humanos.

La ecuación seguida para realizar la búsqueda ha sido la siguiente: injury and ("nonlinear pedagogy" or "non linear pedagogy" or "constraint-led" or "variable practice" or "practice variability" or "variable training" or "differential training" or "differential practice" or "ecological dynamics").

En una primera búsqueda obtuvimos un total de 56 artículos, el siguiente paso fue la lectura del título y resumen del artículo y cribamos 18 artículos por lo que eliminamos 38 artículos que no cumplían los criterios de elegibilidad. Finalmente, después de una lectura completa de los artículos nos decantamos por un total de 7 artículos, los cuales fueron con los que se trabajó.

De estos 7 artículos, sólo 3 de ellos eran experimentales, sin embargo, nos apoyamos en 3 revisiones que no eran experimentales y en 1 artículo de opinión para tener un abanico más amplio de conocimiento. Estos artículos no experimentales tenían relación directa con el tema en cuestión y nos sirvieron para tener un marco más amplio de comprensión. Por lo que, en total, trabajamos con 7 artículos para la revisión. En la tabla 1 se presenta cómo quedaron divididos los artículos:

Tabla 1. Número de artículos seleccionados según base de datos utilizada.

Base de datos	Naturaleza del artículo	Cantidad
PubMed	Experimental	3
	Artículo de opinión	1
	Revisión	3

Revisión bibliográfica

En este apartado se muestran los artículos que se utilizaron para la revisión, sin embargo, los artículos no experimentales de Gokeler (2019), Schöllhorn (2010), Leventer (2015) y Bolt (2021) no han sido objeto en esta tabla por su naturaleza. En la tabla 2, se presentan los resultados de los 3 artículos experimentales.



Tabla 2. Artículos representativos objetivo de estudio de la presente revisión bibliográfica.

Artículo	Objetivo	Muestra	Instrumental y variables	Método	Conclusión/ Resultados
Hornby et al. (2019)	Determinar la contribuciones individuales y combinadas de la intensidad y la variabilidad de la práctica de los pasos para mejorar la velocidad de la marcha en individuos post-ictus.	152 personas (de 18 a 85 años) accidente cerebrovascular crónico sufrido tras 6 meses	Acelerómetros: registro de la cantidad y la frecuencia de pasos por sesión. Pulsioxímetros: registro de la FC cada 3 minutos. Escala de Borg: registro el RPE. Rangos de FC: fórmula (208-[0,7xedad]).	3 grupos de entrenamiento: HV, FCR en torno al 70%-80% en contextos variables, HF misma FCR en cinta rodante y LV FCR en torno 30%-40% en contextos similares a HV. Duración ≤30 sesiones de 1h durante 2 meses (3-5 sesiones/sem)	Entrenamiento de pasos de alta intensidad ↑ en la capacidad de caminar, en la simetría de la marcha y en el equilibrio + que en el entrenamiento de baja intensidad.
Neville et al. (2019)	Determinar los cambios en el equilibrio y la marcha siguiendo un protocolo de entrenamiento basado en OLT en individuos con iSCI.	12 hombres y 3 mujeres (41,5 ± 16,9 edad) con lesión en la medula espinal hace 6 meses.	Escala BBS y SCI-FAI registro del equilibrio.	12-15 semanas de entrenamiento locomotor sobre el suelo (OLT). 2 sesiones/semana/90min. Basado en los principios de adaptación y aprendizaje motor: especificidad de la tarea, sobrecarga progresiva y variabilidad de la práctica.	En los parámetros obtenidos sobre la marcha ninguno de ellos alcanzó significación estadística. La longitud y anchura del paso ↑ y el tiempo de apoyo y balanceo ↓
Moham madi et al. (2021)	Examinar los efectos de la LP, la NLP y DL en el cambio de factores cinéticos y cinemáticos durante el corte lateral esperado relacionado con lesiones del LCA sin contacto.	66 universitarios, ≥18 años, sin experiencia en fútbol o similares, sin patologías y sin lesiones en el LCA.	10 cámaras (200 Hz): Registro de la cinemática. - Cronómetro: registro de la velocidad de aproximación. El objetivo era mantener constante (entre 4,5 y 5,5 m/s) la velocidad de aproximación media.	División en 3 grupos: LP muestra de una habilidad y su solución motriz, NLP propone una habilidad, pero sin la solución, tienen que explorar y DL patrones de movimiento se instruye verbalmente sin retroalimentación. Intervención de 12 semanas 2 sesiones/semana 1h 30'.	Diferencia significativa entre NLP-LP y DL-LP. Siendo ↑ NLP y DL para todas las variables cinéticas y cinemáticas. NLP y DL diferencia significativa en las variables como TFA, HFA, KFA entre otras y no tanto en variables como VGRF, KEFM y KVM.

FC= frecuencia cardiaca; HV= entrenamiento de pasos de alta intensidad en contextos variables; HF= entrenamiento de alta intensidad sobre una cinta de correr con variabilidad mínima; LV= entrenamiento de pasos de baja intensidad con variabilidad; OLT= entrenamiento locomotor sobre el suelo; iSCI= individuos con lesión medular motora-incompleta; BBS= Berg Balance Scale; LP= pedagogía lineal; NLP= pedagogía no lineal; DL= aprendizaje diferencial; LCA= ligamento cruzado anterior; TFA= ángulo de flexión del tronco; HFA= ángulo de flexión de la cadera; KFA= ángulo de flexión de la rodilla; VGRF= fuerza de reacción vertical del suelo; KEFM= momento de extensión/flexión de la rodilla; KVM= momento de valgo de rodilla; FCR= frecuencia cardiaca de reserva.

Discusión

El objetivo del presente trabajo consistió en la realización de una revisión bibliográfica sobre las publicaciones científicas acerca de los efectos producidos por el uso de la pedagogía no lineal en la rehabilitación de lesiones y sucesos traumáticos. Este análisis utilizó la base de datos de PubMed, donde se seleccionaron 7 investigaciones publicadas a partir del 2000, todos los artículos seleccionados están en inglés, ya que la base de datos usada es de habla inglesa. La mayor parte de los estudios son artículos de revisión u opinión, siendo sólo 3 artículos experimentales. Los resultados no han sido concluyentes dado que no hay suficiente literatura y se debería de realizar mayor investigación para de verdad poder comparar si estás metodologías actuales son realmente tan buenas y aportan más beneficios que las tradicionales.

Dentro de los trabajos experimentales encontrados, en primer lugar, el de Hornby et al. (2019) el cual detalla la eficacia del entrenamiento de pasos de alta intensidad para mejorar la función locomotora después de un accidente cerebrovascular. Se encontraron diferencias significativas entre el entrenamiento de baja intensidad y el de alta, obteniendo mayores niveles de FC durante el de alta intensidad probablemente impulsado por los requerimientos neuromusculares como se observaba entre las diferencias en la cantidad y velocidad de los pasos en los distintos grupos. La contribución de variabilidad y dificultad no es tan clara dado a que no hubo una diferencia significativa en la evaluación funcional o en la prueba de sentarse y levantarse 5 veces. El entrenamiento de alta intensidad obtuvo beneficios también en la mejora de la confianza en el equilibrio. Una de las limitaciones del estudio fue que solo se contabilizaron los pasos que hacían en las sesiones de entrenamiento, pero no los que hacían durante el resto de las actividades en su vida diaria y el tamaño de la muestra, que era bastante pequeña.

En segundo lugar, analizamos el estudio de Neville et al. (2019) en el que se centró en determinar los cambios en la marcha y equilibrio en personas que habían sufrido lesión incompleta en la médula espinal. Proponía un programa de entrenamiento basado en el rendimiento y específico de la tarea para el entrenamiento locomotor sobre el suelo (OLT). Los entrenamientos generales empleados para la rehabilitación vienen siendo el uso del propio peso corporal o entrenamiento asistido por máquinas o terapeutas. En ellos son característicos la monotonía, repetitividad y falta de complejidad para la recuperación de la persona. Los hallazgos demostraron que, un enfoque basado en la disminución del número de restricciones ambientales y dejando solo las necesarias, provocan que la longitud y anchura del paso aumente y disminuya el tiempo de apoyo y balanceo. Si bien es cierto que los resultados no evidencian una significación estadística. Además, se ha visto que, las personas siguen mejorando después de un largo periodo de tiempo, lo que sugiere el potencial de plasticidad funcional

El tercer artículo que fue objeto de estudio fue el de Mohammadi et al. (2021) que estudió los efectos de trabajar las variables relacionadas con la lesión LCA a través de métodos lineales, no lineales y del entrenamiento diferencial. La primera hipótesis era que los métodos no lineales y de entrenamiento diferencial disminuían más el riesgo que los métodos lineales. Así mismo, los resultados que se obtuvieron fueron que era cierto que con estos métodos el riesgo de sufrir riesgo de lesión del LCA se veía disminuido debido a que los ángulos de flexión articular aumentaban más y la fuerza de reacción vertical del suelo (vGRF) se reducía. Al aumentar la cantidad de flexión en las articulaciones, la flexibilidad aumenta y la adaptabilidad de la articulación, reduciendo la implicación de los ligamentos (Benjaminse et al., 2017; Crenshaw et al., 2000; Hewett et al., 2005).

Tras la revisión de los artículos podemos decir que solo 1 de los 3 artículos analizados demuestra una diferencia significativa a favor de estas pedagogías. Aunque se habla de ciertos

beneficios, todavía se necesita mucha investigación experimental en este campo para conseguir resultados concluyentes. Así mismo, en los trabajos analizados no aparecen las formas en las que se aplican de manera práctica los ejercicios, por lo que no se puede saber con certeza si se están aplicando correctamente, lo que nos lleva a la conclusión de que, no parece haber de momento un consenso o ejemplificación de ejercicios que puedan tenerse en cuenta.

Los resultados obtenidos han sido prometedores y pienso que si se sigue investigando se demostrarían los mejores beneficios en el trato de lesiones y sucesos traumáticos que esta metodología tiene frente a metodologías tradicionales.

Propuesta de intervención

Una vez revisado los artículos de la base de datos, el siguiente diseño de propuesta de intervención tuvo como objetivo ofrecer los principios por los que se puede llevar a cabo un programa de prevención para la lesión del LCA sin contacto a través de la pedagogía no lineal. Nos basamos en el artículo de Mohammadi et al. (2021) que tiene relación directa con la propuesta. La intención fue proporcionar una serie de ideas que se puedan incluir en las sesiones deportivas para que los entrenadores las utilicen como herramienta para evitar lesiones del LCA. El objetivo fue crear una estandarización en el tiempo, frecuencia y duración de la intervención.

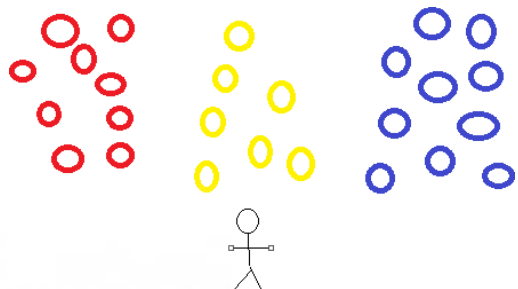
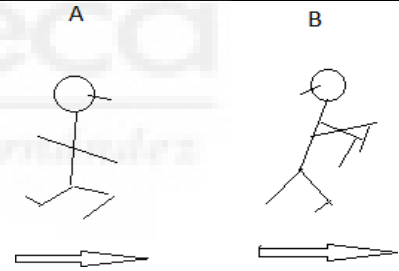
Planteamos dos sesiones por semana de una hora y media, divididas en 15 minutos de calentamiento, 45 minutos de práctica y 30 minutos de juego real durante un periodo de 12 semanas.

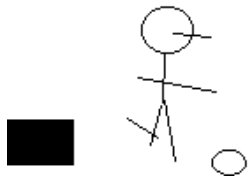
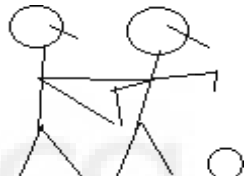
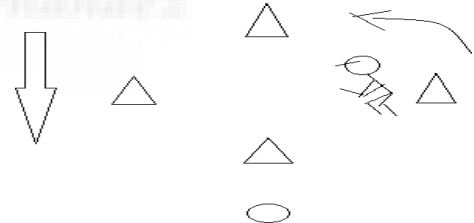

A continuación, planteamos un modelo de calentamiento y ejercicios para la parte práctica del entrenamiento para la prevención de lesión del LCA en fútbol pensados tanto para la fase de pretemporada como en una sesión de temporada. Las pautas para seguir en estos ejercicios: serán enunciados amplios en los que no se pretende la consecución de un movimiento óptimo sino más bien que actúen de *constraints* en las habilidades practicadas. De esta manera los deportistas reproducen patrones basándose en sus propias características y exploran soluciones variables, lo que se verá afectado por sus propias soluciones adaptativas individuales. Lo que se busca a través de la manipulación de las condiciones ambientales y tareas manipuladas es alentar al jugador a buscar su propia solución para alcanzar la meta.

Con estos ejercicios pretendemos conseguir: 1) una situación de juego lo más real posible; 2) que el jugador sea capaz de tomar decisiones en función de *affordances* que se le presentan, bien por el entorno, por el rival o tarea. En todos estos ejercicios tendrá una alta implicación el LCA, el cual será objeto de la sesión, tratando de preparar dicho ligamento a las posibles demandas en diferentes situaciones de juego y que este, esté lo más preparado posible.

Todos los ejercicios cumplen con los requisitos mencionados en el trabajo: están diseñados de manera que se pueden manipular los *constraints* en función del objetivo; no se presenta una solución al ejercicio, evitando así un movimiento "óptimo", consiguiendo de esta forma un movimiento más personal y adecuado al deportista; existe variabilidad dentro de la práctica y ejecución, ya que son ambientes cambiantes y no siempre se va a encontrar la misma situación que la anterior, de cara a una situación más real de juego. Además, promueven la exploración de soluciones ante distintas situaciones mejorando así la flexibilidad del sistema de aprendizaje.

Sesión 1

CALENTAMIENTO			
Ejercicio	Descripción	Tiempo	Representación
Salto unilateral hacia diferentes direcciones.	Aros repartidos por el espacio de color rojo, amarillo y azul, de manera que estos, forman un camino y tiene que llegar hasta el final de ese camino. El color indica el nivel de dificultad siendo rojo el difícil y azul el fácil.	7'30"	
Desplazamientos de manera lateral y hacia atrás	El ejercicio se realizará por parejas, y consiste en que no pueden juntarse: uno de la pareja hará lo posible por acercarse al compañero (A) mientras el otro (B) hará lo mismo por alejarse. El condicionante es el tipo de desplazamiento y que lo marca el que quiere juntarse; si A se desplaza en línea recta a por B, este debe desplazarse marcha atrás, si A se desplaza de manera lateral a por B, este se aleja también de manera lateral, si A se acerca de hacia diagonales hacia adelante, B se desplaza haciendo diagonales hacia atrás.	7'30"	

PRÁCTICA			
Ejercicio	Descripción	Tiempo	Representación
Drop jump unilateral	El jugador cae desde un cajón apoyando solo un pie. Cuando hace contacto con el suelo, tiene un balón enfrente suyo y tiene 3 oportunidades. La primera, tiene a un oponente que puede estar a su izquierda o derecha y debe sortearlo, la segunda, se encuentra una oponente enfrente suya y la tercera se encuentra un oponente y a un compañero.	10'	
Desplazamientos con balón de manera lateral y hacia detrás	En función del desplazamiento, el ejecutante se puede encontrar con dos situaciones diferentes: 1) en desplazamiento lateral tiene la defensa de otro jugador que le encima y el portador del balón debe asegurar la posesión y avanzar. 2) Cuando se desplace hacia detrás, tendrá la oposición de otro jugador y tiene que conservar la posesión y avanzar.	10'	
Squad Jump con sprint	Se utilizan 4 conos que se colocan en forma de rombo. El jugador a través de saltos debe ir pasando por los conos. Los saltos siempre los realiza mirando hacia el interior del rombo. Cuando el jugador conecte en línea recta con el balón, éste debe ir a por él a sprint.	10'	
Peso muerto unilateral	Delante del jugador habrá una serie de aros, los cuales debe cogerlos mediante apoyo monopodal, una vez que coja un aro, tiene que lanzar y golpear un balón con el pie que está sin apoyar con el propósito de dejarlo lo más pegado al aro posible.	10'	

Bibliografía

Ardern, C. L., Webster, K. E., Taylor, N. F., & Feller, J. A. (2011). Return to sport following anterior cruciate ligament reconstruction surgery: A systematic review and meta-analysis of the state of play. *British Journal of Sports Medicine*, 45(7), 596–606. <https://doi.org/10.1136/bjism.2010.076364>

Benjaminse, A., Otten, B., Gokeler, A., Diercks, R. L., & Lemmink, K. A. P. M. (2017). Motor learning strategies in basketball players and its implications for ACL injury prevention: a randomized controlled trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 25(8), 2365–2376. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3727-0>

Bolt, R., Heuvelmans, P., Benjaminse, A., Robinson, M., & Gokeler, A. (2021). An ecological dynamics approach to ACL injury risk research: a current opinion. <https://doi.org/10.1080/14763141.2021.1960419>

Button, C., Davids, K., & Bennett, S. J. (2008). *Dynamics of Skill Acquisition*. <https://www.researchgate.net/publication/296487125>

Chow, J. Y. (2013). Nonlinear Learning Underpinning Pedagogy: Evidence, Challenges, and Implications. *Quest*, 65(4), 469–484. <https://doi.org/10.1080/00336297.2013.807746>

Chow, J. Y., Davids, K., Button, C., & Renshaw, I. (2015). *Nonlinear Pedagogy in Skill Acquisition (1st ed.)*. <https://doi.org/10.4324/9781315813042>

Correia, V., Carvalho, J., Araújo, D., Pereira, E., & Davids, K. (2019). Principles of nonlinear pedagogy in sport practice. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 24(2), 117–132. <https://doi.org/10.1080/17408989.2018.1552673>

Crenshaw, S. J., Pollo, F. E., & Calton, E. F. (2000). Effects of lateral-wedged insoles on kinetics at the knee. *Clinical orthopedics and related research*, (375), 185–192. <https://doi.org/10.1097/00003086-200006000-00022>

Davids, K., Araújo, D., Hristovski, R., Passos, P., & Chow, J.Y. (2012). Ecological dynamics and motor learning design in sport. In Williams, M., & Hodges, N. (Ed. 7). *Skill Acquisition in Sport: Research, Theory & Practice* (pp. 112-130). Routledge. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2297.0089>

Davids, K., Button, C., Araújo, D., Renshaw, I., & Hristovski, R. (2006). Movement models from sports provide representative task constraints for studying adaptive behavior in human movement systems. *Adaptive Behavior*, 14(1), 73–95. <https://doi.org/10.1177/105971230601400103>

Fajen, B.R., Riley, M.A., & Turvey, M.T. (2009). Information, affordances, and the control of action in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 40(1), 79-107.

Gibson, J. J. (1966). *The Senses Considered as Perceptual Systems*.

Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception* (Vol. 17). Behavioral Science. <https://doi.org/10.1002/bs.3830260313>

Gokeler, A., Neuhaus, D., Benjaminse, A., Grooms, D. R., & Baumeister, J. (2019). Principles of Motor Learning to Support Neuroplasticity After ACL Injury: Implications for Optimizing Performance and Reducing Risk of Second ACL Injury. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, *49*(6), 853–865. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01058-0>

Hewett, T. E., Myer, G. D., Ford, K. R., Heidt, R. S., Colosimo, A. J., McLean, S. G., van den Bogert, A. J., Paterno, M. v., & Succop, P. (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: A prospective study. *American Journal of Sports Medicine*, *33*(4), 492–501. <https://doi.org/10.1177/0363546504269591>

Hornby, T. G., Henderson, C. E., Plawewski, A., Lucas, E., Lotter, J., Holthus, M., Brazg, G., Fahey, M., Woodward, J., Ardestani, M., & Roth, E. J. (2019). Contributions of Stepping Intensity and Variability to Mobility in Individuals Poststroke: A Randomized Clinical Trial. *Stroke*, *50*(9), 2492–2499. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.119.026254>

Kulikowich, J. M., & Young, M. F. (2001). Locating an ecological psychology methodology for situated action. *Journal of the Learning Sciences*, *10*(1–2), 165–202. https://doi.org/10.1207/S15327809JLS10-1-2_7

Leventer, L., Dicks, M., Duarte, R., Davids, K., & Araújo, D. (2015). Emergence of Contact Injuries in Invasion Team Sports: An Ecological Dynamics Rationale. *Sports Medicine*, *45*(2), 153–159. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0263-x>

Matthew, A., Chow, J. Y., Tan, W. K. C., & Lee, C. Y. M. (2014). Using a complex and nonlinear pedagogical approach to design practical primary physical education lessons. *European Physical Education Review*, *20*(2), 244–263. <https://doi.org/10.1177/1356336X14524853>

Mohammadi Orangi, B., Yaali, R., Bahram, A., Aghdasi, M. T., van der Kamp, J., Vanrenterghem, J., & Jones, P. A. (2021). Motor learning methods that induce high practice variability reduce kinematic and kinetic risk factors of non-contact ACL injury. *Human Movement Science*, *78*. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2021.102805>

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., Altman, D., Antes, G., Atkins, D., Barbour, V., Barrowman, N., Berlin, J. A., Clark, J., Clarke, M., Cook, D., D'Amico, R., Deeks, J. J., Devereaux, P. J., Dickersin, K., Egger, M., Ernst, E., ... Tugwell, P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, *6*(7). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>

Neville, B. T., Murray, D., Rosen, K. B., Bryson, C. A., Collins, J. P., & Guccione, A. A. (2019). Effects of Performance-Based Training on Gait and Balance in Individuals with Incomplete Spinal Cord Injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *100*(10), 1888–1893. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2019.03.019>

Newell, K. M., Liu, Y.-T., & Mayer-Kress, G. (2001). Time Scales in Motor Learning and Development. *Psychological Review*, *108*, 57–82. DOI: 10.1037/0033-295x.108.1.57

Organización mundial de la salud. (2021). *Rehabilitación*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/rehabilitation>

Schöllhorn, W. I., Beckmann, H., & Davids, K. (2010). Exploiting system fluctuations. Differential training in physical prevention and rehabilitation programs for health and exercise. *Medicina*, 46(6), 635-73). <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20944444/>

Schöllhorn, W. I., Mayer-Kress, G., Newell, K. M., & Michelbrink, M. (2009). Time scales of adaptive behavior and motor learning in the presence of stochastic perturbations. *Human Movement Science*, 28(3), 319–333. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2008.10.005>

Seifert, L. (2012). Intentions, Perceptions and Actions Constrain Functional Intra- and Inter-Individual Variability in the Acquisition of Expertise in Individual Sports. *The Open Sports Sciences Journal*, 5(1), 68–75. <https://doi.org/10.2174/1875399x01205010068>

Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). PRISMA declaration: A proposal to improve the publication of systematic reviews and meta-analyses. *Medicina Clinica*, 135(11), 507–511. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>

Wulf, G., & Schmidt, R. A. (1997). Variability of practice and implicit motor learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 23(4), 987–1006. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.23.4.987>

