



TÍTULO

INTENSIDADES Y SU METODOLOGÍA EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON ESCOLARES REVISIÓN SISTEMÁTICA

AUTOR

Antonio Noel González Martínez

	Esta edición electrónica ha sido realizada en 2022
Tutor	Dr. D. Carlos Javier Berral de la Rosa
Instituciones	Universidad Internacional de Andalucía ; Universidad Pablo de Olavide
Curso	<i>Máster Oficial Interuniversitario en Actividad Física y Salud (2020/21)</i>
©	Antonio Noel González Martínez
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2021



**Atribución-NoComercial-SinDerivadas
4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)**

Para más información:

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.en>



INTENSIDADES Y SU METODOLOGÍA EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON ESCOLARES: REVISIÓN SISTEMÁTICA

Trabajo de Fin de Master presentado para optar al Título de Master Universitario en Actividad Física y Salud por Antonio Noel González Martínez, siendo el tutor del mismo el Dr. D. Carlos Javier Berral de la Rosa

Antonio Noel González Martínez

Málaga, a 27 de agosto de 2021

Visto Bueno del tutor

D. Carlos Javier Berral de la Rosa



MÁSTER OFICIAL INTERUNIVERSITARIO EN ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER CURSO ACADÉMICO 2020-2021

TÍTULO:

INTENSIDADES Y SU METODOLOGÍA EN EL ENTRENAMIENTO DE FUERZA CON ESCOLARES: REVISIÓN SISTEMÁTICA

AUTOR:

Antonio Noel González Martínez

TUTOR ACADÉMICO:

Dr. D. Carlos Javier Berral de la Rosa

RESUMEN:

Este trabajo responde a la necesidad del docente de Educación Física en Primaria de entender las posibles implicaciones para el alumnado de 6 a 14 años, referentes a qué intensidades, cargas y métodos aplicar en el entrenamiento de fuerza. Con ese objetivo, se ha llevado a cabo este trabajo de investigación por medio de una Revisión Sistemática cualitativa mediante la búsqueda de distintos descriptores en las bases de datos MEDLINE, WOS, Scopus, MEDES y LILACS. Una vez analizados y estudiados los artículos seleccionados, que han sido filtrados por los diez últimos años de publicación, cribados con una serie de criterios de inclusión y exclusión, y evaluada su calidad utilizando la escala PEDro; se concluye finalmente en la importancia de trabajar a altas intensidades el entrenamiento de pesas sin llegar a superar unos umbrales que puedan afectar al desarrollo motor del alumnado.

PALABRAS CLAVE:

Fuerza, Entrenamiento, Intensidad, Escolar

ABSTRACT:

This study responds to the Physical Education Teacher's need of understanding the possible implications for the students from 6 to 14 years old, referred to which intensities and loads apply in the muscle strength training. With this objective and by means of a qualitative Systematic Review, it has been carried away throughout the searching of different descriptions within the databases MEDLINE, WOS, Scopus, MEDES y LILACS. Once the selected articles have been analysed and studied -filtrated by the last ten years of publication, sifted by certain criteria of inclusion and exclusion and assessed their quality by using the scale PEDro- it has been concluded the importance of working in high intensities the weight training without reaching the threshold which can affect the students' physical development.

KEYWORDS:

Strength, Training, Intensity, Scholar,

AGRADECIMIENTOS:

Al Doctor D. Carlos Javier Berral de la Rosa por la tutorización al investigador en este trabajo, en la que ha compartido su experiencia, guiado con recomendaciones y claras directrices y sobre todo, por su paciencia, atención, preocupación, implicación y predisposición.

A todo el conjunto del profesorado que imparte este máster en Actividad Física y Salud, por la cantidad de saberes, conocimientos y competencias transferidas al autor de este trabajo, sin las cuales nunca podría haber realizado dicho trabajo de tamaño envergadura. Destacando, al ya citado D. Carlos Javier Berral de la Rosa y al profesor D. José Naranjo Orellana, por sus enseñanzas en las cuales se presentó al autor de este trabajo el hasta entonces desconocido campo de la investigación, y se propiciaron los conocimientos básicos y esenciales en el diseño de proyectos de investigación.

A mi familia, Antonio, Ana María, Miguel Ángel y especialmente María, por propiciar al investigador el mejor clima posible de trabajo, proporcionando todas las facilidades posibles, ayudándolo con sus impresiones, ánimos y apoyo en los momentos de dudas y, sobre todo, entendiendo la importancia de este trabajo y las repercusiones para el investigador.

Finalmente, en homenaje y agradecimiento al profesor y Doctor, D. José Antonio Villegas García, cuya fatídica muerte me entristeció en sobre manera y del cual mantengo en mi memoria su cercanía, simpatía, conocimientos y aura de sabiduría que me transmitió pese al corto contacto que tuve con él.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 JUSTIFICACIÓN	1
1.2 PROBLEMA DE ESTUDIO	2
1.3 ANTECEDENTES Y ESTADO ACTUAL DEL PROBLEMA	3
1.4 FUNDAMENTOS TEÓRICOS	5
1.5 OBJETIVOS	10
2. PACIENTES Y MÉTODOS.....	12
2.1 BÚSQUEDA INICIAL	12
2.2 BÚSQUEDA SISTEMÁTICA.....	13
2.3 BÚSQUEDA MANUAL	15
2.4 ARTÍCULOS SELECCIONADOS	16
3. RESULTADOS.....	18
4. DISCUSIÓN.....	28
5. CONCLUSIONES.....	35
6. BIBLIOGRAFÍA.....	36
7. ANEXO	44

1. INTRODUCCIÓN

El último informe acerca de la actividad física en los niños y adolescentes españoles [1] establece que solo en el intervalo entre el 27% y el 33% cumplen con las recomendaciones que proporciona la Organización Mundial de la Salud (OMS) [2] para un nivel de actividad física de moderado a vigoroso. Asimismo, siguiendo el estudio ANIBES acerca de encuestas sobre hábitos alimentarios y nutricionales [3], en torno al 50% de los individuos en edad escolar, invierten más de dos horas a realizar actividades totalmente sedentarias durante la semana, llegando a alcanzar porcentajes de hasta el 85% del tiempo que poseen en el fin de semana. Sobre este asunto, se ha evidenciado una clara proporción inversa entre la actividad física y la obesidad en los niños y jóvenes [4], lo permitiendo que esta patología se convierta en uno de los problemas de salud más relevantes de este siglo [5]. De igual modo, se evidencia que un nivel óptimo de condición física en la infancia acarrea múltiples beneficios tanto en niveles fisiológico, motores, como psicológicos [6]. Sin embargo, más de una quinta parte de los españoles posee un nivel bajo de condición física, lo que sustenta un claro riesgo cardiovascular [7].

1.1 Justificación

Una vez dejado claro la necesidad de potenciar la actividad física en los jóvenes, es en este paradigma donde la fuerza muscular se convierte en uno de los componentes más relevantes de la condición física, con una enorme incidencia positiva en la salud [8] y sobre el desarrollo motor y deportivo tanto a medio, como a largo plazo [9]. Y es que, ciertos estudios encuentran una alta correlación inversa de la fuerza con la grasa corporal y las enfermedades cardio-metabólicas, y una relación más que beneficiosa con la salud ósea y los estados psicológicos, donde se ha llegado a encontrar hasta una relación con el mejor rendimiento académico [10][11].

Por tanto, parece claro que promocionar la actividad física en los niños y adolescentes deba ser un eje central para la mejora de la fuerza [12]. Esta acción debería enfocarse en los colegios, ya que es el lugar donde niños y adolescentes pasan la mayor parte de su tiempo [13]. Es en este marco escolar donde la Educación Física tiene la herramienta adecuada para proponer situaciones motrices con el fin de mejorar las ganancias de fuerza

[14,15]. No obstante, existe una clara correlación de que el área de Educación Física contribuya a mejorar la aptitud cardiorrespiratoria [16], prevenir los factores de riesgo cardiometabólico [13], desarrollar habilidades motoras [17], y mejorar competencias cognitivas como pueden ser la memoria o la resolución de problemas [18] [19].

Pese a esto, los profesionales de la docencia encuentran dificultades a la hora de trabajar específicamente dicho incremento de fuerza en individuos en edad escolar. Por un lado, las recomendaciones pedagógicas van en contra de un entrenamiento específico de la fuerza y a favor del uso de patrones lúdicos para la mejora de la condición física de base, incluso se cree que el entrenamiento de fuerza dañará a los niños. [20, 21]. Sin embargo, existe evidencia científica que aboga por el entrenamiento específico de la fuerza, al igual que se hace el de la velocidad, resistencia o flexibilidad, como principal medio de mejora del rendimiento en la fuerza, incluso si se trata de individuos cuyo crecimiento y desarrollo no ha concluido, debido a que los métodos correctos de entrenamiento de fuerza desarrollan la fuerza muscular antes y durante la pubertad, más allá del crecimiento y desarrollo normales. [22, 23].

Luego, es aquí donde surge la necesidad de investigar la evidencia científica relacionada y por tanto, surge el problema de estudio que le da sentido a este trabajo.

1.2 Problema de estudio

Continuando con la justificación que motiva este trabajo, se encontró una necesidad de investigación que origina el problema de estudio de este trabajo. Este problema de estudio podemos definirlo como la necesidad de investigar todo lo referente al entrenamiento de fuerza en niños, y más concretamente para el interés del autor de este trabajo debido a su condición de maestro de Educación Física en Primaria, en niños con una edad en la que cursan la Educación Primaria, añadiendo un par de años más de margen superior debido a las posibles diferencias madurativas, y resultando en un intervalo de 6 a 14 años.

Concretando más en la definición del problema de estudio, no solo parece clara una necesidad de investigar en el entrenamiento de fuerza en niños desde los seis a los catorce años, sino sobre todo, resolver las dudas referentes a las cargas, intensidades, la posible aplicabilidad de cargas externas para el entrenamiento de fuerza (entrenar con pesas), los

diferentes parámetros o marcadores con los que evaluar y prescribir dichas intensidades y, finalmente, los métodos de entrenamiento más eficaces con los que poner en práctica dichas cuestiones.

Así pues, ¿cómo entrenar al alumnado para mejorar su fuerza?, ¿es posible realizar entrenamientos con pesas? ¿el método tradicional de entrenamiento en adultos, es posible adaptarlo para el alumnado? ¿con cuánta intensidad trabajar? ¿son mejores métodos de entrenamiento con el propio peso? ¿es más eficaz realizar juegos motivadores propios de Educación Física, pero con el objetivo de mejorar la fuerza? Estas preguntas serán las que se tomará como referencia a la hora de realizar este trabajo.

1.3 Antecedentes y estado actual del problema

En la formación del docente de Educación Física, como área específica en la Educación Primaria y por tanto, materia de enseñanza básica en la educación del alumnado, el docente está obligado a conocer todo lo relativo a las pedagogías y metodologías específicas de su especialidad. Si revisamos publicaciones claves y catalogadas como fuente de información básica y pedagógica para el docente de Educación Física, podemos observar como todas las orientaciones prescriben la mejora de fuerza del alumnado a través de juegos, de ejercicios que trabajan con el propio peso del alumnado o, con pesos extremadamente livianos. Y es que, el desarrollo sano del alumnado es esencial para una vida plena. Levantar cargas excesivas y, sobre todo hacerlo en gestos que impliquen demasiado momento de inercia para las palancas del alumno, por encima de la cabeza y sin un buen gesto técnico, puede lesionar o dañar dicho desarrollo [24].

Claro es, que la mejora de capacidades físicas y habilidades es factible teniendo en cuenta los momentos sensibles de desarrollo del alumnado, sin embargo, el propio desarrollo provoca por sí solo una mejora de la condición física [25]. Por ello, los docentes de Educación Física no solo debemos proporcionar el mayor repertorio motriz en cuanto a la maximización de la actividad física de la que hablamos previamente, sino también impulsar el desarrollo de habilidades y capacidades en fases sensibles, y el entrenamiento de fuerza es clave en este aspecto.

No obstante, existen numerosas peculiaridades referente a dicho entrenamiento con el alumnado de Educación Primaria. En torno al primer ciclo de Primaria (6-8 años), existe una maduración progresiva y estable que genera una edad crítica en el aprendizaje de nuevos movimientos gracias a la organización del esquema corporal, afirmación de lateralidad y mejora de la coordinación. [26]. Posteriormente y durante el segundo ciclo, de 8-10 años, donde se produce una maduración total del sistema nervioso y una estructuración definitiva del esquema corporal. Finalmente en el tercer ciclo (10-12 años), se acelera el ritmo de maduración con el inicio de la pubertad, convirtiéndose esta fase en una edad de oro de los aprendizajes y el control motor debido al perfeccionamiento perceptivo y mejora notable en coordinación y equilibrio.

Luego, siguiendo con dichas orientaciones madurativas, las directrices pedagógicas suelen recomendar un desarrollo indirecto de la fuerza a través de las habilidades y el esquema corporal con carácter lúdico y espontáneo en el primer ciclo, para aumentar en el segundo el trabajo de las habilidades y afianzar el esquema corporal para resolver problemas motrices, empezando a utilizar movimientos y entornos no habituales, llegando finalmente en el tercer ciclo, coincidiendo con la iniciación deportiva, a poder trabajar específicamente capacidades como la fuerza al culminar el desarrollo motor [27]. Por lo que comúnmente encontramos recomendaciones como trabajar siempre con autocargas y, hasta los 8 años desde juegos simples que favorezcan su desarrollo de forma indirecta, para posteriormente trabajar únicamente de forma directa con juegos lúdicos de empuje, tracción, arrastres, cuadrupedias, reptaciones, trepas... hasta poder añadir desde los 11 años, ejercicios de multisaltos o multilanzamientos. [28].

Sin embargo, esto colisiona con la evidencia científica más actual y que aboga por el entrenamiento específico de fuerza desde temprana edad y con pesos muy livianos. [29]. Pero por otro lado, nunca se define qué cantidades de peso definen como excesivas, qué ejercicios son prescriptibles y cuáles no. Además, si apartamos el ámbito escolar y centramos nuestra mirada en deportes como la halterofilia, es fácil descubrir cómo atletas de semiprofesionales, profesionales o incluso de élite empezaron desde muy tempranas edades realizando todo aquello que las publicaciones académicas y pedagógicas prohíben y desaconsejan.

Así pues, el entrenamiento de fuerza en niños, que es casi un tema “tabú” para los profesionales de la Educación Física, no es un tema investigado, controlado y que tenga todas las incógnitas despejadas para los docentes; oportunidad perfecta para que este

trabajo pueda aportar información o al menos, cuestionar ciertos protocolos de actuación y descubrir lagunas de información para futuras nuevas investigaciones.

Por ello, encontrando dicho problema de investigación y partiendo de dichos antecedentes, se busca información inicial sobre posibles revisiones sistemáticas que hayan investigado temas relacionados.

Es así que se toma como punto inicial la última revisión sistemática que más se acerca a dicho problema de investigación [30]. En ella se nos despeja que el entrenamiento con pesas es posible en jóvenes y hasta trasladable en niños. Si bien estudia una población diferente (adolescentes), ya cuestiona varias de las preguntas que se toman como referencia en este estudio. Sin embargo, aunque Singla, Hussain y Moiz dejan claro que la insuficiente cantidad de publicaciones que estudiaban dichas cuestiones a largo plazo y sus consecuencias en el desarrollo fue el grave problema al que se enfrentaron, lanzan un órdago a otros investigadores para continuar con el estudio de los métodos de entrenamiento en poblaciones jóvenes.

Por ello, en este estudio se tomará como referencia todo lo evidenciado por dichos autores y se continuará con las recomendaciones de seguir investigando en el entrenamiento de fuerza en menores.

1.4 Fundamentos teóricos

Siguiendo a autores referentes en el ámbito del entrenamiento [31], la fuerza se define como la capacidad de tensión muscular manifestada para contrarrestar una resistencia. Ésta, se puede categorizan de diferentes formas [32]:

- Según la relación con la masa del sujeto: distinguimos entre fuerza máxima, definida como la máxima cantidad de tensión que se puede ejercer, sin importar el peso del sujeto que la ejerce y, por otro lado, la fuerza relativa que compara la fuerza máxima con el peso del sujeto al calcularse tomando dicha cantidad de fuerza máxima y dividirla por el peso del sujeto
- Según la tensión mecánica y el estrés metabólico que se produce en el sujeto: distinguimos entre la fuerza máxima y por tanto a velocidades más lentas, la fuerza velocidad que se define como la superación de resistencias a máximas velocidades y que se divide en potencia (con cargas submáximas) y fuerza

explosiva, con cargas livianas (por ejemplo, golpear un balón); finalmente se destaca la fuerza resistencia o resistencia muscular como la oposición a la fatiga para superar dicha resistencia por tiempos prolongados.

En el alumnado de Educación Primaria, la fuerza puede verse condicionada por diversos aspectos que, a rasgos generales son [33]: el sexo, donde los chicos más fuertes por mayores niveles de testosterona, los niveles de coordinación intermuscular e intramuscular, los niveles de hipertrofia o aumento de la sección transversal del músculo, las cantidades de fibras tipo IIb, blancas o rápidas, mejor preparadas para la aplicación de fuerza, el tipo de contracción (con mayor fuerza en contracciones excéntricas y pliométricas, por los reflejos elásticos del músculo) o factores mecánicos como el tipo de palancas, brazo de potencia, momento de inercia, torque...y factores relativos a la masa del sujeto, ya que a mayor masa, mayor fuerza máxima y menor fuerza relativa.

Como dato específico, siguiendo varias publicaciones [34], esta cantidad de fuerza aplicable se puede modificar en un momento concreto con ciertas técnicas como la Inhibición Recíproca, que aumenta la fuerza hasta un 22% si justo antes se libera la fascia sobre la musculatura agonista y se realizar un trabajo con cargas máximas en la musculatura antagonista.

Por otro lado y referente a el desarrollo madurativo de la fuerza en el alumnado, entendemos que la fuerza es la capacidad física que menos está arrollada en Primaria, con los siguientes periodos diferenciales [35]: siempre unido al crecimiento físico hasta la pubertad, entre 10-14 años, los chicos aumentan su desarrollo debido a los altos niveles de testosterona para, posteriormente entre 14-16 años, producirse un alto crecimiento llegando al 85% de la fuerza total de un adulto medio. Es entre 16-20 años donde se completa dicho crecimiento muscular, produciéndose un descenso de entre el 10 y 15% entre los 30-35 años.

Ahora bien, si nos referimos a su entrenamiento, hay que entenderse dicho concepto como proceso ejecutivo y voluntario del actor motor (ejercicio físico), pero con una intencionalidad de mejora concreta [36]. Este entrenamiento se produce debido a la existencia de la adaptación, que es la modificación funcional en órganos y sistemas debido a la exigencia de estímulos sobre sus funciones, siendo el factor que posibilita el entrenamiento [37]. Para entender bien cómo funciona dicho proceso, es imprescindible

explicar el “Síndrome de Adaptación General de Selye”, donde ante cualquier estrés, el organismo responde adaptándose siguiendo siempre las siguientes fases:

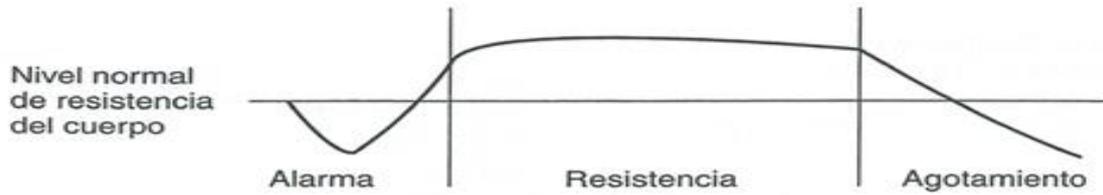


Figura 1.1: Modelo en tres etapas de la respuesta fisiológica a un acontecimiento estresante. Recuperado de [\[Referencia Cruzada\]](#)

- Fase de alarma: reacción espontánea y natural del organismo, donde encontramos una fase de fatiga o choque (el estrés provoca desordenes fisiológicos y psicológicos) y una fase de recuperación donde el organismo se ha adaptado a esos desordenes.
- Fase de resistencia: el organismo se prepara ante otro posible estrés, aumentando sus reservas.
- Fase de agotamiento: se agotan las reservas y el organismo vuelve a buscar su equilibrio eficiente (homeostasis).

Por otro lado, en palabras de Bompa y Buzzicelli [38]. Ozolín aprovechó el potencial de la fase de resistencia de la “Ley General de Adaptación”, ya que, encadenando estímulos bien coordinados se pueden alcanzar supercompensaciones o mejoras de nivel.

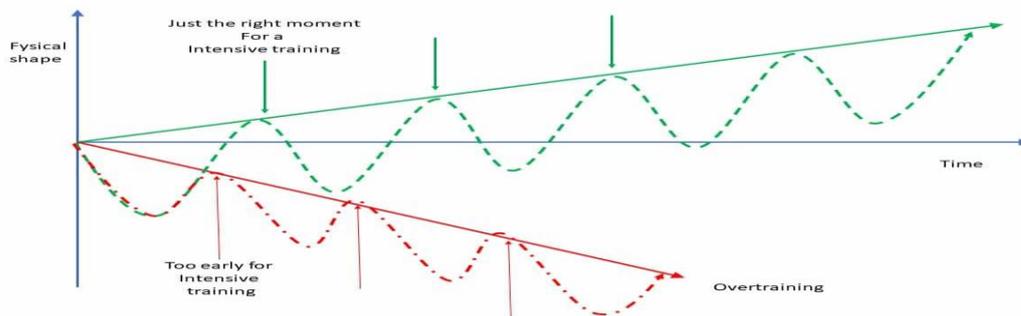


Figura 1.2: Supercompensación o Sobreentrenamiento encadenando estímulos de entrenamiento. Recuperado de [\[Referencia Cruzada\]](#)

Ahora bien, para generar dichas supercompensaciones, es muy importante conocer el tiempo de recuperación del sujeto, los estímulos que puede soportar o sus momentos de aplicación, ya que el nivel podría verse perjudicado o caer en un sobre entrenamiento.

En consecuencia de lo anterior, dependiendo de su nivel de entrenamiento y sus características personales, cada individuo posee unos niveles de tolerancia (umbrales) ante determinados estímulos, donde en función de la carga, puede ocasionar [39]:



Figura 1.3: Ley del umbral de Arnoldt-Shultz sobre las cargas del estímulo de entrenamiento. Recuperado de [\[Referencia Cruzada\]](#)

- Carga óptima (entre los umbrales de asimilación): el estrés es el óptimo para provocar adaptaciones.
- Carga débil: el estrés no crea desordenes en el organismo que le requiera obtener adaptaciones
- Carga excesiva: el estrés es excesivo haciendo que la fase de choque se acentúe y tras su dura recuperación no se generen adaptaciones.

Y es que, se entiende carga como nivel de estrés en el organismo que provoca dicho estímulo y esta variará en función de los siguientes componentes[39, 40]:

- Intensidad: porcentaje sobre la resistencia máxima que un individuo puede soportar. Por ejemplo, cantidad de peso, velocidad de carrera...
- Volumen: cantidad de trabajo total de la sesión. Por ejemplo, las repeticiones totales, tiempo total...
- Frecuencia: proporción trabajo-descanso.



Figura 1.4: Factores en la carga del estímulo. Elaboración propia.

Es importante aclarar que, siguiendo con la “Ley de Arnodt-Shultz”, se debe encontrar un correcto balance entre dichos componentes. Ejemplo: a mayor intensidad, menor frecuencia y volumen.

Finalmente, para guiar el entrenamiento de fuerza en los niños, hay que entender los principios básicos del entrenamiento y que, de esta forma, se produzcan adaptaciones positivas en el organismo [41, 42, 43]. Son los siguientes:

- Transferencia: un estímulo para un objetivo concreto puede provocar transferencias positivas o interferencias en otros sistemas
- Unidad Funcional: todos los sistemas se encuentran afectados en mayor o menor medida ante un estímulo
- Entrenabilidad: existe un límite de mejora, ya que conforme aumenta el nivel de entrenamiento, al organismo le cuesta generar adaptaciones
- Multilateralidad y Especificidad: un entrenamiento óptimo debe haberse creado desde una base general y multilateralidad evolucionando progresivamente hacia una especialización en objetivos concretos.
- Variedad: ya que el organismo acaba generando cierta tolerancia a cierto tipo de estímulos.
- Individualización: cada sujeto, por sus características, responde de forma diferente ante un mismo estímulo.
- Continuidad, frecuencia de Burke y repetición Ozolín: para que las adaptaciones a los estímulos no desaparezcan
- Periodicidad y recuperación: planificando la distribución de cargas, tipos de estímulos y descansos
- Progresión o gradualidad de Harre: con aumentos progresivos de la carga de estímulo

Si se han cumplido todos estos principios y teniendo en cuenta las leyes explicadas con anterioridad, nos encontraremos ante un entrenamiento de la fuerza adecuado, adaptado y eficiente para el alumnado. Y es que, si todo ello se cumpliera, se podrían obtener innumerables beneficios asociados a dicho entrenamiento, entre los que se destacan [44]:

- En el sistema óseo-articular: aumenta la osificación, el espesor del cartílago y la flexibilidad de las articulaciones
- En el sistema muscular: contracciones más rápidas y duraderas, hipertrofia y aumento de la fascia, la mioglobina y cantidades de glucógeno
- En el sistema cardio-circulatorio: aumentan las paredes del corazón y el volumen de las cavidades, mejorando en eficiencia y disminuyendo el pulso basal
- En el sistema respiratorio: mayor economía y eficiencia al aumentar el volumen de consumo de oxígeno.
- En el sistema nervioso: mayor rapidez en la conducción de estímulos y eficiencia en la tarea al reducirse el número de movimientos requeridos
- En otros sistemas: mejora el funcionamiento del hígado, riñones, glándulas endocrinas...aumenta las capacidades defensivas (leucocitos y linfa), disminuye el porcentaje de grasa corporal, etc.
- En aspectos psicosociales: mejora las interconexiones neuronales, la concentración, elimina las tensiones, mejora la participación, integración...

Finalmente, una vez contextualizado este trabajo con todos los aspectos teóricos relacionados con la fuerza y sus peculiaridades en su entrenamiento, es momento de continuar con los objetivos que se marcarán en esta revisión sistemática.

1.5 Objetivos

- a) General: analizar estudios en los que se han desarrollado programas de intervención con individuos en edad de la escuela primaria con el objetivo de incrementar la fuerza muscular en niños y adolescentes y sus implicaciones con respecto a la intensidad y sus métodos de entrenamiento.
- b) Específicos: conocer las características de estas intervenciones, evaluar su efectividad y las implicaciones para su desarrollo como docente de Educación Física de:
 - La intensidad adecuada en el entrenamiento con pesas específico para la mejora de la fuerza

— los métodos de entrenamiento aplicables con respecto a las intensidades en el entrenamiento de fuerza

2. PACIENTES Y MÉTODOS

En este trabajo se ha llevado a cabo una Revisión Sistemática Cualitativa de toda la literatura científica publicada en materia de la intensidad en el entrenamiento de fuerza en individuos en edad escolar. Para la elaboración de dicha revisión sistemática, se han seguido las directrices de la declaración PRISMA [45].

Por otro lado, es importante destacar que cada una de las referencias de la bibliografía se han expresado según el estilo Vancouver y con una referencia cruzada para poder acceder a dichas referencias en caso de que fuese necesario.

A continuación, se detallará el proceso de elaboración llevado a cabo en cada una de sus distintas fases:

2.1 Búsqueda Inicial

Las primeras búsquedas se realizaron en mayo de 2021 combinando los términos “strength”, “training” y “children” en las diferentes bases de datos utilizadas. Con estas búsquedas, se obtenía la gran base de la evidencia científica relacionada, sin embargo, podía ocurrir que quedara un tanto sesgada si dejaba pasar por alto ciertos registros que estudiaran aspectos muchos más concretos pero que, sin embargo, ayudasen a definir las posibles conclusiones de dicho trabajo. Por ello y para solventar dicha cuestión, se amplió con una combinación de términos que guiados por la herramienta tesaurus “Medical Subject Headings: MeSH 2021” de la base de datos “MEDLINE” y usando los operadores booleanos “AND” y “OR” según conviniera, se establecían una serie de términos tanto en inglés como en castellano desde el diccionario de descriptores “DeCS”, al mismo tiempo que eliminara dicho posible sesgo, estableciera el mejor panorama posible para realizar esta revisión sistemática.

Sin embargo, estas búsquedas arrojaron tal cantidad de registros, bastantes de ellos repetidos o poco útiles para la revisión, que dicho trabajo resultaba totalmente inabarcable para un solo investigador. Es por ello que tras estas primeras búsquedas, poco a poco se fue concretando en la temática a la que dar respuesta, a la vez que en la definición de los objetivos y por tanto, la búsqueda sobre la que guiar dicho trabajo.

Por otro lado, solo se encontró una revisión sistemática que tratara el entrenamiento de fuerza en escolares, sin embargo, lo hace comparando ciertos métodos específicos de entrenamiento, sin establecer relaciones de intensidad o conclusiones claras y evidentes sobre la temática de esta revisión [46].

2.2 Búsqueda Sistemática

Ahora sí, con unas pautas más claras, factibles y mejor guiadas, la búsqueda sistemática se inició a finales de mayo de 2021 en las diferentes bases de datos escogidas. Como bases de datos, se ha querido establecer una buena variedad que pueda arrojar el mayor número posible de artículos de calidad, por lo que se ha escogido varias de las mayores bases de datos de citas y resúmenes de bibliografía revisada por pares como “Scopus” y “Web of Science”. Además, para complementar la “Core Collection” de “Web of Science”, se ha añadido “MEDLINE” por ser una de las más grandes y destacadas en el ámbito médico internacional, “MEDES” por su selección de revistas española y “LILACS” (dentro de la red “BVS”) por añadir una gran multitud de revistas publicadas en América Latina y el Caribe.

La combinación de términos que arrojó mejores resultados en las diferentes bases de datos fue la siguiente: (((Strength Training OR weight training OR weightlifting OR Functional training OR freeweight training OR crosstraining OR Entrenamiento de fuerza) AND (muscular strength OR muscular fitness OR fuerza OR musculación)) AND (Intensity OR Heavyness OR Work Load OR Training load OR RM OR maximum repetitions OR Intensidad Dureza OR Carga OR Cargas OR Repeticiones)) AND (Child OR Children OR Teen OR Teens OR Infant OR Schooler OR School OR Early Adolescent OR Early Adolescents OR Niño OR Niños OR Escolar OR Adolescente OR Colegio OR Escuela). Como filtros, se limitó dicha búsqueda a publicaciones en los últimos diez años, tanto en inglés como en castellano y con acceso a texto completo.

Se obtuvieron un total de 2.357 resultados provenientes de “Scopus” (n = 1), de “Web of Science” (n = 73), de “MEDLINE” (n = 2.212), de “MEDES” (n = 1) y de “LILACS” (n = 70), que fueron posteriormente cribados a través de los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión

- Artículos publicados en inglés y español con acceso a texto completo.
- Artículos publicados en los últimos diez años
- Tratarse de investigaciones empíricas y no de revisiones, estudios de caso único, libros, manuales, artículos de opinión, actas de congresos y editoriales.
- Con intervenciones aleatorizadas o no aleatorizadas que compara un grupo experimental con al menos un grupo de control o un segundo grupo experimental.
- Intervenciones en individuos en edad correspondiente a la Educación Primaria (6 – 14 años) sin patologías ni discapacidades.
- Intervenciones llevadas a cabo durante al menos cuatro semanas.
- Intervenciones donde se evaluó la mejora de la fuerza.

Criterios de exclusión

- Intervenciones donde la mejora de la fuerza no fuese un objetivo principal o secundario
- No se evalúa correctamente si dicha intervención ha proporcionado o no mejoras en la propia fuerza
- Intervenciones que incluyen cambios nutricionales
- Intervenciones que incluyen cambios metodológicos (si la intervención se produce en el centro educativo durante el horario escolar)
- Intervenciones donde no se analiza de alguna forma las intensidades entre ambos grupos o los métodos sobre el trabajo de dichas intensidades.
- Intervenciones con sujetos élite o profesional en algún deporte

Según estos criterios, y sólo con la lectura del título, se consideraron adecuados 292 artículos (tras eliminar 57 duplicados entre las diferentes bases de datos). Posteriormente, se procedió a leer el resumen y, con nueva información a partir de esa lectura, se descartaron 251, principalmente por centrarse en poblaciones con diferente rango de edad (n = 97), aunque también por no tratarse de estudios empíricos (n = 54), por estudiar poblaciones con ciertas enfermedades, trastornos, discapacidades o afecciones (n = 41), por no estudiar las mejoras de la fuerza (n = 33), por centrar el entrenamiento de fuerza

en otros objetivos como respuestas endocrinas, testosterona en sangre, flujo, sobrepeso, rehabilitaciones...y no en la propia fuerza (n = 18) y, finalmente por trabajar con élites deportistas (n = 8).

A continuación, realizamos un nuevo cribado para ver la adecuación de los 41 artículos preseleccionados por medio de la lectura de texto completo. Es en este proceso donde realmente entendemos la metodología, la posible incidencia o no de evaluar la fuerza y su trabajo de intensidades, los grupos de intervención...que nos ratifique con total certeza si cumplen con los criterios de inclusión y exclusión para ser los artículos finalmente seleccionados. Tras leer los textos completos, se rechazaron 27 artículos por no analizarse, compararse o detallar la intensidad en los entrenamientos de fuerza (n = 18), por no establecer comparaciones entre el grupo de intervención y, al menos otro (n = 5), y finalmente por no evaluar las posibles mejoras en la propia fuerza (n = 4).

2.3 Búsqueda Manual

Tras haber preseleccionado los 41 estudios potenciales, y tras su lectura en profundidad, basándonos en sus referencias, se incluyó un nuevo artículo que además de aparecer citado y tener un título que bien podía encajar en la propia temática de la revisión, tras leerse al completo, se comprobó que cumplía con los criterios de inclusión y, por tanto, debía incluirse como artículo seleccionado.

Por último, se utilizó “Google Scholar” y, de nuevo, las bases de datos utilizadas previamente con distintas combinaciones sobre los términos de búsqueda mencionados al principio. De esta forma se podía comprobar si con dichos filtros se estaba omitiendo algún artículo que bien debiera de incluirse. Estas búsquedas revelaron dos nuevos estudios, de los que solo uno cumplía la totalidad de los criterios de inclusión y exclusión

Así pues, con estas búsquedas manuales se han obtenido dos nuevos artículos que deben ser seleccionados

2.4 Artículos seleccionados

Finalmente, 16 artículos cumplieron los criterios de inclusión y se seleccionaron para llevar a cabo la revisión sistemática. Todos ellos señalaban o evaluaban cómo afecta la intensidad o los métodos en los que se lleva a cabo ésta en el entrenamiento de fuerza con el objetivo principal o secundario de mejorar la fuerza o evaluar sus posibles cambios.

En la mayoría se estudian diferentes intervenciones y se comparan para establecer relaciones ($n = 9$), el resto utiliza un grupo de control como comparación ($n = 7$). Por otro lado, hay artículos que estudian diferentes variables de la intensidad ($n = 5$), varios que establecen cómo planifica dichas variables ($n = 2$), otros que comparan la intensidad según la edad o experiencia ($n = 2$), y bastantes que utilizan diferentes métodos para establecer parámetros de intensidad relacionados con las ganancias de fuerza ($n = 7$). Dicho proceso, queda reflejado en el siguiente diagrama de flujo [figura 2.1]

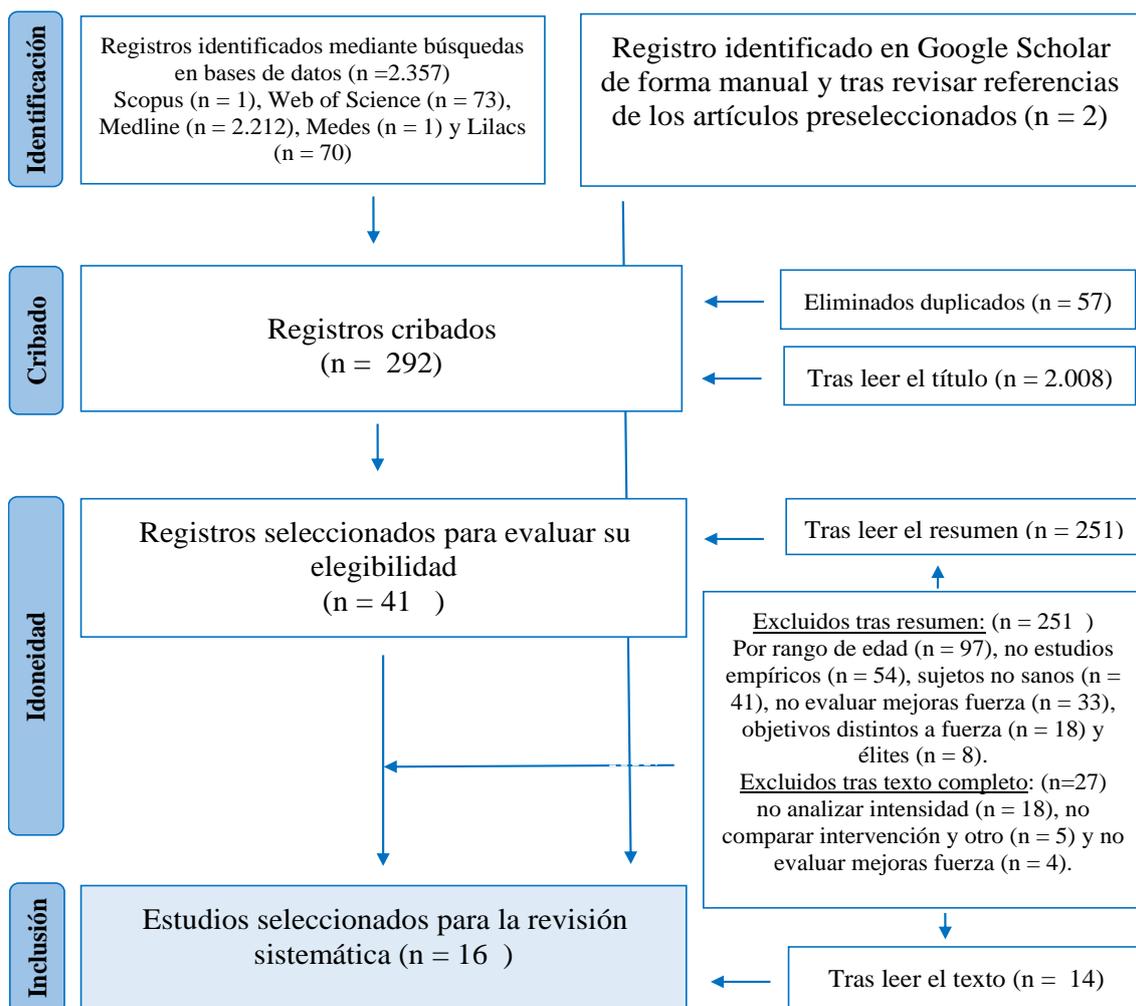


Figura 2.1: Diagrama de flujo PRISMA. Elaboración Propia

En cuanto a la calidad metodológica de los estudios, es importante destacar que se evaluó con la escala PEDro, a través de la evaluación del posible cumplimiento de los 11 criterios propios de la escala [Anexo 1]. De esta forma, cuanto más alta puntuación se obtenga, mayor calidad metodológica poseen dichos estudios.

Finalmente, para la elaboración de este trabajo, se han seguido las normas del Máster, así como el estilo Vancouver para aquellos aspectos no incluidos en las anteriores normas.

3. RESULTADOS

El análisis que se llevará a continuación sigue el orden que se ha considerado como más pertinente para facilitar la comprensión e integración de los resultados; empezando así por diferentes formas de comparar niveles de intensidad, continuando por diferentes métodos para transmitir dichas formas de intensidad y terminando por planificar las intensidades en el entrenamiento de fuerza.

Peso levantado

La intensidad en el entrenamiento de fuerza comprende muchas variables. Siguiendo con los resultados obtenidos de la propia revisión sistemática destacamos las evidencias resaltadas tanto por el trabajo de Steele et al., como por el trabajo de Assunção et al. en referencia ambos, a la carga más eficiente, o los pesos con los que trabajar. [46] [47]. En dichos trabajos, se compara el entrenamiento de fuerza a altas cargas con 4-6 RM (Repeticiones Máximas), referido por los autores como el máximo peso a levantar como para poder hacer entre de cuatro a seis repeticiones máximas, junto al entrenamiento de fuerza a bajas cargas con 12-15 RM en niños de 12 a 14 años; ambos con los mismos ejercicios básicos como prensa de piernas, press de banca, aberturas con mancuernas, diferentes remos y jalones o ejercicios de abdominales. Con dichas intervenciones en torno a 9 semanas se demuestra que las mejoras de fuerza y los aumentos en la masa muscular son similares, tanto con altas cargas de peso como con bajas; sin embargo, el peso máximo posible a levantar en un ejercicio (trabajo a 1RM) se encuentra un trabajo más eficiente en el grupo que trabaja a cargas más altas. De igual forma, la potencia parece ser mejor beneficiada a altas cargas que a bajas. Esto no ocurre con la resistencia muscular (el aguante del músculo ante la fatiga del ejercicio) y el rendimiento propio de gestos deportivos, que se ve más beneficiado con entrenamientos a baja intensidad.

Frecuencia Cardíaca

Gelabert, Montaner y Palou [48], miden la intensidad a partir de la Frecuencia Cardíaca de alumno, donde a través de evaluar dichas frecuencias durante las sesiones de EF, establecen el entrenamiento al 70-80% de la Frecuencia Cardíaca Máxima y recuperaciones activas al 50-60% de individuos de 11 y 12 años de edad, encuentran

mejores resultados en ganancias de fuerza y potencia, si entrenan mediante un entrenamiento interválico con pesas que si lo hacen desde los propios juegos de EF orientados para dicho fin.

Escala de Borg

Otro medio de control de la intensidad es el que desarrollan los autores López-Sánchez et al. [49], en su investigación, donde por medio de la escala de esfuerzo percibido de Borg, controlan las diferentes intensidades por medio del feedback verbal expresado por los propios escolares (de 10 y 11 años) en torno a ejercicios en diferentes niveles de intensidad (del 1 al 4); encontrando aquí evidencias sobre mayores niveles de fuerza máxima y fuerza relativa, en intervenciones a intensidades más altas (niveles 3 y 4).

Compromiso Motor

Si entendemos al compromiso motor, como el tiempo total en el que un individuo está en movimiento, y entendemos a su vez que ejercicios con mayor compromiso motor provocará mayores desgastes, establecemos que el Compromiso Motor es otro medio para controlar la intensidad en el entrenamiento de fuerza, tal y como hacen los autores Rosegren et al. [50]. Dichos autores comparan de esta forma dos intervenciones que realizan intervenciones diferentes en intensidades durante un año, evaluando diferentes aspectos relacionados con el entrenamiento de fuerza en estas intervenciones y a los 4 años de realizarlas. Los propios investigadores encuentran que el entrenamiento a intensidades mayores se relaciona con mayores niveles de fuerza, al mismo tiempo que pasados cuatro años evidencian también mayor contenido y densidad ósea y mejoras mucho más significativas en las ganancias de fuerza en niños de 6 a 9 años (se da con algo más de incidencia en varones).

Influencia en la edad

Otro aspecto importante, es cómo afecta la edad a la tolerancia de las distintas intensidades, siendo esto lo que precisamente estudian Meylan et al. [51]. Encontrando dichos autores que en ejercicios de movimientos fundamentales de pesas para individuos

de 11-15 años divididos en tres grupos, el aumento de fuerza a 1RM se da de forma más clara entre los 14 y 15 años y la fuerza máxima con intensidades generales parece disminuir en niños de 11-13 años, estancarse a los 13-14 años y mejorar a los 14-15 años. Además, si analizan el entrenamiento de fuerza a altas intensidades, se denota mejores ganancias de velocidad entre los 13 y los 15 años, al mismo tiempo que una fuerza relativa mayor desde los 11 a los 14 años, que se estanca en cierta medida a los 15 años de edad.

Importancia de la experiencia

Burt et al. [52], analizan a sujetos de 8 y 9 años de edad con y sin experiencia en gimnasia y establecen entrenamientos con levantamientos olímpicos de altas cargas. Encuentran que una intensidad alta acompañado de un volumen de 12 horas semanales y que puede tolerarse en sujetos con una experiencia previa de tres años de entrenamiento, ayudando a mejorar sus niveles de fuerza y potencia. Sin embargo, un entrenamiento con alta intensidad y volumen de 3 horas semanales para individuos con la misma experiencia de tres años, mejora de forma similar la fuerza ósea y sus niveles de masa, aunque empeora un 4% más con respecto al anterior grupo. Los sujetos sin experiencia no obtienen tantos beneficios como los grupos anteriores.

Planificación de las intensidades

Palma-Muñoz et al. [53], encuentra en su estudio que una intervención con planificaciones que progresan en intensidades cada vez más altas, obtiene una 2.8 veces mayor eficacia del entrenamiento con mayores beneficios en fuerza máxima, potencia y en diferentes saltos, con respecto al grupo que no incrementa su intensidad.

Sin embargo, a la hora de planificar el progreso de estas intensidades, Jaimes et al. [54] evidencia que una planificación con 6 niveles de entrenamiento, aunque se obtienen similares mejoras en la fuerza máxima, la periodización ondulante tiene menores niveles de estrés, diferentes picos de forma, mejor potencia máxima y mayores adaptaciones a medio-largo plazo en individuos de 8 a 10 años.

Métodos con los que trabajar las diferentes variaciones de la intensidad

Sierra-Ríos et al. [55], en su estudio con diferentes intervenciones durante 7 semanas con niños de 9 años, encuentra que un entrenamiento Tabata HIIT con ejercicios típicos de CrossFit al 70-80% de la frecuencia cardíaca máxima obtiene mejores ganancias de fuerza máxima, fuerza-velocidad y niveles más saludables de frecuencia cardíaca media, que al trabajar esa intensidad del 70-80% de la FCMáx desde juegos con el objetivo de la ganancia de fuerza aunque al principio de la intervención, se soporta mejor dichas intensidades que con el grupo con trabajo CrossFit.

También analizando los juegos con similares objetivos, Maclennan et al. [56], evidencia que se reclutan menos unidades motoras, no se mejora tanto la fuerza concéntrica voluntaria y se obtiene similares picos de fuerza con electroestimulación que si se trabaja a esa misma intensidad del 70-80% de la FCMáx con ejercicios de pesas para individuos de 11-13 años y durante 16 semanas.

Por otro lado, comparando el entrenamiento de calistenia durante 12 semanas con niños de 10 a 12 años y con intensidades de 2x 8-12 RM hasta 3x 8-12 RM, se mejora la fuerza en ejercicios de flexiones y dominadas (sobre todo en mujeres), con similares resultados en masa muscular y saltos, pero con peores marcas en el sprint, que si se trabaja con juegos con un compromiso motor muy alto, tal y como describen Santos et al. [57],

Para Krishnan y Arumagan [58], en su estudio de 12 semanas con niños de 14 años, se divide el trabajo de fuerza en tres grupos (E1 con trabajo de calistenia a 8-12 repeticiones y cargas del 50 al 70% del RM, E2 con pesas y misma metodología, y el Grupo de Control, que no entrena) y encontrando que hay mayores niveles de fuerza en el grupo E2 que en el E1 y sobre todo el GC. Sin embargo, si hablamos de potencia y masa muscular se encuentran mejoras similares entre los dos grupos de control y una mayor resistencia muscular en el grupo con trabajo de calistenia.

Pichardo et al. [59] estudia las diferencias entre un grupo de sujetos de 12-14 años que trabaja una intervención de pliometría y pesas desde el 8-20RM hasta el 2-5RM durante 11 meses, de otro similar pero con un trabajo de pliometría y fuerza sin el uso de pesas. Encuentra que la masa muscular del primer grupo aumenta entre 3.8 y 11.2 kg, mientras que en el grupo sin pesas lo hace con aumentos de entre 2 y 10.4 kg. Si hablamos de mejoras de fuerza, se da claramente con mayor incidencia en el primer grupo aunque con unos resultados en velocidad similar o algo mayores en el segundo grupo. Por otro

lado, en cuanto a la adherencia al entrenamiento, se encuentra que el grupo con pesas desde el 8-20RM hasta el 2-5RM se da al 85.2% mientras que con el grupo que entrena sin pesas, lo hace con el 84.3%.

Qi et al. [60], a su vez, divide su estudio en una intervención de 12 semanas con niños de 8-12 años que se dividen en un grupo con entrenamiento de pesas evolucionando desde el 70% de RM hasta el 80% y otro que lo hace sin pesas, pero evolucionando en tiempo bajo tensión. Dichos investigadores descubren que la fuerza máxima, la potencia y los saltos se dan en mayor medida en el primer grupo, mientras que en el segundo se mejora la fuerza velocidad y se producen mejores resultados en el porcentaje de grasa corporal y niveles de IMC.

En un entrenamiento a tres series de 12, 10 y 8 RM respectivamente durante 12 semanas con niños de 10 a 12 años y con el aumento de cargas progresivo, se divide dicha intervención en un grupo con trabajo de levantamientos olímpicos, otro con trabajo pliométrico, un tercero con entrenamiento típico de pesas y un último que no entrena, se establecen los siguientes resultados según sus autores Chaouchani et al. [61]:

- El rendimiento es mayor en el grupo con levantamientos olímpicos que en el de trabajo pliométrico. El de pliometría mejor que el del trabajo tradicional de pesas; y éste a su vez mejor que el grupo de control que no entrena
- La potencia tiene grandes mejoras, pero leves si las comparas entre grupos. Con mayores resultados el grupo de entrenamiento olímpico, luego el pliométrico, posteriormente el que trabaja con pesas de forma tradicional y en último lugar el que no entrena, que no mejora su potencia
- La fuerza y su ganancia se da de formas más efectivas y con más niveles en el grupo con levantamientos olímpicos. Muy cerquita de sus niveles está el grupo con el entrenamiento de pesas y, de forma más retrasada el grupo que trabajo con movimientos pliométricos.

A continuación, como síntesis de los resultados de los estudios seleccionados para esta revisión sistemática, se expone la siguiente tabla: [Tabla 3.1]

CARACTERÍSTICAS Y RESULTADOS DE LOS ESTUDIOS SELECCIONADOS

Muestra		Metodología	Resultados
Assunção et al. [47]	9 sem con 45 (26M y 19H) 13-14 años no Exp	Prensa, ext rodilla, press banca, jalón, remo, crunch , leg raise y aberturas. (E1: 2x 4-6 RM) (E2: 2x 12-15 RM) (GC: nada)	F. Máx (E1=E2>C) Cambios: (E1: ↑1RM) y (E2: ↑ TUT=R.Muscular)
Burt et al. [52]	4 semanas con 88M de 8-9 años y Exp en gimnasia	Entreno olímpico alta intensidad (E1: 3.1 años exp y 12h/s) (E2: 2.7 años Exp y 3 h/s) (C: no entrena)	F. Ósea (E1=E2>C) Masa Ósea (E1=E2>C) F/peso (E1 4%> E2>>C) Masa Musc (E1=E2>C)
Chaouchani et al. [61]	12 semanas con 63 de 10-12 Exp judo-lucha	3x 12,10,8 RM (E1: olímpicos) (E2: pliométrico) (E3: entrenamiento tradicional resist) (C: nada)	Rendimiento (E1>E2>E3>C). Potencia (E1≥E2>E3>C). Fuerza (E1≥E3>E2>C)
Gelabert, Montaner y Palou [48]	7 semanas con 56 (26M y 30H) de 11-12 años no Exp	(E: juegos HIIT 70-80 % FCM y recup 50-60%FCM) (C: dinámica habitual de juegos en EF)	Fuerza (E>C) Potencia (E>C) Aeróbico (C≥E) IMC (C>E)

Jaimes et al. [54]	16 semanas con 39 de 8-10 años Exp en skate	Pesas a 6 niveles de intensidad en RM, descanso y Cargas (E: progresión lineal 1-6) (C: progresión ondulante 1-2-1-2-3-4-2-3-4-3-4-5-6-4-5-6-6)	F.máx: (E=C) Potencia: (E>C) Estrés (C>E) Cambios: diferentes momentos de pico-forma y E mejor adaptado medio-largo plazo
Krishnan y Arumugan. [58]	12 semanas con 45 de 14 años no exp	(E1: calistenia 8-12 RM 50-70% en función ejerc) (E2: mancuernas 8-12RM 50-70% siempre) (C: no entrenaba)	F. Máx: (E2>E1>C) Potencia: (E1=E2>C) R. Musc: (E1>E2>C) M. Musc: (E1=E2>C)
López-Sánchez et al. [49]	12 semanas con 108 (48M y 60H) de 10-11 años no Exp	(E: juegos fuerza alta intensidad y mayor Compromiso motor) (C: juegos de fuerza moderada intensidad)	Intensidad (E= 3-4 Borg y C=1-2 Borg) F.Máx (E>C) F/peso (E>C) M. Musc (E=C) IMC (C>E)
MacLennan et al. [56]	16 semanas con 36 de 11-13 años no Exp	Ejercicios fuerza-potencia tren inferior (E: pesas concéntrico 70-80%RM) (C: juegos de fuerza EF 70-80% FCM)	F.concéntrica volunt (E>C) F. concéntrica electro (E=C) Pico de torque 60° (↓ E y C) Unidades motoras reclutadas (E>C)

<p>Meylan et al. [51]</p>	<p>8 semanas con 38 de 11-15 años no Exp</p>	<p>Mov fundamentales: zancadas, buenos días, sentadillas, hip thrust, deadlift... con aumentos de carga e intensidad en 4 niveles (E1: 11-13 años) (E2: 13-14 años) (E3: 14-15 años)</p>	<p>1RM: (↑E1, ↑E2, ↑E3) P.Máx: (↑E1, ↑E2, ↑E3) F.Máx: (↓E1, =E2, ↑E3) V. Máx (↑E1, ↑E2, ↑E3) F/VMáx (↑E1, ↑E2, =E3)</p>
<p>Palma-Muñoz et al. [53]</p>	<p>6 semanas con 22 hombres de 11-15 años Exp 4 años baloncesto</p>	<p>Entrenamiento pliométrico tren inferior (E1: progresivo en vol e int) (E2: no progresivo en vol e int) (C: entreno de baloncesto)</p>	<p>Eficiencia de entrenamiento: (E1 2.8 veces > E2>C) Potencia: (E1>E2>C) Saltos (E1>E2>C) F. Máx: (E1>E2>C)</p>
<p>Pichardo et al. [59]</p>	<p>11 meses - 59 de 12-14 años no Exp</p>	<p>(E1: Pliometría + Fuerza con pesas: Clean, Snatch, Deadlift, Sentad, Push, Pull a 8-20 RM → 2-5 RM) (E2: Pliometría + Fuerza sin pesas: sentadillas, planchas, flexiones...)</p>	<p>M. Musc: (E1: ↑ 3.8-11.2Kg) (E2: ↑ 2-10.4 kg) Adherencia Entreno: (E1:85.2%) (E2: 84.3%) ↑ Fuerza (E1>E2) ↑ Vel (E2≥E1)</p>
<p>Qi et al. [60]</p>	<p>12 semanas con 11 de 8-12 años no Exp</p>	<p>(E1: pesas evolucionando 70%-80% RM) (E2: sin peso, sentadillas, planchas, flexiones...evolucionando en TUT)</p>	<p>F. Máx (E1>E2) P.Máx saltos (E1>E2) F. Velocidad (E2>E1) ↑%Grasa-IMC (E2>E1)</p>

Rosengren et al. [50]	1 año con 124 de 6-9 años (58M y 66H) no Exp (medido al momento y +4 años)	(E: programa específico de AF con intensidad, volumen y frecuencias más altas) (C: actividad física normal en un centro escolar) Intensidad = Compromiso Motor	<p><u>Finalizar:</u> ↑Contenido Óseo: (E=C) ↑Densidad Ósea (E=C) Fuerza: (E>C) No diferencia en sexos (H=M)</p> <p><u>+ 4 años:</u> ↑Contenido Óseo: (E>C) ↑Densidad Ósea (E>C) Fuerza: (E>>C) Diferencia en sexos (H>M)</p>
Santos et al. [57]	12 semanas con 40 (20M-20H) no Exp	(E: calistenia 2x8-12 RM hasta 3x8-12RM) (C: juegos de fuerza ↑ Compromiso Motor)	<p>Flexiones y Dominadas: (↑E donde M>H)</p> <p>Sprint: (↑C, ↓E). Masa: (E=C) Salto: (E=C)</p>
Sierra-Ríos et al. [55]	7 semanas con 55 de 9 años no Exp	(E: Tabata HIIT CrossFit 70-80% FCM) (C: juegos de fuerza 70-80% FCM)	<p><u>Al principio:</u> Soporte Intensidad (C>E) P. Máx (C>E) F. Máx (E=C)</p> <p><u>Al final:</u> F.Máx (E>C) P. Máx (E>C) FC.Media (E>C) Vel (C>E)</p>

Steele et al. [46]	9 semanas con 33 (16M-17H) de 12-14 años no Exp	Prensa, press banca, aberturas, remos, crunchs...(E1: altas cargas 4-6 RM) (E2: bajas cargas 12-15 RM)	F. 1RM (E1>E2) Fuerza (E1=E2) P. Máx (E1>E2) R. Musc (E2>E1) M. Musc (E1=E2) Rendimiento (E2>E1)
<p>Glosario: RM=Repetición Máxima F. Máx=Fuerza Máxima. P. Máx=Potencia Máxima. Vel=Velocidad. F/peso= Fuerza Relativa. F/Vel= Fuerza Velocidad. M=Mujeres. H=Hombres. ↑= Mejoras ↓= Disminución ↑=leve ↑=media ↑=grande. R.Musc= Resistencia Muscular. M. Musc= Masa Muscular. TUT=T tiempo bajo tensión. FC= Frecuencia Cardíaca. IMC=Índice Masa Corporal. > = Mayor que. < = Menor que. Vol= Volumen. Int=Intensidad.</p>			

Tabla 3.1: Características y resultados de los estudios seleccionados a modo de guía y resumen para su comparación y análisis posterior.

Elaboración Propia.

4. DISCUSIÓN

En primer lugar y contextualizando los objetivos planteados en esta Revisión Sistemática Cualitativa, una vez obtenidos los resultados de los estudios seleccionados, es momento de analizarlos y estudiar sus implicaciones en el entrenamiento de fuerza en el alumnado de Primaria. Al mismo tiempo, se evaluará la efectividad de las diferentes intervenciones, las intensidades más adecuadas en el entrenamiento con pesas específico para la mejora de la fuerza, los diferentes marcadores de control, evaluación y prescripción de dichas intensidades y, los métodos de entrenamientos aplicables con respecto a las intensidades en el entrenamiento de fuerza.

Y es que, la intensidad en el entrenamiento se define como el criterio o aspecto cualitativo del ejercicio que controla el grado de esfuerzo que exige un determinado estímulo de entrenamiento, conformando uno de los aspectos fundamentales de la carga de entrenamiento deportivo. [20]

Cuando la literatura científica detalla el componente de intensidad y entrenamiento de fuerza, es posible hacerlo con diferentes variables según su relación con distintos indicadores [21]. Una de las formas más comunes y tradicionales es en función al porcentaje sobre 1RM (Repetición Máxima) [19], o en otras palabras, si en un ejercicio concreto un individuo es capaz de levantar un peso concreto máximo, se trata de establecer la intensidad conforme a un porcentaje de su peso máximo en dicho ejercicio.

De forma tradicional, cuando se trata de trabajar con intensidades relacionadas con el peso a levantar, hablamos de porcentajes sobre 1RM, donde la recomendación para niños y adolescentes más desentrenados es que utilicen resistencias inferiores o cercanas al 60% de la 1RM, mientras que conforme acumulan experiencia en el gesto técnico, se podrían aumentar las intensidades hasta un 70-85% del 1 RM. [63] [64]. De hecho, y conforme a los resultados encontrados tras revisar los estudios de autores como Steele et al., Assunção et al. o el propio de MacLennan et al. [7, 27,31], es en este rango de intensidades donde la fuerza obtiene mejores beneficios, al menos en niños de 12 a 14 años de edad. En relación a umbrales de cargas sobre los que establecer correctas adaptaciones, es el estudio de Behringer et al. [65] el que nos recomienda unos porcentajes mínimos en torno al 50% de la 1RM. Sin embargo, en estudios revisados como el de Burt et al. [53] y las ideas de otros autores [43], entendemos que estos umbrales y porcentajes, variarán en función de ciertos aspectos individuales de los niños

y adolescentes, como la experiencia previa que posean en el entrenamiento de fuerza. Por ello, siempre y cuando se controle y domine el gesto técnico de ejecución del ejercicio utilizando cargas bajas y moderadas, se puede aumentar, de forma gradual, la resistencia según los propios objetivos del entrenamiento [11].

Sin embargo, utilizar un trabajo de fuerza sobre porcentajes real o estimados del 1RM para establecer la intensidad de entrenamiento puede ser innecesario [63] [64], ya que se puede planificar en función intervalos de repeticiones adecuadas para establecer el peso máximo con el que trabajar de forma correcta y segura. Y es que, otra forma de medir la intensidad del entrenamiento de fuerza es a partir del “Tiempo bajo Tensión” (TUT) [60]. Esta variable está directamente relacionada con el volumen, sin embargo varios autores, sobre todo en ejercicios donde la carga o el peso es el propio cuerpo de los escolares, lo añaden dentro del concepto de intensidad del ejercicio [12, 14,]. Relacionado con el concepto de % de 1RM, es aumentando el tiempo bajo tensión donde aparecen recomendaciones, estudios o planificaciones con cargas prescritas en torno a un número de repeticiones en concreto, por ejemplo 6 RM, que hace referencia a hacer 6 repeticiones con un porcentaje sobre el 1 RM del escolar que le permita hacer exactamente dichas repeticiones a un máximo esfuerzo. [26, 33].

Despejada una vez la incógnita sobre los pesos mínimos o máximos con los que dicho alumnado puede trabajar, es momento de entender en qué rango de repeticiones es más eficiente hacerlo para la propia ganancia de fuerza. Aquí, parece que los resultados de la mayoría de estudios apuntan hacia la misma dirección [46, 60]: un entrenamiento lo más cercano posible al 1RM es el que mejor se adapta para el entrenamiento de la fuerza máxima. No obstante, trabajar al 1RM se refiere a levantar el 100% del peso posible y, si recordamos las recomendaciones establecidas en esta revisión para el trabajo del alumnado alrededor del 70-85% como umbral máximo, el entrenamiento que mejor se adapte a los individuos no entrenados entre 6 y 14 años de edad es aquel que trabaje a un máximo de 4-6 RM.

Por otro lado, un trabajo con el objetivo de fuerza a unas repeticiones más altas, hará que entre en cuestión otro de los conceptos ya estudiados en esta revisión, el concepto de “Tiempo bajo Tensión”, que en estos casos aumentará notablemente y provocará menores beneficios para la fuerza máxima, aunque mayores para la resistencia muscular. Luego, en resumen y siguiendo lo revisado de los estudios, parece que un trabajo cercano a las 4-6 RM mejora de forma más eficiente la fuerza máxima y en menor medida la resistencia

muscular, sin embargo, un trabajo de fuerza cercano a las 12-15RM seguirá produciendo fuerza, aunque en menor medida, pero aumentará considerablemente la resistencia muscular del alumnado a la vez que la masa muscular, por su relación con la hipertrofia (más eficiente a mayores edades por la maduración sexual) [46, 47] . Y es que, de igual forma, varios estudios en adultos encontraron una fuerza muscular máxima más alta después del entrenamiento de resistencia de alta carga y baja repetición en comparación con un régimen de entrenamiento de baja carga y alta repetición mientras que la ganancia de resistencia muscular se optimizó después de baja carga y alta repetición [46,47], sin embargo, otro estudio no encontró diferencias en las ganancias de fuerza de extensión de pierna de 1 RM en respuesta a 6-8 RM (40,9%) y el entrenamiento de 13 a 15 RM (31%) en niños. [11].

Otra variable a tener en cuenta en torno a la intensidad del trabajo con niños en edad escolar, puede ser el ya citado “Compromiso Motor” donde se aumenta el tiempo en el que el alumnado está en movimiento. Numerosos estudios han intentado relacionar este mayor aumento del movimiento con juegos propios de Educación Física para las ganancias de fuerza [50, 64]. Y es cierto que aumentando el Compromiso Motor o la actividad física general se mejoran las producciones de fuerza, tal y como se ve en estudios como el de Rosegren et al. [50] donde tomaron a 58 niños y 66 mujeres de entre 6 y 9 años de edad y, con un programa específico de un año donde se aumentaba dicho Compromiso Motor y las intensidades en la actividad física, se establecieron medidas de mejora tanto la terminan dicha intervención, como a los cuatro años de iniciarse, encontrando mayores niveles de fuerza y ciertos cambios en la configuración musculoesquelética con mayores contenidos y densidades óseas.

Uno de los marcadores que controlan la intensidad en el entrenamiento de fuerza que es de gran utilidad y es de los más utilizados por sus altos índices de validez y confianza, son las escalas de esfuerzo percibido de Borg o de percepción del esfuerzo (RPE) [65]. Sobre esto se seleccionó e investigó el estudio de Gelabert, Montaner y Palau, donde con escalas más simples con 4 niveles de esfuerzos desde fácil a muy difícil, con una intervención de 7 semanas con 56 niños de 11 y 12 años, se evidenció que ante esfuerzos más intensos percibidos por dichos individuos, se aumentaban los beneficios para la fuerza, la potencia o la fuerza relativa con los propios juegos de EF orientados a la ganancia de fuerza [48].

Sin embargo, el no poder controlar las intensidades de forma tan eficiente, estar más relacionados con apreciaciones subjetivas y ser trabajos más cercanos a cargas menores pero con mayor volumen, resulta mejor trabajar con dichas variables para la resistencia muscular u otros posibles beneficios como la mejora del rendimiento, el aprendizaje de habilidades, capacidades aeróbicas o parámetros corporales de salud. [66].

Finalmente en cuestión a las distintas formas de evaluar y trabajar con intensidades, parece ser que tener como referencia la Frecuencia Cardíaca Máxima y los porcentajes de trabajo sobre los que planificar el entrenamiento de fuerza no es una medida tan fiable para la producción de fuerza, ya que existen picos de latidos máximos y mínimos dentro del propio entrenamiento [67], en los descansos dichas pulsaciones siguen altas, la frecuencia aumenta y decrece durante un continuo tiempo...se relaciona su trabajo con mejoras de la fuerza muscular más hacia la resistencia muscular con trabajos a gran volumen y prolongados en el tiempo, que para trabajos con esfuerzos cortos y explosivos de fuerza máxima. [48]. No obstante, parece una metodología adecuada para trabajar con aquellos sujetos sin experiencia previa y control de los patrones técnicos el usar los marcadores de esfuerzo percibido con pocos niveles y fáciles de distinguir, la frecuencia cardíaca o el compromiso motor; mientras que para sujetos con cierta experiencia y mayores controles, es más óptimo el control de intensidades mediante porcentajes de cargas, repeticiones y peso.

Si bien entendemos de forma más clara la relación de la carga y las intensidades para el entrenamiento de fuerza, es momento de planificarlos durante una programación en la que individuos en edad escolar puedan beneficiarse. En este aspecto, la mayoría de estudios parece tener claro que las cargas y las intensidades deben ser progresivas para que poco a poco el alumnado genere nuevas adaptaciones, pero es el estudio de Palma-Muñoz et al. [53], el que claramente lo investiga con individuos de edades entre 11 y 15 años, aclarándonos que el entrenamiento de fuerza a largo plazo no tiene sentido si no se mejora en aumentos de intensidades, sea cuales sean sus formas de establecer dichas intensidades. Ahora bien, a la hora de planificar dichos progresos, existe una cierta dicotomía entre el uso de periodizaciones lineales y el uso de periodizaciones ondulantes ya que ambas son realmente eficientes a la hora de programar [68]. Sin embargo, siguiendo a los resultados del estudio de [54], la programación ondulante en el entrenamiento de fuerza se hace de forma más eficiente, pues los individuos en edad escolar mejoran las ganancias de fuerza, sin embargo es la periodización lineal la que

antes provoca dichas ganancias. Por lo que, siguiendo a dichos autores [54], parece claro que una correcta idea es usar periodizaciones ondulantes a largo plazo, cursos escolares, y periodizaciones lineales para entrenamientos a más corto plazo como Unidades Didácticas de fuerza.

Una vez establecido todo lo descubierto sobre diferentes marcadores o variables que controlan la intensidad al igual que su planificación, es momento de establecer las conclusiones relacionadas con las intensidades en los diferentes ejercicios y los métodos sobre los que aplicar dichas intensidades. En esta cuestión, la evidencia es clara al indicar que trabajando en franjas de repeticiones y pesos con seguridad para los niños de 6 a 14 años, se puede incrementar las cargas entre un 5 y 10%, siempre que sea consecuencia de las mejoras técnicas y de la aplicación de fuerza en el propio ejercicio en cuestión [69]. Sin embargo, no todos los ejercicios deben ser trabajados bajo el mismo rango de intensidades, ya que entran en juego factores como el tipo de fibras que reclutan, los grupos musculares que se trabajan, las palancas, los momentos, inercia, torques o picos de fuerza del ejercicio, etc. Aun así, la evidencia científica es clara a la hora de dividir las intensidades según si se trata de ejercicios multiarticulares (sentadillas, peso muerto, remos...) con recomendaciones de 4-12 RM, o de ejercicios mono articulares (elevaciones laterales, curl de bíceps, extensión de tríceps...) con recomendaciones de intensidades relativas a un 8-15 RM [31]. Además, siguiendo estudios como el de Chaouchani et al. o el de Palma-Muñoz et al. [33, 41], en ejercicios de alta producción de potencia y fuerza velocidad como los levantamientos olímpicos, variantes pliométricas o ejercicios de poder como los del powerlifting, por su impacto en la fatiga neuromuscular del sistema nervioso, no se deberían realizar más de seis o siete repeticiones. [70].

En cuanto a los métodos o tipos de entrenamiento en los que aplicar lo aprendido en cuanto a intensidades en el entrenamiento de fuerza en niños son diferentes estudios los que se promulgan a favor de uno o de otro. Siguiendo a estudios como los de Krishnan y Arumagan [58] con intervenciones de 12 semanas con niños de 14 años o los de Santos et al. con 12 semanas y 39 individuos de 10 a 12 años [57], parece que métodos como el trabajo de calistenia, siempre obtendrán mejores resultados para la ganancia de fuerza además de las combinaciones de dicha magnitud con la velocidad (potencia, fuerza velocidad y fuerza balística) que los propios juegos y actividades de Educación Física. Sin embargo, este último estudio revela que el entrenamiento tradicional de levantamiento de pesas, parece que establece mejores resultados que la propia calistenia, ya que puede

establecer valores de intensidades más precisos e intensos sobre todo, cuando hablamos de fuerza máxima aplicada.

Por otro lado, la mayoría de estudios de esta revisión, parece destacar el entrenamiento de fuerza de forma tradicional con pesas y ejercicios fundamentales como sentadillas, pesos muertos, jalones, remos, presses, elevaciones... como el método más eficiente y adecuado para el entrenamiento de fuerza en niños; hecho que se produce porque con dicho método las intensidades a las que se trabaja son más objetivas, medibles, cuantificables, programables y ejecutables [14, 60, 61]. Sin embargo, en otra dirección apunta el estudio de Chaouchani et al. que con intervenciones de 12 semanas con 63 niños de 10-12 años sin experiencia y divididos en grupos según trabajaran levantamientos olímpicos, pliométricos o ejercicios tradicionales respectivamente, encontró que el aumento era similar o incluso mejor en los levantamientos olímpicos que en el entrenamiento comúnmente conocido y que a su vez, los ejercicios pliométricos y los levantamientos olímpicos tenían mejores repercusiones en la potencia y el rendimiento deportivo y de condición física; por lo que dichos autores recomiendan el uso de los levantamientos olímpicos por ser en sí más intensos y adecuados para el alumnado [71].

Así pues, aunque exista una cierta discrepancia entre los autores que postulan los levantamientos olímpicos y los que ratifican el entrenamiento con pesas como los mejores métodos para individuos en edad escolar, lo que parece claro que estos métodos se establecen como los recomendados por su comodidad para la planificación y ejecución del entrenamiento de fuerza, donde aumentar las intensidades puede ser tan fácil como añadir más peso y evaluar las mejoras o no sobre diferentes estímulos, tan sencillo como comprobar si se ha aumentado la intensidad de la carga o el volumen para la misma intensidad, sea en repeticiones, tiempo bajo tensión, etc.

Por otro lado, como principales limitaciones encontradas, hay que destacar que existen pocos estudios sobre esta temática en individuos tan jóvenes y no lo hacen durante un largo plazo estudiando cómo el desarrollo del alumnado puede condicionarse o no, por el trabajo de unas ciertas intensidades y métodos de entrenamiento. Además, no existen estudios que comparen directamente rangos de intensidades a medio-largo plazo en diferentes grupos de edad, no hay un seguimiento prolongado de los individuos en el tiempo, todos los estudios tienen intervenciones con pocas cantidad de población por tratarse de individuos en edad escolar, no existen artículos que comparen diferentes intensidades en diferentes grupos musculares y cómo afecta al desarrollo motor del niño

a largo plazo y no hay suficientes estudios que establezcan recomendaciones claras con respecto a las intensidades soportables, recomendadas, planificadas y con diferentes rangos para individuos que no solo han de estar en forma y prevenir enfermedades, sino que también han de entrenar la fuerza específicamente.

Finalmente, esta revisión sistemática deja la puerta abierta a otras nuevas revisiones y estudios que quieran continuar este trabajo y enfocarse en otros parámetros como el volumen o la densidad. Además, esta revisión subyace la necesidad de seguir investigando en las intensidades, cargas y sus rangos no solo en individuos en edad escolar, sino diferenciando sus acciones en cada uno de los rangos de edad de los niños y adolescentes.

5. CONCLUSIONES

1. Las intensidades en el entrenamiento de fuerza han de ser altas (se habla de rangos entre el 70 y 85%) y regulables en el tiempo, ya que conforme el alumnado se adapte y mejore su fuerza, las cargas anteriormente planificadas resultarán menos intensas, por lo que hay que aumentar dicha carga progresivamente para mantener alta la intensidad.
2. Existen diferentes marcadores de la intensidad (frecuencia cardiaca, escalas de esfuerzo, compromiso motor...), sin embargo la más eficaz es el uso de los porcentajes sobre el 1RM a través del entrenamiento con peso, que no solo resulta posible, sino el método más efectivo siempre y cuando el alumnado controle la técnica a la perfección.
3. Para la mejora de la fuerza máxima se debería trabajar en rangos de 4-6 RM, sin llegar a la 1RM o el 100% del peso que un adulto si puede tolerar. Por otro lado, para mejorar la fuerza velocidad (potencia y explosividad) y la fuerza resistencia o resistencia muscular, parece mejor el trabajo con cargas algo menos altas y mayor número de repeticiones (12-15RM)
4. Los juegos y actividades propias de Educación Física orientadas al entrenamiento no es la forma más efectiva para entrenar la fuerza, debido a que no se puede controlar la intensidad a la que se trabaja con exactitud, dependiendo de ciertos factores ajenos a la propia planificación del entrenamiento. Ocurre lo mismo con la calistenia, sin embargo para no iniciados, puede ser una buena forma de iniciación mientras se aprende la técnica de los levantamientos con pesas.
5. Los levantamientos olímpicos obtienen resultados similares al entrenamiento tradicional de pesas y ambos métodos son los más eficaces. Aunque usarlo conlleva la dicotomía de que parece ser algo mejor para el entrenamiento de la potencia dentro de la fuerza velocidad, el gesto técnico es mucho más complejo y se recomienda tener antes una experiencia previa en el método tradicional.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Román-Viñas, B., Zazo, F., Martínez-Martínez, J., Aznar-Laín, S., Serra-Majem, L. Results from Spain's 2018 report card on physical activity for children and youth. *J. Phys. Act. Health* 2018; 15, 411–412. [\[Referencia Cruzada\]](#)
2. World Health Organization. *Global Recommendations on Physical Activity for Health*; 2010. [\[Referencia Cruzada\]](#)
3. Mielgo-Ayuso, J., Aparicio-Ugarriza, R., Castillo, A., Ruiz, E., Ávila, J.M., Aranceta-Bartrina, J., Gil, A., Anta, R.M.O., Serra-Majem, L.; Varela-Moreiras, G., et al. Sedentary behavior among Spanish children and adolescents: Findings from the ANIBES study. *BMC Public Health* 2017; 17, 94. [\[Referencia Cruzada\]](#)
4. Chooi, Y.C., Ding, C., Magkos, F. The epidemiology of obesity. *Metabolism*. 2019; 92, 6–10. [\[Referencia Cruzada\]](#)
5. World Health Organization. *Commission Report to End Childhood Obesity*; 2016. [\[Referencia Cruzada\]](#)
6. Ortega, F.B., Ruiz, J.R., Castillo, M.J., Sjöström, M. Physical fitness in childhood and adolescence: A powerful marker of health. *Int. J. Obes.* 2007; 32, 1–11. [\[Referencia Cruzada\]](#)
7. Ortega, F.B., Ruiz, J.R., Castillo, M.J., Moreno, L.A., González-Gross, M., Wärnberg, J., Gutiérrez, A. The AVENA group Low Level of Physical Fitness in Spanish Adolescents Relevance for Future Cardiovascular Health (AVENA Study). *Rev. Española Cardiol.* 2005; 58, 898–909. [\[Referencia Cruzada\]](#)
8. Galancho-Reina, I, Sánchez-Oliver, A.J., González-Matarín, P.J., Butragueño, J., Bandera-Merchan, B., Suárez-Carmona, W., Isidro-Donate, F.; Tinahones, F.J., Macias-Gonzalez, M. The role of muscle tissue and resistance training in cardiometabolic health. *Int. J. Sports Sci. Med.* 2019; 3, 1–12.
9. Granacher, U., Lesinski, M., Büsch, D., Muehlbauer, T., Prieske, O., Puta, C., Gollhofer, A., Behm, D.G. Effects of Resistance Training in Youth Athletes on Muscular Fitness and Athletic Performance: A Conceptual Model for Long-Term Athlete Development. *Front. Physiol.* 2016; 7, 164. [\[Referencia Cruzada\]](#)

10. Smith, J.J., Eather, N., Morgan, P.J., Plotnikoff, R., Faigenbaum, A.D., Lubans, D.R. The Health Benefits of Muscular Fitness for Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2014; 44, 1209–1223. [\[Referencia Cruzada\]](#)
11. Padilla-Moledo, C., Ruiz, J.R., Ortega, F.B., Mora, J., Piñero, J.C. Associations of Muscular Fitness With Psychological Positive Health, Health Complaints, and Health Risk Behaviors in Spanish Children and Adolescents. *J. Strength Cond. Res.* 2012; 26, 167–173. [\[Referencia Cruzada\]](#)
12. Zwolski, C., Quatman-Yates, C., Paterno, M.V. Resistance Training in Youth: Laying the Foundation for Injury Prevention and Physical Literacy. *Sports Health A Multidiscip. Approach* 2017; 9, 436–443. [\[Referencia Cruzada\]](#)
13. Pozuelo-Carrascosa, D.P., Cavero-Redondo, I., Herráiz-Adillo, Á., Díez-Fernández, A.; López, M.S.; Martínez-Vizcaino, V. School-Based Exercise Programs and Cardiometabolic Risk Factors: A Meta-analysis. *Pediatrics* 2018; 142, [\[Referencia Cruzada\]](#)
14. Lloyd, R.S., Oliver, J.L. The Youth Physical Development Model. *Strength Cond. J.* 2012; 34, 61–72. [\[Referencia Cruzada\]](#)
15. Chen, S., Kim, Y., Gao, Z. The contributing role of physical education in youth's daily physical activity and sedentary behavior. *BMC Public Health* 2014; 14, 110. [\[Referencia Cruzada\]](#)
16. Comisión Europea/EACEA/Eurydice. La Educación Física Y el Deporte en Los Centros Escolares de Europa; Informe de Eurydice; Oficina de Publicaciones de la Unión Europea: Luxemburgo; 2013. [\[Referencia Cruzada\]](#)
17. Minatto, G., Filho, V.C.B., Berria, J. Petroski, E.L. School-Based Interventions to Improve Cardiorespiratory Fitness in Adolescents: Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Med.* 2016; 46, 1273–1292. [\[Referencia Cruzada\]](#)
18. Lai, S.K., Costigan, S.A., Morgan, P.J., Lubans, D.R., Stodden, D., Salmon, J., Barnett, L.M. Do school-based interventions focusing on physical activity, fitness, or fundamental movement skill competency produce a sustained impact in these outcomes in children and adolescents? A Systematic Review of Follow-Up Studies. *Sports Med.* 2013; 44, 67–79. [\[Referencia Cruzada\]](#)

19. Watson, A., Timperio, A., Brown, H., Best, K., Hesketh, K. Effect of classroom-based physical activity interventions on academic and physical activity outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Int. J. Behav. Nutr. Phys. Act.* 2017; 14, 114. [\[Referencia Cruzada\]](#)
20. Gunter K. B., Almstedt H. C, Janz K. F. Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. *Exerc Sports Sci Rev.* 2012; 40(1):13–21 [\[Referencia Cruzada\]](#)
21. Sothorn M. S., Loftin J. M., Udall J. N., Suskind R. M., Ewing T. L., Tang S. C., et al. Safety, feasibility and efficacy of a resistance training program in preadolescent obese youth. *Am J Med Sci.* 2000; 319(6):370–5. [\[Referencia Cruzada\]](#)
22. Keiner, M., Sander, A., Wirth, K., Caruso, O., Immesberger, P., & Zawieja, M. Strength performance in youth: Trainability of adolescents and children in the back and front squats. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2013; 27(2), 357-362. [\[Referencia Cruzada\]](#)
23. Pena, G., Heredia, J., Lloret, C., Martin, M.; Da Silva-Grigoletto, M. Iniciación al entrenamiento de fuerza en edades tempranas: Revisión. *Rev. Andal. Med. Deport.* 2016, 9, 41–49. [\[Referencia Cruzada\]](#)
24. Blázquez, D. Métodos de enseñanza en educación física. Enfoques innovadores para la enseñanza de competencias. INDE. Barcelona; 2016. [\[Referencia Cruzada\]](#)
25. Márquez, J. M, Cañizares, C., Carbonero C. Enciclopedia de educación física en la edad escolar. Wanceulen SL; 2016. [\[Referencia Cruzada\]](#)
26. Noguera, Miguel Ángel Delgado. "Los estilos de enseñanza de la Educación Física y el Deporte a través de 40 años de vida profesional." *RETOS. Nuevas Tendencias en Educación Física, Deporte y Recreación* 28. 2015; 240-247. [\[Referencia Cruzada\]](#)
27. Zagalaz Sánchez, M^a, Cachón Zagalaz, Javier; Lara Sánchez, Amador J. Fundamentos de la programación de Educación Física en Primaria. *Sportis* 2015; 1, 2, 106-109. [\[Referencia Cruzada\]](#)
28. Contreras Jordán, Onofre Ricardo, et al. *Didáctica de la educación física*. Vol. 2. Ministerio de Educación; 2010. [\[Referencia Cruzada\]](#)

29. Hypertrophy; research results from university of brasilia update knowledge of hypertrophy (strength training with repetitions to failure does not provide additional strength and muscle hypertrophy gains in young women). [\[Referencia Cruzada\]](#)
30. Singla, D.; Hussain, M.E.; Moiz, J.A. Effect of upper body plyometric training on physical performance in healthy individuals: A systematic review. *Phys. Ther. Sport* 2018; 29, 51–60. [\[Referencia Cruzada\]](#)
31. Correa, C. S., Cunha, G., Marques, N., Oliveira-Reischak, Ã., & Pinto, R.. Effects of strength training, detraining and retraining in muscle strength, hypertrophy and functional tasks in older female adults. *Clinical Physiology and Functional Imaging*. 2016; 36(4), 306-310. [\[Referencia Cruzada\]](#)
32. Domínguez La Rosa, P., & Espeso Gayte, E. Bases fisiológicas del entrenamiento de la fuerza con niños y adolescentes. *Revista Internacional De Medicina y Ciencias De La Actividad Fisica y Del Deporte*. 2003; 3(9), 61-68. [\[Referencia Cruzada\]](#)
33. Mejía, N., Mejía, F. "Fundamentación teórica del aprendizaje de la coordinación motriz." *Lecturas: Educación Física y Deportes*. 2020; 271(25). [\[Referencia Cruzada\]](#)
34. Fernández-Lázaro, D., Díaz, J., Caballero, A., & Córdova, A. The training of strength-resistance in hypoxia: Effect on muscle hypertrophy. *Biomedica : Revista Del Instituto Nacional De Salud*. 2019; 39(1), 212-220 [\[Referencia Cruzada\]](#)
35. Delgado, M., et al. Estrategias de intervención en educación para la salud desde la educación física. Vol. 27. *Inde*; 2002. [\[Referencia Cruzada\]](#)
36. Junior, R. M., Berton, R., de Souza, T., Mattos Frota, Chacon-Mikahil, M., & Cavaglieri, C. R. Effect of the flexibility training performed immediately before resistance training on muscle hypertrophy, maximum strength and flexibility. *European Journal of Applied Physiology*. 2017; 117(4), 767-774. [\[Referencia Cruzada\]](#)
37. Orquín Castrillón, F. J., Torres Luque, G., & Ponce de León, F. Efectos del entrenamiento de fuerza sobre parámetros cardiorrespiratorios. *Revista Internacional De Medicina y Ciencias De La Actividad Fisica y Del Deporte*. 2009; 9(35), 299-311. [\[Referencia Cruzada\]](#)
38. Bompa, Tudor O., and Carlo A. Buzzichelli. *Periodización del entrenamiento deportivo*. Paidotribo; 2017. [\[Referencia Cruzada\]](#)

39. González-Badillo, Juan José, and J. Ribas. "Bases de la programación del entrenamiento de fuerza." Barcelona: Inde; 2002. [\[Referencia Cruzada\]](#)
40. Martin, Dietrich, Klaus Carl, and Klaus Lehnertz. Manual de metodología del entrenamiento deportivo. Vol. 24. Editorial Paidotribo; 2007. [\[Referencia Cruzada\]](#)
41. Verkhoshansky, Yury. Teoría y metodología del entrenamiento deportivo. Vol. 24. Editorial Paidotribo; 2001. [\[Referencia Cruzada\]](#)
42. Platonov, Vladimir Nikolaevich. Teoría general del entrenamiento deportivo olímpico. Editorial Paidotribo; 2002. [\[Referencia Cruzada\]](#)
43. Correa Bautista, Jorge Enrique, and Corredor López Diego Ermith. "Principios y métodos para el entrenamiento de la fuerza muscular." Colección Textos de Rehabilitación y Desarrollo Humano; 2009. [\[Referencia Cruzada\]](#)
44. Trindade, T. B., Prestes, J., Neto, L. O., Medeiros, R. M. V., Tibana, R. A., de Sousa, N., Manuel Frade, Dantas, P. M. S. Effects of pre-exhaustion versus traditional resistance training on training volume, maximal strength, and quadriceps hypertrophy. *Frontiers in Physiology*. 2019; 10, 1424. [\[Referencia Cruzada\]](#)
45. Moher D., Liberati A., Tetzlaff J., Altman D. G.; Prisma Group. Preferred reporting items for systematic reviews and metaanalyses: the PRISMA statement. *PLoS Med* 2009; 6: [\[Referencia Cruzada\]](#)
46. Steele, J., Fisher, J. P., Assunção, A. R., Bottaro, M., & Gentil, P. The role of volume-load in strength and absolute endurance adaptations in adolescent's performing high- or low-load resistance training. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism = Physiologie Appliquee, Nutrition Et Metabolisme*. 2017; 42(2), 193-201. [\[Referencia Cruzada\]](#)
47. Assunção, A. R., Bottaro, M., Ferreira-Junior, J.B., Izquierdo, M., Cadore, E.L., Gentil, P. The Chronic Effects of Low- and High-Intensity Resistance Training on Muscular Fitness in Adolescents. *PLoS ONE*. 2016; 11. [\[Referencia Cruzada\]](#)
48. Gelabert Carulla, J., Muntaner-Mas, A., & Palou Sampol, P. Effects of moderate to vigorous intensity interval exercise program on fitness and fatness in 11-and 12-years-old schoolchildren. *Nutricion Hospitalaria*. 2020; 34(3), 514-523. [\[Referencia Cruzada\]](#)

49. López Sánchez, Borrego, F. J., Díaz, A. Lee, S.. Effects of a 12-week-long program of vigorous-intensity physical activity on the body composition of 6-and 7-year-old children. *Journal of Human Sport Excercise*. 2018;13, 23-49.
50. Rosengren, B. E., Lindgren, E., Jehpsson, L., Dencker, M., Karlsson, M. K. Musculoskeletal benefits from a physical activity program in primary school are retained 4 years after the program is terminated. *Calcified Tissue International* 2021;1 (18). [\[Referencia Cruzada\]](#)
51. Meylan, C. M. P., Cronin, J. B., Oliver, J. L., Hopkins, W. G., Contreras, B. The effect of maturation on adaptations to strength training and detraining in 11-15-year-olds. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2014; 24(3), e156-e164. [\[Referencia Cruzada\]](#)
52. Burt, L. A., Naughton, G. A., Greene, D. A., Courteix, D., Ducher, G. Non-elite gymnastics participation is associated with greater bone strength, muscle size, and function in pre- and early pubertal girls. *Osteoporosis International*. 2012; 23(4), 1277-86. [\[Referencia Cruzada\]](#)
53. Palma-Muñoz I., Ramírez-Campillo R., Azocar-Gallardo J., Álvarez C., Asadi A., Moran J., Chaabene H. Effects of Progressed and Nonprogressed Volume-Based Overload Plyometric Training on Components of Physical Fitness and Body Composition Variables in Youth Male Basketball Players. *J Strength Cond Res*. 2021; 1;35(6):1642-1649 [\[Referencia Cruzada\]](#)
54. Jaimes, A.R, Contreras, D., Jimenez, A., Orcoli-Silva, D., Barbieri, F. A., Gobbi, L. Effects of linear and undulating periodization of strength training in the acceleration of skater children. *Motriz. Revista de Educacao Fisica*, 2019; 1 (25). [\[Referencia Cruzada\]](#)
55. Sierra-Ríos, J. V., Clemente, F. M., Teoldo, I., & González-Víllora, S. Internal and external load variations in young students: Comparisons between small-sided games and small-sided games combined with strength training during physical education classes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021; 18(4) [\[Referencia Cruzada\]](#)
56. MacLennan R. J., Mota J. A., Thompson B. J., Stock M. S. Effects of Strength and Conditioning on Maximal Isometric Strength, Motor Unit Behavior, and Concentric

- Isokinetic Peak Torque in Middle-School Boys'. *J Strength Cond Res.* 2021; Mar 25..
[\[Referencia Cruzada\]](#)
57. Santos, D., Pereira C., Evangelista, A. de Oliveira, T. "Does a calisthenics-based exercise program applied in school improve morphofunctional parameters in youth?" *Journal of Exercise Physiology Online.* 2015; 18, 6 (52). [\[Referencia Cruzada\]](#)
58. Krishnan, K., Arumugam, C. The Effect Of Callisthenic And Dumbbell Exercise On Muscular Strength Endurance And Flexibility Of Rural School Boys. *En t. J. Innov. Res. Dev.* 2013; 2, 367–375 [\[Referencia Cruzada\]](#)
59. Pichardo A.W., Oliver J.L., Harrison C.B., Maulder P.S., Lloyd R.S., Kandoi R. Effects of Combined Resistance Training and Weightlifting on Motor Skill Performance of Adolescent Male Athletes. *J Strength Cond Res.* 2019; 33(12): 3226-3235. [\[Referencia Cruzada\]](#)
60. Qi, F., Kong, Z., Xiao, T., Leong, K., Zschorlich, V. R., & Zou, L. Effects of combined training on physical fitness and anthropometric measures among boys aged 8 to 12 years in the physical education setting. *Sustainability.* 2019; 11(5), 1219. [\[Referencia Cruzada\]](#)
61. Chaouachi, A., Hammami, R., Kaabi, S., Chamari, K., Drinkwater, E. J., & Behm, D. G. Olympic weightlifting and plyometric training with children provides similar or greater performance improvements than traditional resistance training. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 2014; 28(6), 1483. [\[Referencia Cruzada\]](#)
62. Faigenbaum A. D., Kraemer W. J., Blimkie C. J., Jeffreys I., Micheli L J, Nitka M., et al. Youth resistance training: Updated position statement paper from the National Strength and Conditioning Association. *J Strength Cond Res.* 2009; 23(5): 1–20. 8. [\[Referencia Cruzada\]](#)
63. Lloyd R. S., Faigenbaum A. D., Stone M. H., Oliver J. L., Jeffreys I., Moody J. A., et al. Position statement on youth resistance training: The 2014 International Consensus. *Br J Sports Med.* 2014; 48(7):498–505. [\[Referencia Cruzada\]](#)
64. Behringer M., vom Heede A., Matthews M., Mester J. Effects of strength training on motor performance skills in children and adolescents:A meta-analysis. *Pediatric Exerc Sci.* 2011; 23(2):186–206. [\[Referencia Cruzada\]](#)

65. Faigenbaum A. D., Milliken L. A., Cloutier G., Westcott W. L. Perceived exertion during resistance exercise in children. *Percept Mot Skills*. 2004; 98(2):627–37. [\[Referencia Cruzada\]](#)
66. Schoenfeld B.J., Peterson M.D., Ogborn D., Contreras B., Sonmez G.T. Efectos del entrenamiento de resistencia de carga baja vs. alta sobre la fuerza muscular y la hipertrofia en hombres bien entrenados. *J Fuerza Cond Res*. 2015; 29 (10): 2954-63. [\[Referencia Cruzada\]](#)
67. Barbieri D., Zaccagni L. Strength training for children and adolescents: Benefits and risks. *Coll Antropol*. 2013;37(S2):219–25 [\[Referencia Cruzada\]](#)
68. Gómez-Campos R., de Arruda M., Hobold E., Abella C.P., Camargo C., Martínez Salazar C., et al. Valoración de la maduración biológica: usos y aplicaciones en el ámbito escolar. *Rev Andal Med Deporte*. 2013;6(4):151–60 [\[Referencia Cruzada\]](#)
69. Harries, S.K., Lubans, D.R., Callister, R. Comparison of resistance training progression models on maximal strength in sub-elite adolescent rugby union players. *J. Sci. Med. Sport* 2016, 19, 163–169. [\[Referencia Cruzada\]](#)
70. Dorgo, S., King, G. A., Candelaria, N. G., Bader, J. O., Brickey, G. D., Adams, C. E. Effects of manual resistance training on fitness in adolescents. *J. Strength Cond. Res*. 2009; 23, 2287–2294. [\[Referencia Cruzada\]](#)
71. Yu C. C., Sung R. Y., So R. C., Lui K. C., Lau W., Lam P. K., et al. Effects of strength training on body composition and bone mineral content in children who are obese. *J Strength Cond Res*. 2005;19(3):667–72. [\[Referencia Cruzada\]](#)

7. ANEXO

7.1 ANEXO I: ESCALA PEDRO DE LOS DOCUMENTOS SELECCIONADOS

<i>Crterios</i>	Assunção et al.	Burt	Chaouchani et al	Gelabert et al.	Jaimes et al.	Krishnan y Arumagan	López-Sánchez et al.	MacLennan et al.	Meylan et al.	Palma-Muñoz et al.	Pichardo et al.	Qi et al.	Rosengren et al.	Santos et al.	Sierra-Ríos et al.	Steele et al.
1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
5	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Glosario y detalles de los Criterios de la escala PEDro

1	Este criterio se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de los criterios que tienen que cumplir para que puedan ser incluidos en el estudio.
2	Se considera que un estudio ha usado una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria. El método preciso de aleatorización no precisa ser especificado. Procedimientos tales como lanzar monedas y tirar los dados deberían ser considerados aleatorios. Procedimientos de asignación cuasi-aleatorios, tales como la asignación por el número de registro del hospital o la fecha de nacimiento, o la alternancia, no cumplen este criterio.
3	La asignación oculta (enmascaramiento) significa que la persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía a que grupo iba a ser asignado cuando se tomó esta decisión. Se puntúa este criterio incluso si no se aporta que la asignación fue oculta, cuando el artículo aporta que la asignación fue por sobres opacos sellados o que la distribución fue realizada por el encargado de organizar la distribución, quien estaba fuera o aislado del resto del equipo de investigadores.
4	Como mínimo, en estudios de intervenciones terapéuticas, el artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no

	difieran en la línea base, en una cantidad clínicamente significativa. El criterio se cumple incluso si solo se presentan los datos iniciales de los sujetos que finalizaron el estudio.
4-7-11	Los Resultados clave son aquellos que proporcionan la medida primaria de la eficacia (o ausencia de eficacia) de la terapia. En la mayoría de los estudios, se usa más de una variable como una medida de resultado.
5-7	Cegado significa que la persona en cuestión (sujeto, terapeuta o evaluador) no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Además, los sujetos o terapeutas solo se consideran “cegados” si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos. En los estudios en los que los resultados clave sean auto administrados (ej. escala visual analógica, diario del dolor), el evaluador es considerado cegado si el sujeto fue cegado
8	Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente tanto el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos como el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave. En los estudios en los que los resultados se han medido en diferentes momentos en el tiempo, un resultado clave debe haber sido medido en más del 85% de los sujetos en alguno de estos momentos.
9	El análisis por intención de tratar significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados. Este criterio se cumple, incluso si no hay mención de análisis por intención de tratar, si el informe establece explícitamente que todos los sujetos recibieron el tratamiento o la condición de control según fueron asignados.
10	Una comparación estadística entre grupos implica la comparación estadística de un grupo con otro. Dependiendo del diseño del estudio, puede implicar la comparación de dos o más tratamientos, o la comparación de un tratamiento con una condición de control. El análisis puede ser una comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio del otro grupo (cuando se ha utilizado un análisis factorial de la varianza para analizar los datos, estos últimos son a menudo aportados como una interacción grupo x tiempo). La comparación puede realizarse mediante un

contraste de hipótesis (que proporciona un valor "p", que describe la probabilidad con la que los grupos difieran sólo por el azar) o como una estimación de un tamaño del efecto (por ejemplo, la diferencia en la media o mediana, o una diferencia en las proporciones, o en el número necesario para tratar, o un riesgo relativo o Hazard ratio) y su intervalo de confianza.

II

Una estimación puntual es una medida del tamaño del efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en (cada uno) de todos los grupos. Las medidas de la variabilidad incluyen desviaciones estándar, errores estándar, intervalos de confianza, rangos intercuartílicos (u otros rangos de cuantiles), y rangos. Las estimaciones puntuales y/o las medidas de variabilidad deben ser proporcionadas gráficamente (por ejemplo, se pueden presentar desviaciones estándar como barras de error en una figura) siempre que sea necesario para aclarar lo que se está mostrando (por ejemplo, mientras quede claro si las barras de error representan las desviaciones estándar o el error estándar). Cuando los resultados son categóricos, este criterio se cumple si se presenta el número de sujetos en cada categoría para cada grupo

Tabla Anexo I.1: Escala PEDro para la evaluación de la calidad metodológica de los artículos seleccionados.

Elaboración Propia basada en el original [\[Referencia Cruzada\]](#)

