

DOI

<https://doi.org/10.29393/EID7-26VCLS20026>



ANÁLISIS DE VALIDEZ CONCURRENTE DE VISOR DE CÍRCULOS CONCÉNTRICOS PARA EVALUACIONES GONIOMÉTRICAS FUNCIONALES

CONCURRENT VALIDITY ANALYSIS OF A CONCENTRIC CIRCLE VIEWER FOR
FUNCTIONAL GONIOMETRIC ASSESSMENTS

Laura Patricia Mata-Jurado*

Sergio Ruíz-García**

Resumen: El objetivo de esta investigación fue diseñar y validar un visor goniométrico de círculos concéntricos para mediciones articulares en posiciones funcionales, útil en la medición de la amplitud del movimiento articular de la motricidad gruesa, para ser utilizado en evaluaciones de posturas y movimientos propios del diseño ergonómico de objetos y espacios. Para llevar a cabo el análisis de validez, se realizó un muestreo de levantamiento goniométrico conforme a los procedimientos de la práctica clínica, considerando los tres planos anatómicos: frontal, sagital y superior, en las articulaciones de hombro, codo, cadera, rodilla en los movimientos de: flexión, extensión, rotación interna y externa, abducción y aducción, siendo en total 11 los movimientos evaluados, en una muestra poblacional mexicana de 48 estudiantes universitarios, 24 masculinos y 24 femeninos, de entre 19 y 24 años de edad, los datos obtenidos se analizaron mediante el cálculo de máximos, mínimos, medias aritméticas y desviación estándar. Los resultados se contrastaron con el rango de movimiento (ROM), por sus siglas en inglés: Range of Movement que establece la Academia Estadounidense de Cirujanos Ortopédicos (AAOS) como el parámetro normal de cada articulación en cada movimiento, se obtuvieron amplitudes similares en los movimientos evaluados en las mismas posturas de la goniometría clínica y se identificaron discrepancias en algunos de los registros con cambios posturales, de manera particular en la postura de cúbito supino y de cúbito prono, que fue sustituida por la posición de pie, en los movimientos de flexión y extensión en las articulaciones de hombro y cadera.

Palabras clave: Ergonomía, Medición goniométrica, Amplitud angular articular, Postura funcional.

Abstract: The objective of this research was to design and validate a goniometric viewer of concentric circles for goniometric measurements in functional positions, useful in measuring the range of motion of gross motor skills, for use in posture and movement assessments related to the ergonomic design of objects and spaces. To conduct the validity analysis, a goniometric survey was performed according to clinical practice procedures, considering the three anatomical planes: frontal, sagittal, and superior, in

*Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. Correo electrónico: laura.mata@edu.uaa.mx. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2526-9247>. Autora de correspondencia.

**Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes, México. Correo electrónico: sergio.ruiz@edu.uaa.mx. Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-5319-2753>

the shoulder, elbow, hip, and knee joints, in the movements of flexion, extension, internal and external rotation, abduction, and adduction. A total of 11 movements were evaluated in a Mexican population sample of 48 university students, (24 male and 24 female), between 19 and 24 years of age. The data obtained were analyzed by calculating maximum, minimum, and mean values and compared with the Range of Motion (ROM) established by the American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS), as the normal range of motion for each joint in clinical practice. The results showed similar ranges of motion in the movements evaluated in the same clinical goniometry positions. Discrepancies were identified in some records when postural changes were introduced, particularly when the supine and prone positions were replaced by the standing position for flexion and extension movements of the shoulder and hip joints.

Keywords: Ergonomics, Goniometric measurement, Articulatory angular range, Functional posture.

Recepción: 10.09.2025 / Revisión: 15.11.2025/ Aceptación: 18.12.2025

Introducción

La goniometría es una técnica utilizada para evaluar el estado funcional de las articulaciones, y se refiere específicamente a la medición de la amplitud angular del movimiento entre dos segmentos corporales articulados (Norkin & White, 2009). La goniometría por sí sola, no supone una evaluación funcional articular, para ello sería necesario evaluar aspectos de flexibilidad, fuerza, velocidad y aceleración del movimiento (Torrealba, 2017). Su utilidad consiste en determinar tanto la posición de una articulación en particular, como la cantidad total de movimiento disponible en ella. El goniómetro es el instrumento que permite medir los ángulos formados entre segmentos corporales articulados tanto en reposo, como en movimiento.

La goniometría es aplicada en diversos campos en las ciencias de la salud, las aplicaciones más comunes se dan a través de prácticas clínicas en las áreas de fisioterapia, rehabilitación, ortopedia y traumatología, para diagnosticar tratamientos de rehabilitación en lesiones músculo esqueléticas; en el deporte y la kinesiología, para mejorar el rendimiento deportivo y prevenir lesiones.

La goniometría en el campo del diseño se emplea para determinar las características de los objetos y espacios acorde a las capacidades de postura y movimiento del grupo poblacional para el que se diseña. El objetivo de esta investigación es validar un visor goniométrico de círculos concéntricos que permitiría obtener dicha información para cada proyecto conforme el grupo demográfico al que va dirigido.

Para el levantamiento de evaluaciones goniométricas, existen diferentes tipos de instrumentos, diferenciados por su tecnología, su principio funcional, la precisión de los datos y el protocolo de levantamiento, el instrumento más utilizado es el goniómetro manual por su bajo costo, practicidad y uso generalizado, sin embargo este requiere del contacto físico o palpación del eje articular (fulcro), por lo que la evaluación depende de la pericia del personal técnico que realiza la medición, los goniómetros digitales que funcionan a través de captura de imágenes, no permiten el control en la ejecución de movimiento de la persona a la que se está evaluando (Norkin & White, 2006). En la última década han surgido aplicaciones

para teléfonos inteligentes para medir el ROM, de las cuales se ha demostrado su confiabilidad comparada con los goniómetros universales y son una alternativa práctica en la fisioterapia, medicina deportiva y rehabilitación, de manera particular en articulaciones de cadera y rodilla (Charlton et al., 2015), su limitación hasta el momento ha sido su uso y aplicación en mediciones individuales.

En el presente estudio se siguió la metodología del levantamiento goniométrico clínico, la cual se lleva a cabo en los tres planos de evaluación anatómica: el plano sagital, que atraviesa el cuerpo longitudinalmente y lo divide en dos mitades, derecha e izquierda, el plano coronal o frontal que divide el cuerpo en anterior o ventral y posterior o dorsal, el plano transversal que secciona en segmentos superiores e inferiores. Se identificaron los ejes de movimiento, que son líneas imaginarias alrededor de las cuales se producen los movimientos articulares: el eje transversal, también llamado eje medio lateral y que mide los movimientos de flexión y extensión, es paralelo al plano frontal y perpendicular al plano sagital; el eje sagital, también llamado anteroposterior, que se encuentra en sentido horizontal y sus movimientos se realizan en el plano frontal, y permite la evaluación de los movimientos de abducción y aducción, siendo paralelo al plano sagital, por último el eje longitudinal o vertical que evalúa los movimientos en el plano transversal va de arriba abajo y se encarga de los movimientos de rotación (Kapandji, 2008).

El protocolo de levantamiento clínico goniométrico propone posturas específicas para evaluar la amplitud angular de movimiento, en la posición decúbito supino la persona se acuesta de espaldas en una superficie plana, esta posición es requerida para los movimientos de flexión en hombro, codo y cadera, así como para la rotación interna y externa de hombro. En la posición decúbito prono, la persona se acuesta boca abajo, esta posición es requerida para los movimientos de extensión en hombro, rodilla, codo y cadera. Los movimientos de abducción y aducción en hombro y cadera se registran en postura neutra de pie en el plano frontal (Norkin & White, 2006).

El objetivo del presente estudio fue diseñar y validar un instrumento de evaluación goniométrica, que permitiera sistematizar el proceso en posturas funcionales, requeridas en el diseño de objetos y espacios, lo que implica realizar dichos levantamientos en postura de pie, sustituyendo las posturas decúbito supino y decúbito prono, además de poder realizar dichas evaluaciones sin la técnica de palpación directa de los sujetos evaluados que realiza en la práctica clínica un especialista en el área de la salud, se propone entonces que el levantamiento pueda ser realizado a distancia. Las variables del estudio se centrarán en los movimientos implícitos en la motricidad gruesa de las extremidades superiores e inferiores: el movimiento de flexión, movimiento que indica el doblamiento del ángulo entre dos partes del cuerpo, el movimiento de extensión que indica el enderezamiento entre esas mismas partes del cuerpo, el movimiento de rotación, que indica el giro de una parte del cuerpo en torno a su eje longitudinal, el movimiento de abducción que implica el alejamiento del plano medio y el movimiento de aducción, que es el movimiento opuesto o de acercamiento al plano medio (Taboadela, 2007). Estos movimientos y articulaciones fueron definidos por ser los de mayor utilidad en el diseño de objetos y espacios que demandan movimientos repetitivos.

Con base en los criterios anteriores, se diseñó un visor goniométrico de círculos concéntricos, que se validó mediante un muestreo con un grupo de 48 jóvenes universitarios

entre 19 y 24 años, 24 mujeres y 24 hombres, cuyo resultado se comparó contra las bases de datos existentes, con los siguientes resultados.

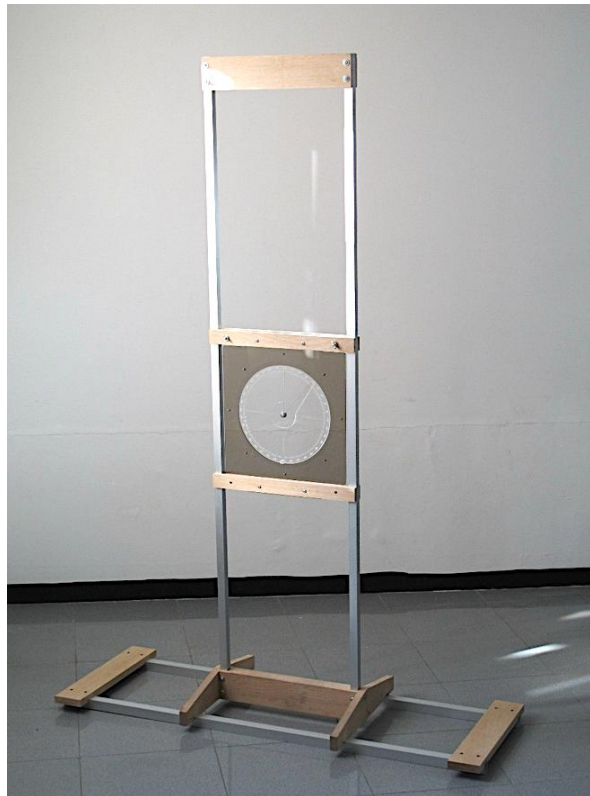
Materiales y métodos

Como se ha descrito, el instrumento comunmente empleado en la práctica clínica es el goniómetro universal de dos brazos, el cual requiere del contacto físico con el paciente para la palpación del eje, la colocación del goniómetro y el giro del brazo móvil que acompaña el movimiento del segmento corporal, este instrumento es fiable en el registro de amplitudes absolutas. Sin embargo, debido a que nuestro interés no es el registro clínico personal del ROM, sino el arco de movimiento funcional de un grupo poblacional, se diseñó un goniómetro, que conjunta tres principios funcionales: el registro a distancia de un visor goniométrico, la referencia del goniómetro de círculos concéntricos que permite mediciones relativas a posturas de la persona evaluada, y la operación mecánica manual de los goniómetros de dos brazos.

El visor de círculos concéntricos para evaluaciones goniométricas funcionales está compuesto por dos estructuras fabricadas con perfil de aluminio y madera, la estructura vertical permite el desplazamiento arriba-abajo del visor goniométrico, sus dimensiones son de 200 cm de altura por 40 cm de ancho; esta se desplaza izquierda-derecha sobre la estructura horizontal que mide 120 cm de largo por 50 de ancho, como se muestra en la Figura 1. La combinación de movimientos permite evaluar desde la articulación del cuello hasta la del tobillo mediante el desplazamiento horizontal y el desplazamiento vertical posibilita la evaluación bilateral a distancia y de manera ortogonal respecto a la articulación a evaluar, en los planos de evaluación anatómica frontal y lateral.

El visor de círculos concéntricos está compuesto por cuatro láminas de metacrilato de 3 mm de espesor, las cuales se enmarcan en dos travesaños horizontales de madera, el travesaño superior cuenta con dos perillas de presión que posibilitan su estabilización a la estructura vertical. La primera lámina funciona como soporte para la ubicación de las láminas restantes. La segunda lámina de las mismas dimensiones tiene una sustracción circular de 30 cm de diámetro, en el borde externo de la sustracción tiene una graduación que va de 0° a 180° y de 180° a 0°. La tercera lámina es un círculo de 29,8 cm de diámetro que complementa la sustracción de la segunda lámina, en su borde interno también cuenta con la graduación de 0° a 180° y de 180° a 0°, en ambos casos asumiendo el criterio de graduación de los goniómetros clínicos. La cuarta lámina tiene una configuración de aguja que es la que acompaña el arco de movimiento articular.

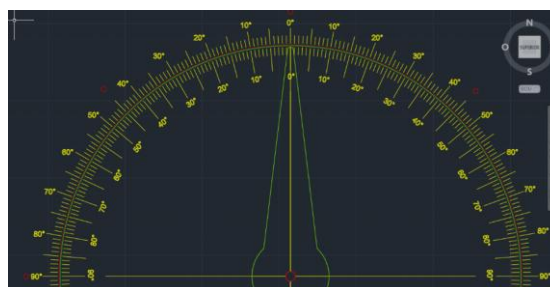
Figura 1. Visor goniométrico de estructura corrediza en sentido izquierda – derecha / arriba – abajo. Con sistema de diales concéntricos graduados a 180° y líneas de referencia relativa a postura.



Elaboración propia.

El conjunto de láminas comparte un eje concéntrico que permite su ensamble por medio de tornillo y tuerca, esto posibilita el giro del disco, si fuera necesario registrar una postura relativa a una posición diferente a la neutra y el giro de la aguja, que acompaña el arco de movimiento de la articulación, tal como ocurre con los brazos del goniómetro universal, este sistema permite la medición a distancia, sin la necesidad del contacto con los segmentos corporales, ubicando el eje coaxial con la articulación a evaluar. La graduación de la lámina que tiene la sustracción circular permite ubicar el ángulo inicial donde se lleva a cabo la medición goniométrica, este conjunto de elementos configura el sistema de medición del visor goniométrico, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2. Detalle de los elementos que componen el sistema de medición del visor goniométrico.



Elaboración propia.

La muestra poblacional

El tamaño de la muestra es considerado adecuado para estudios de validez concurrente, ya que el objetivo fue equiparar los resultados con los datos de la AAOS. De acuerdo con las recomendaciones metodológicas propuestas por Hulley et al. (2013), las muestras en el rango de 30 a 50 sujetos son apropiadas para estimar correlaciones con estabilidad aceptable. Una vez validado el instrumento, se llevará a cabo un levantamiento con un tamaño mayor de muestra, con el objetivo de obtener datos confiables y detectar relaciones entre variables.

A los participantes se les solicitó vestir con ropa deportiva que permitiera visualizar con claridad los arcos de movilidad, ver Figura 3.

No se aplicaron instrumentos estandarizados de evaluación de la actividad física a la muestra poblacional evaluada, sin embargo, los participantes manifestaron no contar con antecedentes de lesiones y realizar actividad física regular, entendida como aquella de caminar al menos 150 minutos por semana.

Como método de medición para el arco de movimiento articular, se implementó el Método del Cero Neutro, en donde la posición de medición comienza a partir de la posición cero también conocida como posición neutral, misma que utiliza el Comité para el estudio de la movilidad articular de la Academia Americana de Cirujanos Ortopédicos (AAOS) y la Asociación Médica Americana (AMA: American Medical Association) (Taboadela, 2007).

Se agendaron grupos de 9 estudiantes cada hora, se les mostró y explicó el funcionamiento del instrumento, así como el propósito de la evaluación, cada participante se encargó de llenar su ficha de registro y el consentimiento informado. Se solicitó a los participantes ubicarse a una distancia de 2,5 metros frente al visor goniométrico, en la pantalla del aula, se mostró secuencialmente cada uno de los movimientos a evaluar. El técnico de la investigación, estudiante del 9no semestre de Terapia Física, extendió la explicación cuando fue necesario y se encargó de corregir posturas y movimientos, los dos prestadores de servicio social registraron manual y digitalmente los datos en una hoja de registro diseñada para tal fin, ambos investigadores validaban el levantamiento de datos con el uso del visor goniométrico, para la consistencia de los datos, evitando errores intraevaluador e interevaluador.

Figura 3. Levantamiento con visor goniométrico en uso con muestra representativa de jóvenes universitarios.



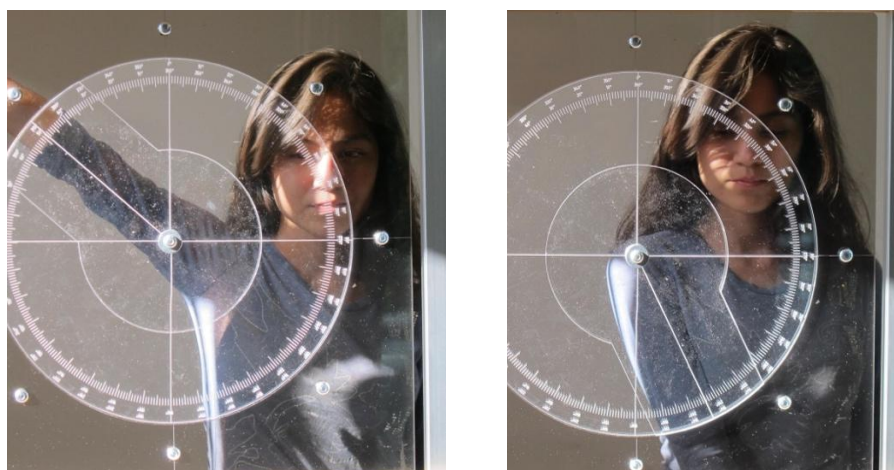
Elaboración propia.

El espacio en el que se realizó el levantamiento fue una sala, que cuenta con una pared lisa con fondo blanco de 4 metros por 2,5 metros sobre la que se coloca a la persona a medir. En una pantalla se proyectó la secuencia del protocolo, con el siguiente orden:

- a) Articulación de hombro, movimiento de flexión, en plano sagital, posición de pie, con hombro a 0° , antebrazo en pronosupinación, centro de visor colocado sobre acromion, la línea media del círculo concéntrico fijo del visor, alineada al medio axilar, el círculo concéntrico móvil alineado al eje medio longitudinal del húmero, en un movimiento de alejamiento anterior a la línea media del plano sagital.
- b) Articulación de hombro, movimiento de extensión, en plano sagital, posición de pie, con hombro a 0° , antebrazo en pronosupinación, centro de visor colocado sobre acromion, la línea media del círculo concéntrico fijo del visor, alineada al medio axilar, el círculo concéntrico móvil alineado al eje medio longitudinal del húmero, en un movimiento de alejamiento posterior a la línea media del plano sagital.
- c) Articulación de codo, movimiento de flexión, en plano sagital, posición de pie, con hombro en posición de 0° , el centro del visor se coloca sobre la proyección del hueso epicóndilo lateral, la línea media del círculo concéntrico fijo del visor alineada con la línea media longitudinal del cúbito al igual que el círculo concéntrico móvil, en un movimiento de doblamiento del antebrazo hacia el plano coronal o frontal del cuerpo.

- d) Articulación de cadera, movimiento de flexión en plano sagital, posición de pie, con la rodilla en flexión mayor de 90° , el centro del visor se coloca sobre el trocánter mayor, la línea media del círculo concéntrico fijo se alinea con la línea media de la pelvis y el círculo concéntrico móvil, se alinea con la línea media longitudinal del muslo tomando como reparo poseo el cóndilo femoral externo, en un movimiento de cadera que acerca la pierna al torso (hacia adelante).
- e) Articulación de cadera, movimiento de extensión en plano sagital, posición de pie, con la rodilla a 0° , el centro del visor se coloca sobre el trocánter mayor, la línea media del círculo concéntrico fijo se alinea con la línea media de la pelvis y el círculo concéntrico móvil, se alinea con la línea media longitudinal del muslo tomando como reparo óseo el cóndilo femoral externo, en un movimiento de cadera que acerca la pierna al torso (hacia atrás).
- f) Articulación rodilla, movimiento de flexión, en plano sagital, posición de pie, con la cadera a 90° , el centro del visor se coloca sobre el cóndilo femoral externo, y el círculo concéntrico fijo se alinea con la línea media longitudinal del muslo, mientras que el círculo concéntrico móvil, se alinea con la línea media longitudinal de la pierna, en un movimiento de doblamiento hacia atrás.
- g) Articulación de hombro, movimiento de aducción, en plano frontal, posición de pie, hombro a 0° , antebrazo en pronosupinación, centro de visor colocado sobre acromion, la línea media del círculo concéntrico fijo del visor, alineada al medio axilar, el círculo concéntrico móvil alineado al eje medio longitudinal del húmero, en un movimiento de acercamiento a la línea media del plano frontal, por delante del tórax, ver Figura 4.

Figura 4. Movimiento de abducción y aducción con visor óptico y medición de amplitud angular de movimiento.



Elaboración propia.

- h) Articulación de hombro, movimiento de abducción, en plano frontal, posición de pie, con hombro a 0° , antebrazo en pronosupinación, centro de visor colocado sobre acromion, la línea media del círculo concéntrico fijo del visor, alineada al medio axilar, el círculo concéntrico móvil alineado al eje medio longitudinal del húmero, en un movimiento de alejamiento a la línea media del plano frontal.



- i) Articulación de hombro, movimiento rotación externa en plano sagital, posición de pie, con hombro en posición de 90° de abducción y codo a 90° de flexión, antebrazo y muñeca en posición de 0°, el centro de visor colocado sobre la proyección del acromion a codo, la línea media del círculo concéntrico fijo del visor, alineada con la vertical perpendicular al suelo y el círculo concéntrico móvil alineado con la línea media longitudinal del cúbito tomando como reparo óseo la apófisis estiloides del cúbito, en un movimiento de acercamiento del suelo (hacia adelante).
- j) Articulación de hombro, movimiento rotación externa en plano sagital, posición de pie, con hombro en posición de 90° de abducción y codo a 90° de flexión, antebrazo y muñeca en posición de 0°, el centro de visor colocado sobre la proyección del acromion a codo, la línea media del círculo concéntrico fijo del visor, alineada con la vertical perpendicular al suelo y el círculo concéntrico móvil alineado con la línea media longitudinal del cúbito tomando como reparo óseo la apófisis estiloides del cúbito, en un movimiento de alejamiento del suelo (hacia atrás).
- k) Articulación cadera, movimiento de abducción, en plano frontal, posición de pie, con la rodilla a 0°, el centro del visor se coloca sobre la espina ilíaca y círculo concéntrico fijo se alinea con la espina ilíaca anterior superior opuesta y el círculo concéntrico móvil, se alinea con la línea media longitudinal del fémur, en un movimiento de alejamiento a la línea media del plano frontal.









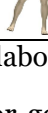
Los datos cuantitativos se registraron en tablas de Excel, el personal a cargo del levantamiento estuvo compuesto por tres instructores-beca de Terapia Física y Diseño Industrial y los dos investigadores responsables del proyecto.

Resultados y discusión

Sobre los resultados, se identifican diferencias máximas de variabilidad en el mismo movimiento de hasta más de 30° en ambos géneros, entre las posibles causas se encuentra el sedentarismo, sobrepeso vs la práctica habitual de ejercicio o las características genéticas individuales. Las diferencias de amplitud en el mismo movimiento entre hombres y mujeres se reducen a menos de 20° y en su mayoría cercana a una variabilidad de 10° tanto en amplitudes mínimas, como en máximas, esto se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Amplitudes de movilidad articular, jóvenes universitarios de 18 a 24 años ambos sexos.

N.	Plano	Articulación	Movimiento		Máxima	Mínima	Media aritmética	Desviación estándar
					Femenino			
					Masculino			
1	Sagital	Hombro	Flexión		184°	150°	167°	10,74
					175°	158°	169°	5,58
2	Sagital	Hombro	Extensión		50°	27°	44°	7,31
					63°	46°	54°	5,20

3	Sagital	Codo	Flexión		161°	135°	148°	5,06
					161°	143°	152°	7,79
4	Sagital	Cadera	Flexión		100°	69°	89°	14,22
					90°	73°	81°	7,38
5	Sagital	Cadera	Extensión		33°	20°	26°	3,63
					40°	16°	28°	6,67
6	Sagital	Rodilla	Flexión		115°	94°	100°	8,99
					118°	92°	100°	10,10
7	Frontal	Hombro	Abducción		178°	145°	166°	10,27
					180°	160°	170°	7,54
8	Frontal	Hombro	Aducción		35°	10°	22°	8,10
					38°	11°	30°	6,08
9	Frontal	Hombro	Rotación interna		66°	43°	54°	8,26
					76°	55°	65°	7,69
10	Frontal	Hombro	Rotación externa		95°	68°	81°	7,99
					105°	76°	90°	9,72
11	Frontal	Cadera	Abducción		48°	29°	38°	6,50
					50°	35°	42°	5,77

Elaboración propia.

Respecto a la validación del visor goniométrico a distancia, para el levantamiento en posturas funcionales a través de la concurrencia con las bases de datos existentes de población anglosajona y publicadas por Academia Estadounidense de Cirujanos Ortopédicos (AAOS), se obtuvieron coincidencias dentro o cercanas al parámetro (American Academy of Orthopaedic Surgeons & British Orthopaedic Association, 1965).

Solo en tres evaluaciones se obtuvieron diferencias significativas:

- Movimiento número 4) Flexión de cadera, se registró una diferencia en el registro mínima de 20° en donde la AAOS registra un posible arco de movimiento de 0° a 120° y esta investigación registra un arco de movimiento de 89° a 100°, la razón de esta diferencia es la diferencia en la postura de evaluación, la AAOS la realiza en posición decúbito supino, el levantamiento de esta investigación realizó la evaluación en posición de pie, por tratarse de mediciones en posiciones

funcionales para su aplicación en el diseño.

- Movimiento número 6) Flexión en rodilla, se registró una diferencia de 35° en la que la AAOS marca un arco de movimiento de 135° y esta investigación registra un arco de movimiento de 92° a 115°, nuevamente la razón de esta diferencia es la postura en la que se realizó la medición, en donde la AAOS la evalúa en posición decúbito prono, y la presión dorsal y posterior liberan la articulación para mayor amplitud de movimiento respecto a la posición de pie.
- Movimiento número 8) Aducción de hombro, en donde la AAOS establece un arco de movimiento de 0° nuestra investigación arroja un arco de movimiento de 10° a 38°, para este caso, se menciona que la Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, (Asociación para el Estudio de la Fijación Interna) (Ryf & Weymann, 1999) refiere una amplitud de 30°, muy cercana al levantamiento realizado.

Como se ha mencionado, el levantamiento goniométrico de la presente investigación tiene como propósito el estudio de la movilidad funcional y no la práctica clínica, por ello se definió la postura de pie, para el registro de todos los arcos de movilidad.

Tabla 2. Comparación goniométrica con datos de la AAOS.

Articulación	N.	Movimiento	Datos de la AAOS Estudio Taboadela (2007)	Estudiantes mexicanas de 18-24 años	
				Estudio actual promedio mujeres	Estudio actual promedio hombres
Hombro	1	Flexión	0-180°	167°	169°
Hombro	2	Extensión	0-60°	44°	54°
Codo	3	Flexión	0-150°	148°	152°
Cadera	4	Flexión	0-120°	89°	81°
Cadera	5	Extensión	0-30°	26°	28°
Rodilla	6	Flexión	0-135°	100°	100°
Hombro	7	Abducción	0-180°	166°	170°
Hombro	8	Aducción	0°	22°	30°
Hombro	9	Rotación interna	0-70°	54°	65°
Hombro	10	Rotación externa	0-90°	81°	90°
Cadera	11	Abducción	0-45°	38°	42°

Nota. Los datos del estudio actual corresponden a la muestra de esta investigación. Los datos de la columna Taboadela (2007) fueron adaptados de “Goniometría: Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales”, por Taboadela C. Asociart ART.

Los promedios del levantamiento realizado se encuentran dentro y cercanos a la amplitud máxima referida por la AAOS, lo cual puede ser atribuido a las características individuales de edad (19 a 24 años), ya que los jóvenes presentan arcos de movimiento mayores que los adultos, lo anterior debido a la laxitud ligamentosa y al mayor contenido de agua en las estructuras anatómicas (Taboadela, 2007).

Conclusiones

A excepción de las mediciones en donde se modificaron las posturas de evaluación, las amplitudes del ROM en los movimientos restantes presentan variaciones máximas de 11° con respecto a la amplitud validada de la AAOS. Lo que permite inferir de manera general, que la amplitud angular articular, está condicionada por la postura, sin embargo, las variaciones identificadas también podrían deberse a particularidades como la genética, el sedentarismo o posibles lesiones no declaradas en los individuos evaluados, por lo que se sugiere como oportunidad para un estudio futuro, un cuestionario previo que identifique de manera precisa las características propias de la muestra de estudio.

El registro a distancia, permitió la sistematización metodológica e instrumental, al posibilitar un levantamiento funcional de los 11 movimientos, en los dos planos, de las cuatro articulaciones en una sesión de trabajo, con el grupo poblacional de 48 individuos, en un tiempo promedio de 5 minutos por sujeto, por lo que este proceso podría reducir y facilitar el tiempo de levantamiento para grupos poblacionales más numerosos, con lo que podrían calcularse datos representativos por edad y sexo, lo que abre la posibilidad para una siguiente línea de investigación, un estudio por cohorte de edad para presentar resultados comparativos entre jóvenes y adultos o adultos mayores.

Los resultados permiten concluir que existe una diferencia significativa de movilidad articular entre mujeres y hombres, ya que en todas las articulaciones evaluadas se encontró que las mujeres presentan un movimiento 10° menor que el movimiento de los hombres, excepto en el movimiento de flexión de cadera, en el que las mujeres presentan un movimiento 8° mayor que el de los hombres.

Gracias a los datos empíricos obtenidos, se infiere la pertinencia del instrumento en el campo del diseño, sin embargo, esta premisa deberá comprobarse mediante la aplicación del visor goniométrico en estudios de casos concretos, para lo que se propone llevar a cabo un levantamiento para un proyecto específico en el que los resultados goniométricos puedan aplicarse al diseño de productos y espacios para acotar el movimiento funcional, como pudiera ser la operación de un vehículo, un aparato de ejercicios o un puesto de trabajo, con los límites de amplitud de movimientos y alcances relativos a su postura, edad, sexo y condición particular de un grupo poblacional.

Referencias

- American Academy of Orthopaedic Surgeons, & British Orthopaedic Association. (1965). *Joint motion: Method of measuring and recording*. Churchill Livingstone.
- Charlton, P. C., Mentiplay, B. F., Pua, Y.-H., & Clark, R. A. (2015). Reliability and concurrent validity of a smartphone, bubble inclinometer and motion analysis system for measurement of hip joint range of motion. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 18(3), 262–267. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2014.04.008>
- Hulley, S. B., Cummings, S. R., Browner, W. S., Grady, D. G., & Newman, T. B. (2013). *Designing clinical research* (4th ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Kapandji, A. I. (2008). *Fisiología articular: Vol. I* (6ª ed.). Editorial Médica Panamericana.
- Norkin, C. C., & White, D. J. (2006). *Goniometría: Evaluación de la movilidad articular* (3ª ed.). Marbán Libros.
- Norkin, C. C., & White, D. J. (2009). *Measurement of joint motion: A guide to goniometry* (4th ed.). F.A. Davis Company.
- Ryf, C., & Weymann, A. (1999). *Range of motion: AO Neutral-o method: Measurement and documentation*. AO Publishing; Thieme.
- Taboadela, C. (2007). *Goniometría: Una herramienta para la evaluación de las incapacidades laborales* (1ª ed.). Asociart ART.
- Torreálba, F. (2017). Aplicaciones de la goniometría en la gestión de la salud ocupacional en Venezuela. *Salud de los Trabajadores*, 25(2), 167–174.



Todos los contenidos de la revista **Ergonomía, Investigación y Desarrollo** se publican bajo una [Licencia Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) y pueden ser usados gratuitamente, dando los créditos a los autores y a la revista, como lo establece la licencia