



Journal of Behavior, Health & Social  
Issues

ISSN: 2007-0780

jcpedro@unam.mx

Asociación Mexicana de Comportamiento  
y Salud, A. C.  
México

Jiménez, Ángel Andrés; Covarrubias, Pablo; Cabrera, Felipe  
ANÁLISIS ECOLÓGICO DE UNA TAREA DE ALCANCE CON EL BRAZO CON  
ADULTOS MAYORES

Journal of Behavior, Health & Social Issues, vol. 7, núm. 1, mayo-octubre, 2015, pp. 41-53  
Asociación Mexicana de Comportamiento y Salud, A. C.  
Tlalnepantla, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=282241371004>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica  
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## ANÁLISIS ECOLÓGICO DE UNA TAREA DE ALCANCE CON EL BRAZO CON ADULTOS MAYORES

### *AN ECOLOGICAL ANALYSIS OF AN ARM REACHING TASK WITH OLDER ADULTS*

**Ángel Andrés Jiménez**  
**Pablo Covarrubias**  
**Felipe Cabrera**

Universidad de Guadalajara, Centro de Investigación  
en Conducta y Cognición Comparada,  
Guadalajara, Jalisco.

Recibido: Febrero 15, 2014  
Revisado: Noviembre 12, 2014  
Aceptado: Enero 18, 2015

Todos los autores contribuyeron en todas las fases del artículo.  
Enviar correspondencia al primer autor: angel.jimenez@cuci.udg.  
mx. Centro de Investigación en Conducta y Cognición Comparada  
Centro Universitario de la Ciénega. Universidad de Guadalajara  
Av. Universidad 1115, CP 47820 . Ocotlán, Jalisco, México

#### Resumen

Adultos mayores se sentaron frente a una mesa sobre la que se colocó un bloque de plástico a diferentes distancias. En dos actividades se evaluó la precisión con la que los participantes estimaron la 'alcanzabilidad' del bloque y los modos de acción que emplearon para alcanzarlo. Las distancias a las que se colocó el bloque se expresaron en unidades intrínsecas como la razón de la distancia del bloque sobre la longitud del brazo del participante. Los resultados mostraron que los participantes sobreestimaron sus capacidades de alcance. Diferentes modos de acción surgieron ordenadamente como función de la distancia del bloque expresada en métrica intrínseca, sugiriendo que la relación entre la longitud del brazo del participante y la distancia de bloque contribuyó a la emergencia de estos diferentes modos de acción. Al comparar la ejecución de los adultos mayores con la de adultos jóvenes, se encontró que los adultos mayores cambiaron la distribución de sus modos de acción a distancias más cercanas que los adultos jóvenes. Estos cambios en la distribución de las estrategias posturales de alcance mostradas por los adultos mayores probablemente compensaron las limitaciones biomecánicas que surgen por la edad.

Palabras clave: Posibilitador de acción, alcance con el brazo, modo de acción, percepción, adultos mayores.

## Abstract

Older adults sat before a table on which a plastic block was placed at different distances. In two activities we assessed the precision with which participants estimated the 'reachability' of the block and the modes of action employed to reach it. The distances at which the block was placed were expressed on intrinsic units as the ratio between the distance of the block and the participant's arm length. Results showed that participants overestimated their abilities to reach. Different modes of action appeared orderly as a function of the distance of the block, suggesting that the relationship between the participant's arm length and the distance of the block contributed to the emergence of different modes of action. When comparing the performance of older adults and young adults, it was found that older adults changed the distribution of their modes of action at closer distances than younger adults. These changes in the distribution of postural reach strategies displayed by older adults probably compensated the biomechanical limitations that arise with age.

**Keywords:** Affordance, arm reach, mode of action, perception, older adults.

## Introducción

En 1979, Gibson propuso que los animales capturan información visual acerca de las propiedades del ambiente para guiar sus acciones motoras no en unidades extrínsecas o arbitrarias (e.g., centímetros, metros, etc.) sino en unidades *in-trínsecas* o ecológicas. Esto es, en términos de sus propias capacidades de acción definidas por sus características estructurales y dimensionales. A esta relación, Gibson (1979) la llamó *affordance* o en castellano, *posibilitador de acción* (Cabrera, Jiménez, Covarrubias, & Villanueva, 2013). Así, un posibilitador de acción es una propiedad del ambiente relativa a las capacidades de acción del animal, que permite la emisión de un modo de acción (Mark et al., 1997) o patrón motor cualitativamente distinto a otros. Por ejemplo, objetos de un tamaño pequeño pueden tomarse usando una mano. Si se presentan objetos cada vez más grandes se llegará a un punto en el que la relación entre el tamaño de la mano (i.e., la métrica corporal) y el tamaño del objeto (i.e., la métrica ambiental) llegue a un *límite crítico absoluto* (Warren, 1984) en donde ya no sea posible para el actor sujetar el objeto con una mano y necesariamente emerja un modo de acción que involucra el uso de las dos manos (Newell, McDonald, & Baillargeon, 1993).

Con el propósito de formalizar la noción de posibilitador de acción, Warren (1984) planteó que las posibilidades de acción que una superficie ambiental ofrece a un organismo pueden describirse

como una razón o cociente entre la métrica de dicha superficie y la métrica corporal del organismo:

$$\pi = A/O \quad (1)$$

en donde A simboliza la dimensión del ambiente y O representa la dimensión corporal del organismo. Por ejemplo, al alcanzar un objeto con el brazo, A es la distancia con respecto al actor a la que se encuentra el objeto, y O es la longitud del brazo del actor; a este cociente Warren (1984, 1995) la llamó número  $\pi$ . Si A y O se miden en las mismas unidades (e.g., centímetros) y  $\pi$  es igual a 1.0, la distancia a la que se encuentra el objeto es igual a la longitud del brazo del actor. Cuando  $\pi$  es menor a 1.0, el objeto se encuentra a una distancia menor a la longitud del brazo del actor. Finalmente, cuando  $\pi$  es mayor a 1.0, la distancia del objeto es mayor que la longitud del brazo del actor.

La investigación en el campo de la psicología ecológica se ha centrado en el estudio de la percepción de las capacidades de acción de adultos jóvenes y niños en conductas tan diversas como subir escalones (Warren, 1984), caminar a través de aberturas (Chang, Wade, & Stoffregen, 2009; Higuchi et al., 2011; Warren & Whang, 1987), asir objetos con la mano (Cesari & Newell, 1999, 2000) y alcanzar objetos con el brazo (Choi & Mark, 2004; Gardner, Mark, Ward, & Edkins, 2001; Mark et al., 1997). En general, todos estos estudios han proporcionado evidencia que sugiere que la percepción de las posibilidades de acción y que la elección de los modos de acción son función de la relación entre las métricas corporal y ambiental.

Evidencia previa indica que las posibilidades de acción motora no sólo dependen de esta relación, sino que también están influidas por las restricciones biomecánicas del organismo, esto es, la capacidad muscular de generar suficiente fuerza sobre las articulaciones, así como la flexibilidad de las mismas (Cesari & Newell, 2000; Choi & Mark, 2004). Konczak, Meeuwssen y Cress (1992) evaluaron la altura máxima de un escalón que podían subir adultos mayores y adultos jóvenes. Sus resultados mostraron que la altura máxima del escalón que podían subir los adultos mayores fue menor que la de los adultos jóvenes. Este resultado sugiere que las capacidades biomecánicas de los adultos mayores, más restringidas que en los jóvenes, contribuyeron a disminuir sus capacidades de acción.

Pocos estudios desde el marco conceptual de la psicología ecológica han abordado el estudio de las posibilidades de acción y la percepción de las mismas en adultos mayores, los cuales se han centrado principalmente en el análisis de las conductas de subir y bajar escalones (Cesari, 2005; Cesari, Formenti, & Olivato, 2003; Konczak et al., 1992). Por ello, el presente experimento examinó la percepción y los modos de acción de adultos mayores, quienes presumiblemente por efecto del envejecimiento, han sufrido de alteraciones en su estructura musculo esquelética y experimentado un decremento en sus habilidades biomecánicas (e.g., Konczak et al., 1992) en diversas actividades de su vida cotidiana, una de estas actividades podría incluir alcanzar objetos con el brazo.

Recientemente, Cabrera, Jiménez et al. (2013) evaluaron la precisión con la que adultos jóvenes estimaron la 'alcanzabilidad' de una línea horizontal que se presentó a diferentes alturas. Sus resultados mostraron que las estimaciones de los participantes fueron muy precisas a alturas lejanas al límite crítico absoluto del alcance máximo vertical del brazo. Sin embargo, a alturas ligeramente superiores a este límite crítico absoluto encontraron que los participantes tendieron a sobreestimar las posibilidades de acción que ofrecía la línea horizontal.

En otro estudio, Jiménez, Cabrera y Covarrubias (2014) variaron la distancia de un bloque de plástico colocado sobre una mesa que jóvenes universitarios, hombres y mujeres, tenían que alcanzar en posición sedente. Los resultados mostraron que a medida que incrementó la distancia del bloque, surgieron diferentes modos de acción o topografías de la conducta. Cuando la distancia del bloque se expresó

en unidades extrínsecas (centímetros), los hombres quienes tenían brazos más largos que las mujeres, cambiaron sus modos de acción a distancias más lejanas que las mujeres, quienes tenían brazos más cortos. No obstante, cuando la distancia se expresó en unidades intrínsecas o números  $\pi$  (Ecuación 1), hombres y mujeres cambiaron sus modos de acción a distancias equivalentes, a pesar de las diferencias en la escala corporal (Jiménez et al., 2014).

De esta forma, cuando el bloque se situó a distancias inferiores a la longitud del brazo del actor (i.e., a distancias  $\pi < 1.0$ ), predominó el modo de acción 'sólo con el brazo'. Al situar el bloque a una distancia igual a la longitud del brazo del participante (i.e., a la distancia  $\pi = 1.0$ ), el modo de acción sólo con el brazo llegó a su límite crítico absoluto, de manera que a distancias superiores, no fue posible ni para los hombres ni para las mujeres alcanzar el bloque a través de este modo de acción y necesariamente tuvieron que incorporar otras partes del cuerpo para alcanzar el bloque, como rotar el tronco o inclinar el tronco hacia adelante. Estos hallazgos muestran que aunque la gente posee capacidades de acción diferentes cuando éstas se miden en unidades extrínsecas a su escala corporal, la métrica intrínseca constituye una relación invariante entre aspectos del ambiente relevantes para una acción motora y las dimensiones corporales del actor.

Derivado de lo anterior, el presente experimento tuvo como propósito extender la generalidad de los hallazgos encontrados con jóvenes a situaciones de alcance con adultos mayores, para lo cual planteamos tres objetivos. Primero, ofrecer una descripción de la distribución de los modos de acción de adultos mayores al alcanzar un objeto con el brazo a lo largo de diferentes distancias y comparar esta distribución con aquella encontrada con adultos jóvenes (Jiménez et al., 2014). Segundo, examinar si los juicios de 'alcanzabilidad' del adulto mayor hacia un objeto colocado a diferentes distancias, reflejan las capacidades de acción del adulto mayor, manifestadas en la distribución de sus modos de acción a lo largo de diferentes distancias. Tercero, comparar la distribución de los modos de acción y la percepción de alcance entre participantes con brazos más largos (hombres) y más cortos (mujeres) para comprobar si los adultos mayores perciben y actúan a una razón  $\pi$  constante a pesar de las diferencias en sus dimensiones corporales, tal como se ha comprobado con adultos jóvenes.

## Método

### *Participantes*

Dieciséis adultos mayores, ocho hombres entre los 59 y los 79 años de edad ( $\bar{X}=68.6$ ,  $d.e. = 6.9$ ), y ocho mujeres con edades entre los 60 y 83 años ( $\bar{X}=71.6$ ,  $d.e. = 7.2$ ), participaron de manera voluntaria. Los participantes reportaron no tener problemas musculoesqueléticos ni de movilidad. Los participantes eran usuarios del Centro Metropolitano del Adulto Mayor del sistema DIF Zapopan (Jalisco, México), centro que ofrece actividades y servicios a adultos mayores. Todos los participantes eran diestros y fueron evaluados de manera individual, no se evaluó la agudeza visual de los participantes.

### *Aparatos y situación experimental*

El experimento se llevó a cabo en una habitación de 6 x 6 m. Los aparatos que se usaron fueron los mismos y la situación experimental fue idéntica que en nuestro estudio previo (Jiménez et al., 2014). Los participantes se sentaron en una silla de altura ajustable a la que se le retiró el respaldo, frente a una mesa de madera de 70 cm de largo por 45 cm de ancho y de altura ajustable. Se adhirió a la superficie superior de la mesa una hoja de estireno blanco de 2 mm de espesor, material opaco, de textura lisa y sin rugosidades. Sobre esta superficie se presentó a diferentes distancias un bloque de plástico de color rojo de 3 cm de largo, 1.5 cm de ancho y 2 cm de alto. Se utilizó una videocámara Sony, modelo Handycam, montada en un trípode para grabar la sesión experimental desde el costado derecho del participante. Se usó también una regla T, una computadora portátil Hewlett Packard, una impresora Hewlett Packard, hojas de registro, un banco de asiento plano y altura ajustable, y un antropómetro tipo Martin.

### *Procedimiento*

Cada participante fue evaluado en una sola sesión experimental que tuvo una duración aproximada de 50 minutos. Se informó al participante que estaba participando en un estudio acerca de cómo nuestra percepción del mundo guía nuestras acciones, y que en particular estábamos interesados en comprender cómo la distancia de los objetos afecta la manera en que la gente los alcanza. Cada participante dio su consentimiento verbal para ser grabado en video. La sesión experimental se dividió en dos tareas, el pro-

cedimiento fue idéntico al llevado a cabo en nuestro estudio previo (Jiménez et al., 2014) con excepción de la Tarea 1, que se describe más adelante.

Antes de iniciar las dos tareas, se midieron con el antropómetro tres dimensiones corporales: 1) la altura poplítea, que se definió como la distancia entre el piso y el hueco poplíteo (hueco que se forma al sentarse en el vértice que forman la pierna y el muslo) con el participante en posición sedente, 2) la altura al hombro, definida como la distancia comprendida desde la superficie del asiento hasta el acromion (hueso que forma la cresta superior del hombro) con el participante en postura sedente (para una descripción gráfica véase Jiménez et al., 2014), y 3) el alcance frontal del brazo, dimensión definida como la distancia entre el acromion derecho y los nudillos de la mano derecha, estando el participante de pie y con el brazo extendido horizontalmente hacia el frente.

Con estas mediciones, se ajustó la altura de la silla a la altura poplítea del participante y se ajustó la altura de la mesa a la mitad de la distancia entre la altura poplítea y la altura al hombro del participante. Con las alturas de la silla y de la mesa ajustadas a las dimensiones corporales del participante, se le pidió sentarse en la silla frente a la mesa formando con los muslos un ángulo recto con las piernas, se le pidió cerrar los ojos y extender el brazo derecho de manera que tocara la superficie de la mesa con la palma de la mano (ver Figura 1).



Figura 1. - Situación experimental y postura en la que se midió la longitud del brazo de los participantes. Véanse detalles en el texto.

Con el participante en esa postura, se ajustó la ubicación de la silla hacia atrás o hacia adelante, para alinear de manera vertical el codo del participante al borde anterior de la mesa. Esta distancia definió la distancia del participante con respecto a la mesa en todos los ensayos. Estas acciones permitieron asegurarnos que todos los participantes se sentaron a la misma distancia de la mesa relativa a las longitudes de sus brazos, y contribuyeron a que el ángulo del hombro (i.e., el ángulo formado por el codo, el hombro [acromion] y la cadera) de todos los participantes fuera similar al momento de llevarse a cabo las acciones de alcance, de modo que los datos de los participantes fueran comparables entre sí aunque estos tuvieran dimensiones antropométricas diferentes.

Estando aún el participante sentado en la misma postura y a la misma distancia de la mesa (descrita en la Figura 1, con el codo alineado verticalmente al borde anterior de la mesa), con la regla T se midió la distancia entre el borde anterior de la mesa y la punta del dedo pulgar del participante (véase Jiménez et al., 2014). Esta distancia definió la longitud del brazo del participante, la cual se utilizó para calcular las distancias a las que se colocó el bloque de plástico. Esto es, las distancias se definieron como números  $\pi$  o unidades intrínsecas (Ecuación 1), y con ello se equiparó la distancia del bloque a través de los participantes. En ensayos consecutivos, el bloque de plástico se presentó en orden aleatorio a 11 distancias  $\pi$ : 0.70, 0.75, 0.80, 0.85, 0.90, 0.95, 1.00, 1.10, 1.20, 1.30 y 1.40. Cada una de estas distancias correspondió a una proporción de la longitud del brazo del participante. Por ejemplo, si la longitud del brazo de un participante era de 35 cm, ésta distancia correspondió a  $\pi = 1.00$ . Para este participante la distancia  $\pi = 0.9$  correspondió a 31.5 cm (i.e., una proporción 0.9 menor que la longitud de su brazo). Sentado el participante a la distancia de la mesa descrita anteriormente, a continuación inició la Tarea 1.

#### *Tarea 1. Estimación del alcance con el brazo.*

Se informó al participante que se iba a colocar un bloque de plástico a diferentes distancias en la superficie de la mesa y que su tarea consistiría en informar al experimentador verbalmente si podía alcanzar el bloque con sólo extender el brazo derecho (i.e., usando el modo de acción sólo con el brazo). El experimentador modelaba el tipo de alcance en el que el participante debía basar sus juicios, y también modelaba dos tipos de alcance que eran considerados no apropiados para los juicios:

a) inclinarse hacia adelante flexionando la cintura (i.e., el modo de acción con el brazo y tronco) y b) mover el hombro hacia adelante girando el tronco (i.e., el modo de acción con el brazo y hombro; véanse las definiciones de estos tres modos de acción en la sección de análisis de datos). Se pidió al participante permanecer sentado durante todo el tiempo y mantener las manos sobre los muslos. Los ensayos iniciaban pidiendo al participante que cerrara los ojos, mientras el participante tenía los ojos cerrados uno de los experimentadores acomodaba el bloque a la distancia que correspondía para ese ensayo. A continuación se le pedía que abriera los ojos y que informara verbalmente si juzgaba que podía alcanzar el bloque, con lo cual terminaba el ensayo y se le pedía que volviera a cerrar los ojos para iniciar el siguiente ensayo. Los participantes hicieron tres juicios para cada una de las 11 distancias  $\pi$  a las que se presentó el bloque. Por consiguiente, la Tarea 1 consistió en 33 ensayos, las distancias se presentaron en orden aleatorio y el bloque siempre se colocó alineado al hombro derecho del participante.

#### *Tarea 2. Análisis de modos de acción.*

Inmediatamente después de completar la Tarea 1, se informaba al participante que en los siguientes ensayos iba a alcanzar el bloque. Se le indicaba que podía alcanzar el bloque de la manera que quisiera, las únicas restricciones eran que debía alcanzar el bloque con el brazo derecho, sujetarlo con los dedos índice y pulgar y no podía levantarse ni mover la silla. Cada ensayo iniciaba pidiendo al participante que cerrara los ojos y que colocara las manos sobre los muslos; mientras el participante tenía los ojos cerrados uno de los experimentadores acomodaba el bloque a la distancia que correspondía para ese ensayo. A continuación se le pedía que abriera los ojos y que alcanzara el bloque; una vez que el participante había alcanzado el bloque terminaba el ensayo. Cada una de las 11 distancias  $\pi$  se evaluó cuatro veces en orden aleatorio, por lo que la Tarea 2 consistió en 44 ensayos. El bloque siempre se colocó al frente del hombro derecho del participante.

#### Análisis de datos

Debido a que el procedimiento y el rango de distancias evaluadas fueron los mismos que en nuestro estudio previo (Jiménez et al., 2014), se esperó que los participantes eligieran en cada ensayo uno de los tres modos de acción identificados previamente:



sólo con el brazo, con el brazo y hombro, y con el brazo y tronco. El modo de acción sólo con el brazo se definió como alcanzar el bloque extendiendo el brazo, la mano y los dedos hacia adelante, sin rotar el tronco ni inclinarlo hacia adelante (Mark et al., 1997). El modo de acción con el brazo y hombro consistió en alcanzar el bloque extendiendo el brazo, la mano y los dedos hacia adelante rotando el tronco sin inclinarlo hacia adelante; esta rotación del tronco desplazaba el hombro (acromion) hacia adelante y permitía alcanzar un poco más lejos que con el modo de acción sólo con el brazo (Gardner et al., 2001). El modo de acción con el brazo y tronco se definió como extender el brazo, la mano y los dedos hacia adelante inclinando el tronco hacia adelante al nivel de la cintura, lo cual permitía alcanzar aún más lejos que con el modo de acción con el brazo y hombro (Gardner et al., 2001).

Los videos de las sesiones experimentales fueron revisados por dos jueces de manera independiente, la tarea de los jueces consistió en determinar el modo de acción usado por cada participante en cada ensayo. Las evaluaciones de los jueces coincidieron en el 91% de los ensayos, los videos de los ensayos restantes fueron revisados de nuevo por los dos jueces de manera simultánea en la misma computadora hasta llegar a un acuerdo.

## Resultados

### Participantes

El primer análisis consistió en comparar las dimensiones antropométricas de los dos grupos de participantes. La Tabla 1 muestra que las dimensiones antropométricas de los hombres fueron mayores que las de las mujeres. Una prueba *t* reveló que estas diferencias fueron significativas para la longitud del brazo  $t(14) = 4.35, p = 0.002$ , y el alcance frontal del brazo  $t(14) = 4.12, p = 0.002$ .

**Tabla 1.**

*Datos antropométricos de los participantes en centímetros*

Grupo	Hombres		Mujeres	
	$\bar{X}$	d.e.	$\bar{X}$	d.e.
Longitud del brazo	34.3	1.0	28.2	3.8
Alcance frontal del brazo	68.1	6.1	57.9	3.4

A continuación se examinaron las estimaciones de alcance de los participantes. La Figura 2 muestra de manera separada los promedios de hombres y mujeres referentes a la proporción de ensayos en que los participantes juzgaron que podían alcanzar el bloque usando el modo de acción sólo con el brazo a lo largo de las diferentes distancias a las que se colocó el bloque, expresadas como números  $\pi$  o métrica intrínseca. La línea vertical alineada a  $\pi$  1.0 en el eje de la abscisa señala el límite crítico absoluto del modo de acción sólo con el brazo. Hombres y mujeres mayores juzgaron que el bloque era alcanzable sólo con el brazo en prácticamente todos los ensayos desde  $\pi$  0.7 hasta  $\pi$  1.0. En las distancias  $\pi$  1.1 y 1.2, aunque la proporción de respuestas afirmativas disminuyó, hombres y mujeres juzgaron en la mayoría de los ensayos que aún podían alcanzar el bloque con el modo de acción sólo con el brazo. En la distancia  $\pi$  1.3 los hombres mayores juzgaron que podían alcanzar el bloque sólo con el brazo en una minoría de los ensayos (proporción de 0.21). Sin embargo, las mujeres mayores, aún a esta distancia afirmaron que podían alcanzar el bloque sólo con el brazo en poco más de la mitad de los ensayos (proporción de 0.54). Finalmente, a la distancia  $\pi$  1.4, hombres y mujeres mayores reportaron que no podían alcanzar el bloque en la mayoría de los ensayos.

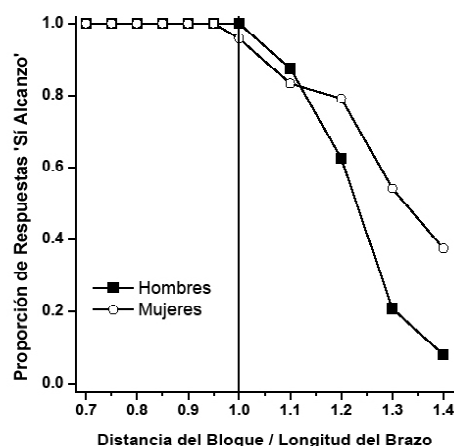


Figura 2. - Proporción de juicios de 'alcanzabilidad' del bloque como función de la distancia expresada en unidades intrínsecas como la razón entre la distancia del bloque sobre la longitud del brazo.

La gráfica izquierda de la Figura 3 muestra datos promediados de la probabilidad de elección de los diferentes modos de acción como función de las distancias del bloque expresadas en centímetros. La probabilidad de elección de un modo de acción para cada distancia se definió como la proporción de ensayos en que el participante usó ese modo de acción para alcanzar el bloque. Los cuadros llenos y vacíos representan la distribución del modo de acción sólo con el brazo para los hombres y mujeres mayores, respectivamente. La línea sólida simboliza la distribución del modo de acción con el brazo y hombro de los hombres mayores y la línea quebrada representa la distribución de las mujeres mayores. Los triángulos llenos representan la distribución del modo de acción con el brazo y tronco de los hombres mayores y los triángulos vacíos simbolizan la distribución de las mujeres. En la gráfica izquierda de la Figura 3 se puede observar que los tres modos de acción se distribuyeron de manera similar entre ambos grupos de participantes, hombres y mujeres. Sin embargo, las tres curvas de las mujeres se encuentran hacia la izquierda con respecto a las tres curvas de los hombres. Eso significa que las mujeres cambiaron de un modo de acción a otro a distancias más cercanas que los hombres debido a que éstas tenían brazos más cortos (Tabla 1).

En la gráfica derecha de la Figura 3 se representa la misma distribución de los tres modos de acción de hombres y mujeres mayores en función de la

distancia a la que se colocó el bloque expresada en métrica intrínseca o números  $\pi$  (Ecuación 1). Esta gráfica muestra que las curvas de los hombres y mujeres mayores tienden a encimarse, lo que indica que cuando la distancia del bloque se expresó en términos de métrica intrínseca las diferencias en la distribución de los modos de acción desaparecieron o disminuyeron, sugiriendo que los adultos mayores distribuyeron sus modos de acción para alcanzar el bloque basados en sus propias capacidades de acción definidas por sus dimensiones corporales.

Con respecto a la distribución del modo de acción sólo con el brazo, en la gráfica derecha de la Figura 3 se observa que a las distancias más cercanas (de  $\pi$  0.7 a  $\pi$  0.8), en casi la totalidad de los ensayos, hombres y mujeres mayores eligieron el modo de acción sólo con el brazo. A medida que el bloque se fue acercando al límite crítico absoluto del modo de acción sólo con el brazo (i.e.,  $\pi = 1.0$ ), hombres y mujeres mayores disminuyeron la elección de este modo de acción, de manera que a la distancia  $\pi$  1.0, hombres y mujeres mayores eligieron el modo de acción sólo con el brazo con una probabilidad o proporción de alrededor de 0.1. A partir de la distancia  $\pi$  1.1, la probabilidad de elección del modo de acción sólo con el brazo para hombres y mujeres mayores fue de 0.0 debido a que la distancia del bloque excedía la longitud del brazo de los participantes.

Las líneas sólida y quebrada muestran la distribución del modo de acción con el brazo y hombro a lo

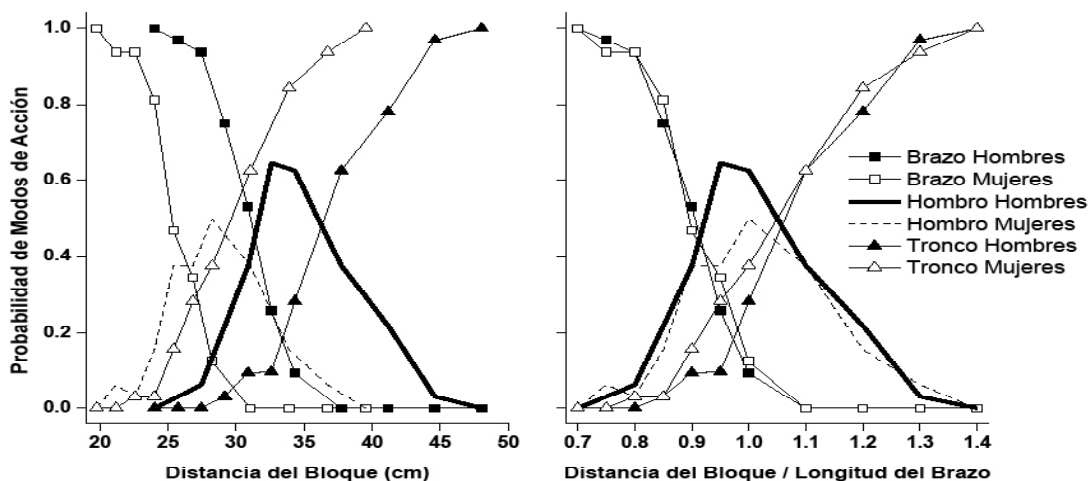


Figura 3. - Distribución de los modos de acción sólo con el brazo, con el brazo y hombro, y con el brazo y tronco a lo largo de la distancia expresada en unidades extrínsecas (gráfica izquierda) e intrínsecas como la razón entre distancia del bloque sobre la longitud del brazo (gráfica derecha).



largo de las diferentes distancias a las que se alcanzó el bloque. A las distancias más cercanas (de  $\pi$  0.7 a  $\pi$  0.8), los hombres y mujeres mayores eligieron el modo de acción con el brazo y hombro con una probabilidad de 0.0 o inferior a 0.07. Al incrementar la distancia del bloque incrementó la probabilidad de elección del modo de acción con el brazo y hombro, alcanzando su ocurrencia máxima entre las distancias  $\pi$  0.95 y  $\pi$  1.0. En las distancias superiores al límite crítico absoluto del modo de acción sólo con el brazo, la probabilidad de elección del modo de acción con el brazo y hombro disminuyó hasta llegar a una probabilidad de 0.0 a la distancia  $\pi$  1.4.

Los triángulos llenos y vacíos unidos con líneas muestran la distribución del modo de acción con el brazo y tronco para hombres y mujeres mayores, respectivamente. A distancias cercanas (de  $\pi$  0.7 a  $\pi$  0.85) este modo de acción ocurrió con una probabilidad de 0.0 o inferior a 0.04. Al incrementar la distancia del bloque incrementó gradualmente la probabilidad de elección del modo de acción con el brazo y tronco tanto para los hombres mayores como para las mujeres mayores, de manera que a la distancia  $\pi$  1.4 la probabilidad de ocurrencia del modo de acción con el brazo y tronco fue de 1.0 para ambos grupos de participantes.

La Figura 4 permite comparar la ejecución de los adultos mayores (símbolos llenos) con la ejecución de los jóvenes universitarios (símbolos vacíos) que participaron en nuestro estudio anterior (Jiménez et al., 2014). En las tres gráficas de la Figura 4, la línea vertical alineada al 1.0 del eje horizontal indica el límite crítico absoluto del modo de acción sólo con el brazo. En cada gráfica de la Figura 4 se representa la distribución de uno de los modos de acción observados a lo largo de las distancias evaluadas. Las tres gráficas de la Figura 4 revelan que la distribución de los tres modos de acción fue similar entre los mayores y los jóvenes. Sin embargo, la Figura revela diferencias en la ejecución entre ambos grupos etarios.

Una inspección visual de la gráfica superior de la Figura 4 muestra que a distancias  $\pi$  entre 0.85 y 1.0, la probabilidad de elección del modo de acción sólo con el brazo fue menor entre los hombres y mujeres mayores que entre los hombres y mujeres jóvenes. Una prueba *t* de Student reveló que estas diferencias fueron significativas en las distancias  $\pi$  0.85 ( $t(14) = 2.250, p < 0.05$ ), 0.9 ( $t(14) = 2.436, p < 0.05$ ) y 0.95 ( $t(14) = 2.427, p < 0.05$ ) entre los hombres mayores y los hombres jóvenes, pero no entre las mujeres mayores y las mujeres jóvenes.

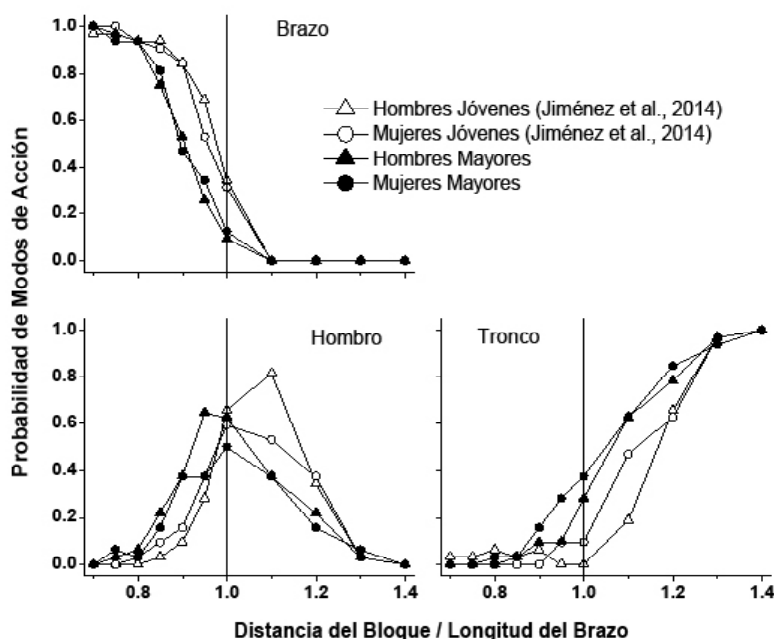


Figura 4. - Distribución de los modos de acción sólo con el brazo, con el brazo y hombro, y con el brazo y tronco de adultos mayores y adultos jóvenes a lo largo de la distancia expresada en unidades intrínsecas.

La gráfica inferior izquierda de la Figura 4 muestra que entre las distancias  $\pi$  0.85 y  $\pi$  0.95, la probabilidad de ocurrencia del modo de acción con el brazo y hombro fue más alta entre los adultos mayores que entre los jóvenes. En contraste, en las distancias  $\pi$  1.1 y 1.2, la probabilidad de elección del modo de acción con el brazo y hombro fue más baja entre los adultos mayores que entre los jóvenes. Estos hallazgos indican que los hombres y las mujeres mayores comenzaron a usar y dejaron de usar el modo de acción con el brazo y hombro a distancias más cercanas que los jóvenes. Una prueba *t* mostró que estas diferencias fueron significativas en las distancias  $\pi$  0.9 ( $t(14) = -2.679, p < 0.05$ ) y  $\pi$  1.1 ( $t(14) = 3.326, p < 0.01$ ) entre los hombres mayores y los hombres jóvenes. Las diferencias entre las mujeres mayores y las mujeres jóvenes no alcanzaron un nivel de significancia estadística.

En la gráfica inferior derecha se puede ver que de la distancia  $\pi$  0.9 a 1.2, la elección del modo de acción con el brazo y tronco tendió a ser mayor entre los hombres y mujeres mayores que entre los hombres y mujeres jóvenes, lo cual indica que los hombres y las mujeres mayores incrementaron la elección de este modo de acción a distancias más cercanas que los hombres y mujeres jóvenes. Se encontraron diferencias significativas entre los hombres mayores y los hombres jóvenes en las distancias  $\pi$  1.0 ( $t(14) = -3.813, p < 0.01$ ) y 1.1 ( $t(14) = -3.326, p < 0.01$ ), pero no entre las mujeres mayores y jóvenes. De igual forma, tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas ni entre los mayores ni entre los jóvenes, relacionadas con el sexo de los participantes en las distribuciones de los tres modos de acción.

Con la finalidad de conocer el grado de variación en la probabilidad de elección de los modos de acción a lo largo de las diferentes distancias a las que se presentó el bloque, calculamos el error estándar a la media. La Figura 5 muestra los promedios de grupo de los valores del error estándar como función de las diferentes distancias expresadas como números  $\pi$ . Cada gráfica de la Figura 5 muestra el error estándar para uno de los tres modos de acción. La Figura 5 permite ver que para los tres modos de acción, el error estándar de los adultos mayores fue más grande cuando el bloque se colocó en el límite crítico absoluto del modo de acción sólo con el brazo y a distancias alrededor del mismo. Para

los modos de acción con el brazo y hombro y con el brazo y tronco (gráficas central y derecha) se puede observar que los errores estándar fueron un poco más grandes entre las mujeres mayores que entre los hombres mayores.

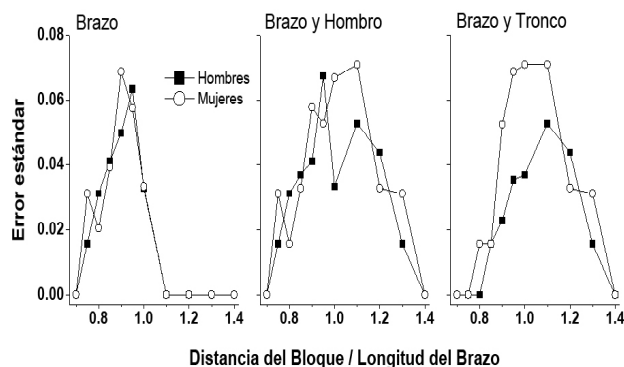


Figura 5. - Distribución del error estándar de los modos de acción sólo con el brazo, con el brazo y hombro, y con el brazo y tronco como función de la distancia expresada en unidades intrínsecas.

## Discusión

Los resultados del presente experimento revelaron que en una muestra de adultos mayores a los que se les pidió alcanzar con el brazo en posición sedente un bloque de plástico a diferentes distancias, sus modos de acción se distribuyeron de manera ordenada a lo largo de las diferentes distancias a las que se presentó el bloque. Cuando la distancia del bloque se expresó en centímetros o unidades extrínsecas, los hombres cambiaron sus modos de acción a distancias más lejanas que las mujeres debido a que los primeros tenían brazos más largos. Sin embargo, cuando la distancia se expresó en unidades intrínsecas o números  $\pi$  (Ecuación 1), estas diferencias desaparecieron o disminuyeron y tanto hombres como mujeres mayores distribuyeron sus modos de acción a distancias equivalentes relativas a la longitud de sus brazos.

De esta manera, a distancias inferiores al límite crítico absoluto del modo de acción sólo con el brazo, el modo de acción predominante entre hombres y mujeres mayores fue sólo con el brazo. Cuando el bloque se colocó en el límite crítico absoluto del modo de acción sólo con el brazo y a distancias alrededor de éste, el modo de acción preferido por los

adultos mayores, hombres y mujeres, fue con el brazo y hombro. Por último, con el bloque a distancias superiores al límite crítico absoluto del modo de acción sólo con el brazo, los hombres y las mujeres mayores prefirieron alcanzar usando el modo de acción con el brazo y tronco. Estos hallazgos son similares a los encontrados con jóvenes universitarios (Jiménez et al., 2014) y extienden su generalidad a adultos mayores. Estos resultados proporcionan evidencia que sugiere que la emergencia de distintos modos de acción o topografías de la conducta dependió de la relación de reciprocidad entre las dimensiones corporales del participante (i.e., la longitud del brazo) y las dimensiones del ambiente (i.e., la distancia del bloque), generando diferentes posibilidades de acción para el participante a lo largo de las distancias a las que se alcanzó el bloque. Esta relación también se ha documentado en situaciones de alcance con variaciones en los requerimientos posturales de la tarea (Gardner et al., 2001), en acciones de alcance con variación en los pesos de los objetos a alcanzar (Choi & Mark, 2004), en acciones prensiles (Cesari & Newell, 1999, 2000; Lopresti-Goodman, Richardson, Baron, Carello, & Marsh, 2009; Newell, et al., 1993), en la conducta de caminar a través de aberturas (Chang et al., 2009; Higuchi et al., 2011; Warren & Whang, 1987), en la conducta de subir escalones (Cesari et al., 2003; Warren, 1984), e incluso con roedores que oprimieron una palanca en cajas operantes (Cabrera, Sanabria, Jiménez, & Covarrubias, 2013).

Al preguntar a los adultos mayores acerca de su estimación de alcance en las diferentes distancias a las que se presentó el bloque, hombres y mujeres fueron muy precisos en sus juicios cuando el bloque se presentó a distancias inferiores o iguales a su límite crítico absoluto del modo de acción sólo con el brazo. Este resultado apoya la idea de que los participantes eligieron sus modos de acción basados en la percepción o captura de información acerca de sus propias posibilidades de acción (Gibson, 1979); esto es, en términos de la relación entre las dimensiones ambientales (la distancia del bloque) y sus dimensiones antropométricas (la longitud del brazo).

No obstante, cuando el bloque se presentó a distancias superiores al límite crítico absoluto del modo de acción sólo con el brazo, los adultos mayores tendieron a sobreestimar sus capacidades de alcance. Esto es, en la mayoría de los ensayos entre las distancias  $\pi$  1.1 y 1.2 los adultos mayores afirmaron que podían

alanzar el bloque, lo cual es falso, ya que cuando  $\pi > 1.0$  la distancia del bloque excede la longitud del brazo del actor, y aunque sí es posible alcanzar el bloque inclinando el tronco, por ejemplo, no es posible alcanzarlo usando el modo de acción sólo con el brazo. Este hallazgo es consistente con estudios previos que evaluaron juicios de alcance con infantes (Rochat, 1995), con adultos jóvenes en el plano horizontal (Carello, Groszofsky, Reichel, Solomon, & Turvey, 1989; Heft, 1993; Mark et al., 1997) y en el plano vertical (Cabrera, Jiménez, et al., 2013). Este resultado pudo deberse a que en la presente situación experimental no hubo una consecuencia ni positiva ni negativa relacionada con el juicio perceptual. Algunos estudios han mostrado que cuando una acción motora está ligada a una posible consecuencia aversiva, como por ejemplo, caerse, golpearse o atorarse, los adultos mayores tienden a subestimar sus capacidades de acción en vez de sobreestimarlas (e.g., Comalli, Franchak, Char, & Adolph, 2013). Una limitación del presente estudio consistió en que no verificamos la agudeza visual de los participantes.

De manera interesante, a pesar de que los participantes sobreestimaron sus capacidades de alcance sólo con el brazo, los presentes resultados mostraron que los adultos mayores cambiaron del modo de acción sólo con el brazo al modo de acción con el brazo y hombro a distancias inferiores a su propio límite crítico absoluto del modo de acción sólo con el brazo. Es decir, los adultos mayores comenzaron a preferir el modo de acción con el brazo y hombro a distancias en las que aún les era posible alcanzar el bloque usando el modo de acción sólo con el brazo (i. e., en  $\pi$  0.95 y en  $\pi$  1.0). Este resultado es consistente con estudios previos que evaluaron acciones de alcance en posición sedente con adultos mayores (Chateauroux & Wang, 2008) y con jóvenes (Chateauroux & Wang, 2008; Jiménez et al., 2014; Mark et al., 1997).

Al comparar la ejecución de los adultos mayores del presente estudio con la ejecución de los jóvenes del estudio de Jiménez et al. (2014), se observó que los adultos mayores cambiaron del modo de acción sólo con el brazo al modo de acción con el brazo y hombro a distancias más cercanas que los jóvenes. Asimismo, los adultos mayores cambiaron del modo de acción con el brazo y hombro al modo de acción con el brazo y tronco de manera más temprana que los jóvenes. En relación a este último hallazgo, evidencia previa muestra que los adultos mayores rotan

menos el tronco al efectuar acciones de alcance que los adultos jóvenes (Cavanaugh et al., 1999; Chateauroux & Wang, 2008). Con base en esta evidencia, es probable que en el presente estudio los adultos mayores cambiaron del modo de acción con el brazo y hombro al modo de acción con el brazo y tronco a distancias más cortas que los jóvenes debido a una menor capacidad de rotación del tronco, lo cual los obligó a inclinar el tronco hacia adelante para conseguir alcanzar el bloque.

Estos hallazgos muestran que el envejecimiento se asoció con una modificación en la distribución de las estrategias posturales de alcance a lo largo de las distancias evaluadas. Estas modificaciones en las estrategias de movimiento probablemente compensaron las limitaciones biomecánicas surgidas por la edad. Los datos generados en estudios como el presente podrían servir para conocer la distribución típica de los modos de acción en acciones de alcance en posición sedente de los adultos mayores. A partir de esta base, la identificación de distribuciones de movimiento atípicas a lo largo de diferentes distancias podría ayudar a terapeutas físicos y a otros profesionales a identificar y a entrenar a adultos mayores con discapacidad motriz a conservar sus capacidades de movilidad funcional.

La falta de significancia estadística en la comparación de la ejecución de las mujeres mayores y de las mujeres jóvenes contrasta con las diferencias estadísticamente significativas encontradas entre los hombres mayores y los hombres jóvenes. Tal resultado podría sugerir que el deterioro en las capacidades de acción es más grande entre los hombres que entre las mujeres por efecto del envejecimiento. Por otra parte, los datos de las mujeres tuvieron mayor variabilidad que los datos de los hombres, aunado a la pequeñez de la muestra, variables que pueden hacer que los datos no alcancen un nivel de significancia estadística. En conclusión, estudios futuros deberían emplear una muestra más amplia de participantes y medir variables biomecánicas con la finalidad de determinar las causas de las diferencias encontradas en las distribuciones de los modos de acción al ejecutar acciones de alcance entre adultos jóvenes y mayores.

Los resultados de este estudio no revelaron diferencias significativas en la elección de modos de acción al comparar la ejecución de los hombres y de las mujeres mayores. Este resultado es consistente con la investigación ecológica sobre alcances con

adultos jóvenes en los que se comparó la elección de modos de acción entre hombres y mujeres (Choi & Mark, 2004; Jiménez et al., 2014). Nuestros resultados también coinciden con Chateauroux y Wang (2008) y con Hageman, Leibowitz y Blanke (1995), quienes desde la perspectiva ergonómica y del paradigma del alcance funcional máximo, respectivamente, tampoco encontraron diferencias significativas en la ejecución de alcances relacionadas con el sexo de los participantes.

El análisis de los errores estándar mostró que cuando el bloque se alcanzó en el límite crítico absoluto del modo de acción sólo con el brazo y a las distancias alrededor del mismo (de  $\pi$  0.9 a  $\pi$  1.1), la elección del modo de acción varió más (i.e., el error estándar fue mayor) que a las distancias alejadas de ese límite crítico absoluto. Este resultado es consistente con aquel encontrado con adultos jóvenes por Jiménez et al. (2014) y por Cabrera, Jiménez, et al. (2013). La mayor variabilidad en la elección del modo de acción en el límite crítico absoluto del modo de acción sólo con el brazo y en distancias cercanas podría deberse a que en estas distancias ocurre la transición del modo de acción sólo con el brazo al modo de acción con el brazo y hombro, distancias en donde el ajuste conductual del participante cambia al modificarse las posibilidades de acción que ofrece el ambiente (Jiménez et al., 2014).

En este estudio la distancia se expresó con números  $\pi$  (Ecuación 1) con la finalidad de poner a prueba la formalización propuesta por Warren (1984, 1995) de la noción de posibilitador de acción. Esta normalización, al expresar las distancias a las que se colocó el bloque en unidades intrínsecas, esto es, en términos de la longitud del propio brazo, hizo equiparables los datos de todos los participantes. Sin embargo, los resultados mostraron que aunque las distancias del bloque se expresaron como números  $\pi$  y el procedimiento fue idéntico, la ejecución de los adultos mayores fue diferente a la de los jóvenes que participaron en nuestro estudio previo (Jiménez et al., 2014). Este hallazgo es consistente con estudios que compararon el alcance funcional máximo de adultos jóvenes y adultos mayores y que normalizaron las distancias máximas de alcance con las estaturas de los participantes (i.e., dividiendo la distancia de alcance entre la estatura del participante). Sus resultados mostraron que a pesar de la normalización, el alcance funcional máximo fue más lejano entre los jóvenes

que entre los adultos mayores (Hageman et al., 1995; Lin & Liao, 2011). Resultados similares se encontraron en otros estudios que compararon con números  $\pi$  la ejecución de adultos mayores y adultos jóvenes en acciones de ascenso (Cesari et al., 2003; Konczak et al., 1992) y descenso de escalones (Cesari, 2005). En estos estudios, la altura máxima normalizada del escalón (expresada como la altura del escalón dividida entre la longitud de las piernas del participante) que los adultos mayores fueron capaces de subir o bajar fue menor que la altura máxima normalizada que los jóvenes subieron o bajaron.

En conjunto, estos hallazgos junto con los hallazgos del presente estudio sugieren que la razón  $\pi$  propuesta por Warren (1984, 1995) resulta insuficiente para describir las acciones de alcance de los adultos mayores en términos de la noción de posibilitador de acción al no tomar en cuenta las capacidades biomecánicas del actor. Lo anterior es consistente con la idea que las posibilidades de acción que ofrece el ambiente a un organismo no sólo dependen de la relación entre las métricas corporal y ambiental, sino que también son función de la fuerza muscular y flexibilidad articular del organismo (Cesari, 2005; Cesari et al., 2003; Cesari & Newell, 2000; Choi & Mark, 2004).

Estudios futuros podrían encargarse de proponer un modelo que dé cuenta de estos factores en la descripción de acciones de alcance en adultos mayores con la finalidad de predecir variables como la distancia máxima de alcance y la elección del modo de acción.

#### Agradecimientos

Los autores agradecen a los usuarios del Centro Metropolitano del Adulto Mayor (CEMAM) del sistema DIF Zapopan que participaron en el presente estudio, así como al personal del CEMAM por las facilidades brindadas para la recolección de los datos. Agradecemos también a Ofelia Citlalli López por su asistencia en la revisión de los videos y a Rosalío Ávila y Lilia Prado por facilitarnos un antropómetro para el registro de las dimensiones corporales. Partes de este trabajo fueron presentados en el XXII Congreso Mexicano de Análisis de la Conducta. Guanajuato, México. Noviembre de 2012, y en la 34 Reunión Anual de la Society for the Quantitative Analyses of Behavior (SQAB). Denver, Colorado, EUA. Mayo de 2011.

#### Referencias

- Cabrera, F., Sanabria, F., Jiménez, Á. A., & Covarrubias, P. (2013). An affordance analysis of unconditioned lever pressing in rats and hamsters. *Behavioural Processes*, 92, 36-46. doi:10.1016/j.beproc.2012.10.003
- Carello, C., Groszofsky, A., Reichel, F. D., Solomon, H. Y., & Turvey, M. T. (1989). Visually perceiving what is reachable. *Ecological Psychology*, 1, 27-54. doi:10.1207/s15326969eco0101\_3
- Cavanaugh, J. T., Shinberg, M., Ray, L., Shipp, K. M., Kuchibhatla, M., & Schenkman, M. (1999). Kinematic characterization of standing reach: comparison of younger vs. older subjects. *Clinical Biomechanics*, 14, 271-279. doi:10.1016/S0268-0033(98)00074-6
- Cesari, P. (2005). An invariant guiding stair descent by young and old adults. *Experimental Aging Research*, 31, 441-455. doi:10.1080/03610730500206840
- Cesari, P., Formenti, F., & Olivato, P. (2003). A common perceptual parameter for stair climbing for children, young and old adults. *Human Movement Science*, 22, 111-124. doi:10.1016/S0167-9457(03)00003-4
- Cesari, P., & Newell, K. M. (1999). The scaling of human grip configurations. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 927-935. doi:10.1037//0096-1523.25.4.927
- Cesari, P., & Newell, K. M. (2000). Bodyscaling of grip configurations in children aged 6-12 years. *Developmental Psychobiology*, 36, 301-310. doi:10.1002/(SICI)1098-2302(200005)36:4%3C301::AID-DEV5%3E3.0.CO;2-Z
- Comalli, D., Franchak, J., Char, A., & Adolph, K. (2013). Ledge and wedge: younger and older adults' perception of action possibilities. *Experimental Brain Research*, 228, 183-192.
- Chang, C.-h., Wade, M. G., & Stoffregen, T. A. (2009). Perceiving affordances for aperture passage in an environment-person-person system. *Journal of Motor Behavior*, 41, 495-500. doi:10.3200/35-08-095
- Chateauroux, E., & Wang, X. (2008). Effects of age, gender and target location on seated reach capacity and posture. *Human Factors*, 50, 211-226. doi:10.1518/001872008X250719



- Choi, H. J., & Mark, L. S. (2004). Scaling affordances for human reach actions. *Human Movement Science*, 23, 785-806. doi:10.1016/j.humov.2004.08.004
- Gardner, D. L., Mark, L. S., Ward, J. A., & Edkins, H. (2001). How do task characteristics affect the transitions between seated and standing reaches?. *Ecological Psychology*, 13, 245-274. doi:10.1207/S15326969ECO1304\_01
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. New Jersey: Erlbaum.
- Hageman, P. A., Leibowitz, J. M., & Blanke, D. (1995). Age and gender effects on postural control measures. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 76, 961-965. doi:10.1016/S0003-9993(95)80075-1
- Heft, H. (1993). A methodological note on overestimates of reaching distance: Distinguishing between perceptual and analytical judgments. *Ecological Psychology*, 5, 255-271. doi:10.1207/s15326969eco0503\_3
- Higuchi, T., Murai, G., Kijima, A., Seya, Y., Wagman, J. B., & Imanaka, K. (2011). Athletic experience influences shoulder rotations when running through apertures. *Human Movement Science*, 30, 534-549. doi:10.1016/j.humov.2010.08.003
- Jiménez, Á. A., Cabrera, F., & Covarrubias, P. (2014). Elección de modos de acción y métrica intrínseca en una tarea de alcance con el brazo. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 40, 1-24.
- Konczak, J., Meeuwssen, H. J., & Cress, M. E. (1992). Changing affordances in stair climbing: The perception of maximum climbability in young and older adults. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 691-697. doi:10.1037//0096-1523.18.3.691
- Lin, S. J., & Liao, C. F. (2011). Age-related changes in the performance of forward reach. *Gait & Posture*, 33, 18-22. doi:10.1016/j.gaitpost.2010.09.013
- Lopresti-Goodman, S. M., Richardson, M. J., Baron, R. M., Carello, C., & Marsh, K. L. (2009). Task constraints on affordance boundaries. *Motor Control*, 13, 69-83.
- Mark, L. S., Nemeth, K., Gardner, D., Dainoff, M. J., Paasche, J., Duffy, M., & Grandt, K. (1997). Postural dynamics and the preferred critical boundary for visually guided reaching. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 23, 1365-1379. doi:10.1037//0096-1523.23.5.1365
- Newell, K. M., McDonald, P. V., & Baillargeon, R. (1993). Body scale and infant grip configurations. *Developmental Psychobiology*, 26, 195-205. doi:org/10.1002/dev.420260403
- Rochat, P. (1995). Perceived reachability for self and others by 3- to 5-year-old children and adults. *Journal of Experimental Child Psychology*, 59, 317-333. doi:10.1006/jecp.1995.1014
- Warren, W. H. (1984). Perceiving affordances: visual guidance of stair climbing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 683-703. doi:10.1037//0096-1523.10.5.683
- Warren, W. H. (1995). Constructing an econiche. En J. Flach, P. Hancock, J. Caird, & K. Vicente (Eds.), *Global perspectives on the ecology of human-machine systems*, Vol. 1. Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.
- Warren, W. H., & Whang, S. (1987). Visual guidance of walking through apertures: Body scaled information for affordances. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 371-383. doi:10.1037//0096-1523.13.3.371

Self-references for authors: 3

Self-references for the JBHSI: 0