

# Desplazamiento en humanos: un ejemplar metodológico para su análisis en el laboratorio

*(Displacement in humans: a methodological example for study in the laboratory)*

**Jonathan Castillo-Alfonso<sup>1</sup>\*, Jairo Tamayo\* y Jan Carmona\*\***

\*Centro de Estudios e Investigaciones en Conocimiento y Aprendizaje Humano

\*\*Facultad de Instrumentación Electrónica

Universidad Veracruzana

(México)

## RESUMEN

Usualmente los organismos interactúan desplazándose mediante la locomoción con eventos que ocurren de forma regular en tiempo y espacio. Estos eventos, a su vez tienen distintas propiedades, algunas delimitadas por su propia ocurrencia. Ciertos eventos ocurren de manera discreta, pero otros muestran propiedades continuas como podría ser el caso del movimiento. Para registrar y analizar la forma como las propiedades del movimiento de un estímulo afectan a las propiedades del desplazamiento de un individuo, se desarrolló un Sistema Integrado para el Registro y Análisis del Desplazamiento en humanos (SIRAD-H) que permitiera registrar el desplazamiento del individuo momento a momento, reproducir el efecto de movimiento como evento de estímulo y diseñar un sistema que le permitiera al individuo interactuar con el estímulo en movimiento. Para evaluar la utilidad del Sistema, se analizaron dos condiciones vinculadas con la intermitencia o no intermitencia de un estímulo en movimiento. Los resultados mostraron la utilidad del Sistema al evidenciarse la configuración de patrones de desplazamiento diferenciales en función de las condiciones de intermitencia o no intermitencia manipuladas.

*Palabras clave.* Movimiento, desplazamiento, intermitencia, ajuste, locomoción, humanos.

## ABSTRACT

Organisms usually interact moving through locomotion with events that occur regularly in time and space. These events, in turn, have different properties, some limited to their own occurrence. Certain events occur in a discrete way, but others have continuous properties, such as motion. To register and analyze how the properties of the movement of a stimulus affect the properties of the displacement of an individual, an Integrated System for the Registration and Analysis of Displacement in humans (SIRAD-H by its acronym in Spanish) was developed that would allow to record the movement of the individual moment by moment, reproduce the effect of movement as a stimulus event and design a system that allows the individual interact with the moving stimulus. To evaluate the usefulness of the System, four conditions related to the intermittency or no-intermittence of a moving stimulus were analyzed. The results showed the usefulness of the System by showing the configuration of differential displacement patterns based on the intermittent or non-intermittent conditions manipulated.

*Key words:* movement, displacement, intermittency, adjustment, locomotion, humans.

## INTRODUCCIÓN

Los eventos que ocurren en el ambiente de un organismo y ante los que éste responde, cambian constantemente. Sin embargo, aunque el cambio pueda parecer caótico o aleatorio, en su análisis puede identificarse cierto ordenamiento y regularidad. Por esto, es posible afirmar que en cualquier evento natural siempre existe algo que cambia y algo que permanece, lo que implica que siempre existe una constancia o regularidad que subyace al cambio, y que son estas invarianzas las que les permiten a los organismos ajustarse en circunstancias de reproducción, alimentación, defensa (Gibson, 1979) o en otros generados convencional o socialmente como conducir un coche o jugar un deporte, estos últimos exclusivos de los seres humanos. En la naturaleza se observan distintos tipos de eventos que transforman su estructura ambiental: eventos físicos como traslaciones, rotaciones, colisiones, rupturas y explosiones; también eventos químicos como cambios de textura, cambios cromáticos, de oxidación y cambios de estado como la evaporación.

Aunque los eventos naturales pueden caracterizarse a partir de sus propiedades físicas o químicas, también pueden ser delimitados por su forma de ocurrencia. Éstos pueden ocurrir de forma intermitente (como eventos discretos) o de forma no intermitente (como eventos continuos). La caída de bellotas de un árbol o de un pellet de comida en un dispositivo experimental, sería un ejemplo del primero; por el contrario, el caso de la traslación o movimiento de un objeto, en el que también se puede identificar una regularidad en tiempo y espacio, sería un caso del segundo. Un ejemplo de este último, puede ser un proyectil o una pelota, o cualquier otro objeto u otro organismo que se mueve. Este caso podría analizarse en términos de una situación en la que el organismo que se analiza no

se mueve y el objeto u otro organismo se mueve a una distancia constante, es decir, que no se aproxime ni se aleje del organismo bajo análisis (Roca, 2010).

Sin embargo, este solo es un caso excepcional en la naturaleza pues generalmente los organismos se mueven. Por ejemplo, en una circunstancia de caza, tanto la presa como el predador se mueven en direcciones y velocidades específicas y uno interactúa con el otro en función de su posición y desplazamiento. Gibson (1979) enfatiza la importancia del desplazamiento en la naturaleza, en la medida en que es necesaria para la aproximación o la evitación de situaciones beneficiosas o perjudiciales. El animal aprende a identificar cada una de tales situaciones a partir de la historia que ha tenido con ellas en el pasado, por lo que estas especifican posibilidades de acción distintas (*affordances*). Dichas posibilidades de acción son susceptibles de ser percibidas desde la distancia a partir de un arreglo ambiental constituido por invarianzas de forma, colores, texturas, etc. Aunque la locomoción como desplazamiento, está restringida y dirigida por eventos ambientales (i.e. cambios que ocurren de forma regular), también puede estar determinada por el propio desplazamiento del organismo en el que también operan reglas de regularidad. Es decir, que cuando un organismo se desplaza, incluso en un ambiente estático, también se producen cambios en la estructura ambiental, esto es lo que Gibson (1979) denominó como el *flujo del arreglo ambiental o flujo de perspectiva*.

Por lo anterior, el desplazamiento resulta de vital importancia tanto en organismos no humanos como humanos (Roca, 2010) para el ajuste a las regularidades ambientales que ocurren en tiempo y espacio, ya sea que ocurran de forma discreta o continua. En el caso humano, el desplazamiento no tiene una relevancia tan amplia como en el caso de los no humanos, dado que no están implicadas necesariamente condiciones vinculadas con la supervivencia. Sin embargo, el desplazamiento participa en actividades cotidianas que ocurren como parte de un sistema de prácticas sociales en las que un organismo se desenvuelve. Conducir o practicar un deporte implica la discriminación del movimiento de un objeto y una reacción al mismo en consecuencia (Gibson & Crooks, 1938). En sí mismo, el desplazamiento del organismo implica la interacción con objetos del ambiente tanto estáticos como dinámicos (e.g. en movimiento), por lo que resulta plausible pensar en la generación de condiciones mínimas para la evaluación empírica bajo ambientes controlados de laboratorio que permitan analizar la forma como las propiedades del movimiento de un objeto afectan a las propiedades del desplazamiento de un individuo.

Se desarrolló un ejemplar metodológico que permitiera registrar y analizar la forma como un individuo se ajusta desplazándose a ocurrencias discretas (intermitentes) o continuas (no intermitentes o intermitencia=0) de los objetos de estímulo. Para lograrlo, ha sido necesario: 1. Diseñar un sistema que permita registrar momento a momento el desplazamiento de un individuo; 2. Generar un sistema que permita reproducir el efecto del movimiento como condición estimulativa; y 3. Desarrollar un sistema de respuesta y registro que le permitiera al individuo interactuar con el objeto en movimiento. Se presenta el Sistema Integrado para el Registro y Análisis del Desplazamiento en humanos (SIRAD-H) que ha permitido cumplir con estos tres requerimientos iniciales. Se realiza una descripción preliminar del Sistema, así como un ejemplo de los datos que permite analizar a partir de dos condiciones evaluadas en un estudio exploratorio.

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El Sistema Integrado para el Registro y Análisis del Desplazamiento (SIRAD-H) tiene tres componentes: un componente para el registro del desplazamiento en coordenadas X, Y y Z; un componente para la generación del movimiento aparente por medio de luces tipo led; y un componente diseñado para permitir la emisión y registro de respuestas puntuales por parte de un individuo en función de las propiedades del movimiento. Los dos últimos componentes y el sistema integrado fueron de desarrollo propio. A continuación, se describen los componentes con mayor detalle, además del sistema que los integró.

### *Desplazamiento*

Para el registro del desplazamiento de los individuos se utilizó un sistema de navegación Marvelmind® que consta de 5 sensores de señales ultrasónicas (“Beacons”) que se conectan por una banda de licencia libre de 915 MHz y con una precisión de  $\pm 2$ cm. Cuatro sensores se ubicaron en cada esquina superior de un cubículo de laboratorio de 3x5 metros, mientras que el sensor restante se instalaba en una banda elástica ajustable a la cabeza del participante. Cada 2 centímetros o cada 0.14 segundos el sistema envía pulsos con la posición del participante en X, Y y Z a un módem provisto por el mismo sistema de navegación el cual se conecta a la computadora portátil.

Para el registro del desplazamiento de los participantes se segmentó virtualmente el espacio experimental en 64 celdas (la segmentación puede ser variable). Puesto que el cubículo en el que se instaló el sistema era rectangular, las celdas también lo fueron (62.5 X 37.5 cm).

### *Condiciones de estímulo: generación del efecto de movimiento aparente*

Se empleó una serie de 600 luces LED DC5V con colores RGB que se fijaron en las paredes alrededor del cubículo de laboratorio a una altura de 70 cm desde el suelo. El encendido y apagado de las luces fue controlado por medio de una placa Arduino Uno R3 que se conectaba vía Bluetooth a una computadora portátil hp Probook 4440s equipada con Microsoft Windows XP®. El sistema permitió programar con lenguaje Java® el envío de señales a la serie de luces que controlaban su encendido y apagado. Se usaron los colores blanco y verde donde este último señalaba el área en la cual la respuesta del individuo se hacía pertinente (ver procedimiento). Para generar un efecto de movimiento aparente, las luces se encendieron en orden secuencial con un intervalo de 0.1 segundos, de manera que después de este tiempo se apagaba la luz que estaba encendida y se encendía la luz contigua siguiendo las manecillas del reloj. La distancia entre las luces fue de 3.5 cm.

### *Emisión y registro de respuesta*

La respuesta registrada consistió en una presión sobre un botón que debía darse en una tableta que portaba el participante (ver procedimiento). Para ello se utilizó una Tablet Galaxy Note 10® en donde se programó una aplicación diseñada en ambiente Android Studio® con lenguaje Java® que constó de un botón que podía presionar el sujeto en la pantalla táctil, un contador y la emisión de un sonido cada vez que incrementaba el valor del contador. Las respuestas dadas por el participante se registraban automáticamente en el sistema integrándolas junto con la información del lugar y el momento en el que eran emitidas.

### *Sistema Integrado para el Registro y Análisis del Desplazamiento en Humanos (SIRAD-H)*

Inspirado en la situación experimental utilizada por Kupalov (1969) con perros, se desarrolló un sistema integrado que permitiera registrar simultáneamente en un espacio ampliado: (a) el desplazamiento de los participantes humanos a partir del rastreo de las coordenadas de posición X, Y y Z por medio del sistema de navegación Marvelmind® (sensores de señal ultrasónica), (b) los valores de intensidad, color, ubicación e intervalo temporal de ocurrencia de la serie de luces LED y, (c) la respuesta de presión de un botón en una tableta por medio de una aplicación programada en cualquier dispositivo móvil con sistema operativo Android.

### *Outputs*

Desde una interfaz base programada en la computadora portátil se enviaban las siguientes señales: (a) a los sensores Marvelmind® para su inicialización y calibración (vía puerto serial) y, (b) a la placa Arduino (vía Bluetooth) para la inicialización, valores de intensidad, color, ubicación e intervalo temporal de la serie de luces LED.

### *Inputs*

A la interfaz base programada en la computadora portátil llegaban las siguientes señales: (a) valores X, Y y Z del sensor móvil ubicado en la cabeza del participante cada  $\pm 2\text{cm}$  o 0.14 segundos ( $\pm 7$  FPS), (b) color y ubicación del encendido de las luces en cada momento del registro y, (c) presión del botón en la pantalla táctil de la tableta y el cambio en el contador. Los tres tipos de señales llegaban a la misma interfaz, lo que permitía evaluar la coincidencia de la posición del participante, su respuesta y las propiedades de posición y encendido de la luz dependiendo de las condiciones programadas.

La interfaz base se programó en la plataforma NETBEANS (lenguaje JAVA®). Ésta contiene los códigos integrados que controlan los inputs y outputs de los sensores, la placa Arduino (luces LED) y la aplicación de la tableta. Las contingencias

programadas en el Arduino se trabajaron por medio de librerías en la plataforma Arduino con lenguaje C++®. En el caso de la tableta, se trabajó con las librerías en la plataforma Android Studio® con lenguaje JAVA®. El Sistema arroja un archivo de datos integrado en formato .csv ordenado en columnas de la siguiente forma: 1. Tiempo en milisegundos, 2. Coordenada en X, 3. Coordenada en Y, 4. Coordenada en Z, 5. Posición de la luz, 6. Puntaje (valor del contador) y, 7. Presiones al botón en la tableta. De esta manera, a partir del archivo de datos existe la posibilidad de generar distintos análisis vinculados con el desplazamiento de los individuos y su relación con la ocurrencia de eventos de estímulo, ya sean discretos o continuos (en movimiento).

La plataforma Marvelmind que registra la posición y el desplazamiento de los individuos también puede operar de forma independiente al Sistema integrado generando un archivo de datos .csv con las coordenadas de posición X, Y y Z.

## ESTUDIO PRUEBA

Con el propósito de contar con datos que permitieran probar el funcionamiento del SIRAD-H, se diseñó un estudio exploratorio en el que dos participantes fueron expuestos al mismo número de condiciones distintas de intermitencia en el movimiento. Las condiciones de intermitencia fueron elegidas con el fin de analizar directamente la forma como las propiedades del movimiento de un estímulo afectaban el desplazamiento de los individuos y la forma como ello podía evidenciarse en los registros arrojados por el Sistema. La Tabla 1 describe las condiciones a las cuales se expuso cada participante. El estudio consistió en dos fases experimentales. El Participante 1 se expuso durante la Fase 1 a la condición que se denominó sin intermitencia (SI) en la cual el movimiento del estímulo (usando las luces para generar el efecto de movimiento aparente) se presentaba sin interrupciones. Posteriormente, el mismo participante, se expuso a la condición denominada con intermitencia (CI) en la que el efecto del movimiento se veía interrumpido en algunos de sus segmentos. Por su parte, el Participante 2 se expuso a la condición inversa siendo la Fase 1 con intermitencia y la 2 sin intermitencia. En la sección de procedimiento se describen los detalles de operación de las condiciones.

*Tabla 1.* Condiciones del estudio exploratorio.

	Fase 1	Fase 2
P1	SI	CI
P2	CI	SI

**Nota:** Claves: P1= Participante 1; P2= Participante 2; SI= sin intermitencia; CI= con intermitencia.

## MÉTODO

### *Participantes*

Participaron de manera voluntaria 2 estudiantes (1 hombre y 1 mujer) de licenciatura en psicología de la Universidad Veracruzana de 18 y 26 años respectivamente. No se estableció un criterio de inclusión o exclusión de los participantes. Su asignación a cada condición experimental se dio en función del orden de llegada al laboratorio. Los participantes no recibieron nada a cambio por su cooperación en el estudio. Dado su carácter exploratorio, los participantes no firmaron ningún tipo de consentimiento informado. Sin embargo, antes de iniciar el estudio fueron informados del propósito de este.

### *Escenario*

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Comportamiento Humano Complejo M. Wertheimer del Centro de Estudios e Investigaciones en Conocimiento y Aprendizaje Humano de la Universidad Veracruzana. El Laboratorio consta de una cámara de Gesell dividida en dos: un cubículo de 3x5 metros que se empleó para el desplazamiento libre de los participantes; y el área de observación de 1.50x5 metros que se encuentra dividida del cubículo por medio de un vidrio de una sola vía, el cual se empleó como área de control y registro donde se ubicó el investigador durante la sesión experimental.

### *Procedimiento*

Una vez el participante llegaba al laboratorio se le informaba que participaría en un estudio en el que se buscaba analizar las propiedades del desplazamiento de los individuos. Se les informó que se les colocaría una banda en la cabeza con un sensor que enviaba señales de su posición dentro del espacio experimental únicamente. Si el participante estaba de acuerdo, se procedía a instalar la banda con el sensor en la cabeza mientras se le entregaba una hoja en la que se presentaron las siguientes instrucciones:

*¡Bienvenido!*

*En este estudio entrarás a un cuarto en donde podrás moverte libremente. Adentro tendrás que “atrapar” luces. Para atraparlas sitúate lo más próximo que puedas en dirección a la luz y oprime el botón “Atrapar” que aparecerá en la pantalla de una Tablet que te proporcionará el experimentador. Debes averiguar cuándo y dónde atraparlas. Ten en cuenta que se te puede acabar el tiempo.*

*¡Diviértete!*

Luego de que el participante expresaba haber comprendido las instrucciones, se le decía que se situara en el centro de la habitación y que la sesión iniciaría una vez

empezara a ver que las luces se encendían. El cubículo del laboratorio fue cerrado y el encargado se dirigía a la habitación de observación en la que iniciaba el Sistema Integrado por medio de la computadora.

Se iluminaron las luces para generar un efecto de movimiento aparente de tal manera que se viera un punto de luz “moviéndose” alrededor de la habitación. Cada una de las paredes de la habitación se dividió virtualmente en 3 secciones o paneles en los que se podían iluminar las luces de color blanco o verde. Como las luces se encendían a una misma tasa, se generaba el efecto del movimiento aparente. Para el Participante 1, la Fase 1 sin intermitencia (SI) consistió en la iluminación de los Paneles 1 y 3 de color blanco y el Panel 2 (centro de la pared) de color verde de tal manera que el movimiento seguía una secuencia continua blanco-verde-blanco. La misma secuencia se presentó en cada una de las paredes siguiendo las manecillas del reloj. La Fase 2 para este participante se denominó con intermitencia (CI) y consistió en la iluminación únicamente del Panel 2 de color verde de tal manera que el movimiento seguía una secuencia intermitente apagado-verde-apagado (solamente se iluminaban de verde los centros de cada pared). La misma secuencia se presentaba en cada una de las paredes siguiendo las manecillas del reloj. El Participante 2 se expuso a la condición inversa del Participante 1. Cada Fase constó de 50 ensayos. Un ensayo correspondió a una secuencia completa de presentación de las luces en las cuatro paredes, es decir cuando las secuencias descritas se presentaban en cada una de las paredes siguiendo las manecillas del reloj. En este sentido, cada participante se expuso a los 50 ensayos por fase, convirtiéndose en su propio control.

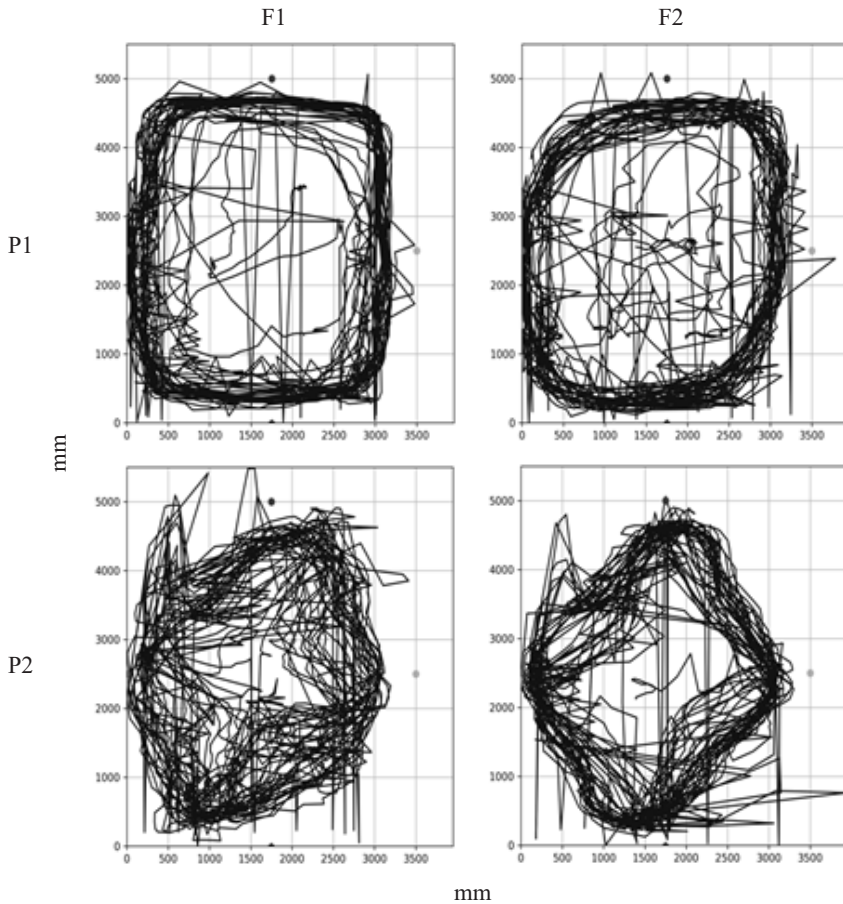
En todos los casos, el encendido de las luces en color verde o el cambio a color verde indicaba el momento y lugar en el cual la respuesta del participante generaba un cambio en un contador (respuesta efectiva). De este modo, cada vez que las luces se encendían en verde en el Panel 2 de cada una de las paredes, si el participante estaba ubicado en el área adyacente a dicha zona y emitía una respuesta en el botón de la tableta, el contador incrementaba en un punto y además emitía un sonido que le indicaba al participante el incremento en el contador. Si el participante presionaba el botón, pero no estaba en el área adyacente al cambio de luz porque se encontraba en cualquier otro lugar del cubículo del laboratorio, el contador no cambiaba. La luz blanca, por su parte, servía de indicador del movimiento, lugar y velocidad de la luz. Cada una de las fases tuvo una duración de 10 minutos. Se dio 2 minutos de descanso entre fases.



## RESULTADOS

A partir del archivo integrado de datos arrojado por el SIRAD-H, se reconstruyeron las rutas de desplazamiento de los participantes en cada una de las fases. Así mismo, se identificaron el número de respuestas totales y efectivas, así como la distancia total recorrida por los participantes en cada condición y fase. Es importante resaltar que los datos presentados son únicamente un ejemplo del tipo de análisis posibilitado por el registro arrojado por el Sistema. Debe recordarse que el registro incluye la posición momento a momento del participante, las propiedades del evento en movimiento y las respuestas del participante en relación con dicho evento, por lo que es justamente en el registro donde radica la riqueza y las potencialidades de análisis a partir de este.

Para los dos casos evaluados, se observaron distintos patrones de desplazamiento en función de las propiedades de intermitencia o no intermitencia de la luz. La Figura 1 reproduce las rutas de desplazamiento que siguieron los participantes en cada una de las fases experimentales. En el caso del Participante 1 en la Fase 1 (SI) en la que la luz estaba presente en todo momento, el patrón de desplazamiento tendió a ocurrir de manera contigua a las paredes del cubículo experimental. La misma tendencia se mantuvo en la Fase 2 (CI) en la que la luz aparecía únicamente en el panel central de cada una de las paredes en donde la respuesta era efectiva. A pesar del cambio en el patrón de ocurrencia de la luz, el desplazamiento del participante se mantuvo igual que en la Fase 1. Por el contrario, en el caso del Participante 2, el patrón de desplazamiento en la Fase 1 (CI) fue semejante a la forma de un rombo irregular lo que indica que tendió a dirigirse hacia los centros de cada una de las paredes del cubículo experimental, en algunos casos atravesando el cubículo por el centro para dirigirse a paredes opuestas. En la Fase 2 (SI) el patrón de desplazamiento fue mucho más claro y regular que en la Fase 1, lo que indica que el participante dejó de moverse por el centro del espacio experimental.



*Figura 1.* Rutas seguidas por cada participante en cada fase experimental  
**Nota:** Los ejes representan la distancia en milímetros. Los valores por encima de 3500 o 5000 milímetros representan errores de registro.

El grado de efectividad de las respuestas visto como la relación entre el número de respuestas totales (i.e. número de presiones al botón) y el número de respuestas efectivas (i.e. número de presiones al botón coincidentes con el cambio al color verde de la luz se presentan en la Tabla 2. En los dos participantes el porcentaje de efectividad aumentó de la Fase 1 a la Fase 2, aunque este efecto fue mayor en el Participante 2. Esto se debe a que, mientras que en el Participante 1 el aumento ocurrió tanto en el número de respuestas efectivas como en el número de respuestas inefectivas, en el Participante 2 disminuyó el número de respuestas inefectivas, pero aumentó el número de respuestas efectivas entre fases.

*Tabla 2.* Relación entre el número de respuestas efectivas (RE), el número de respuestas totales (RT) y su correspondiente porcentaje de efectividad (PE=porcentaje de efectividad;) para los participantes del estudio por fase.

Participante	Fase 1	Fase 2
	RE/RT (PE)	RE/RT (PE)
P1	40/253 (15.81%)	68/375 (18.13%)
P2	39/140 (27.85%)	94/145 (64.82%)

La Tabla 3 muestra la distancia total recorrida por cada participante en cada una de las fases experimentales. En los dos casos, la distancia recorrida disminuyó en la Fase 2 respecto a la Fase 1. La mayor disminución se dio en el caso del Participante 2.

*Tabla 3.* Distancia total recorrida (en metros) por participante y fase.

Participante	Fase 1	Fase 2
P1	564.2	561.7
P2	579.3	556.8

## DISCUSIÓN

Los registros arrojados por el SIRAD-H y datos analizados a partir de los mismos, en principio, han mostrado ser útiles para registrar momento a momento el desplazamiento de un individuo, reproducir el efecto del movimiento como condición estimulativa y registrar respuestas del individuo ante propiedades del movimiento. Las condiciones evaluadas han permitido a su vez explorar la forma como un individuo se ajusta desplazándose a la intermitencia o no intermitencia en el movimiento.

En este último caso, dada la naturaleza exploratoria de los datos descritos, éstos deben tomarse como preliminares, por lo que las generalizaciones que se hagan a partir de ellos deben ser validadas a partir de la replicación (intra y entre sujetos) y de la evaluación de diferentes condiciones posibilitadas por la preparación y el sistema de registro propuesto. Sin embargo, los resultados observados resultan sumamente interesantes y proporcionan evidencia sugerente acerca de la forma como los individuos pueden ajustarse a diferentes condiciones de ocurrencia de eventos mediante su propio desplazamiento.

En general, se conformaron diferentes patrones de desplazamiento en función de las condiciones de intermitencia y el orden de su exposición. En el caso del Participante 1 (SI), no se observaron diferencias en la segmentación del desplazamiento del sujeto en ambas fases, lo cual es un resultado interesante, puesto que

tanto en condiciones de intermitencia como de no intermitencia el patrón parece haber reproducido la continuidad de la luz en tiempo y espacio. El mantenimiento del patrón de desplazamiento sugiere que el participante estaba siguiendo el patrón de no intermitencia (i.d. el movimiento) de la luz de la fase previa, en la condición de intermitencia vigente en la Fase 2. Por otra parte, la diferencia en el orden de exposición de las condiciones de intermitencia tuvo un efecto distinto en el Participante 2. En este caso, en la Fase 1 (CI) la segmentación del desplazamiento tuvo un patrón diferente (representado en forma de rombo irregular) que pareció reproducir la segmentación del evento, pues se presentaron rutas entre los centros de las paredes (a modo de “atajo”). El mismo patrón en forma de rombo ocurrió en la Fase 2 (SI), en esta ocasión, de forma más regular. Esto sugiere que, aunque el evento ahora fuera continuo, su segmentación en términos de los lugares y los momentos relevantes y no relevantes (i.e. seguir la luz no era necesario para poder obtener puntos) se estableció conforme a la ocurrido a la fase anterior. Este resultado es interesante, puesto que indica que se configuraron dos patrones distintos bajo las mismas condiciones de intermitencia en el Participante 1 y el Participante 2. Es decir, si bien en ambos participantes se presentó constancia en el patrón de desplazamiento de la Fase 1 a la 2, la forma que tomó el patrón fue distinta, replicando el movimiento de la luz en el caso del participante 1, o yendo únicamente de centro a centro en el caso del Participante 2. Lo anterior sugiere que el espacio fue segmentado y configurado de manera distinta para los dos participantes en función de la propiedad de intermitencia o no intermitencia del evento con la que se tuvo el primer contacto (en la Fase 1). La configuración de diferentes patrones de desplazamiento como resultado de las condiciones de intermitencia en el movimiento puede interpretarse como un nuevo ordenamiento (Roca, 2010) o como un tipo de segmentación funcional (Ribes-Iñesta, 2018).

En el caso de la efectividad de las respuestas, el hecho de que todos los participantes tuvieran un porcentaje de efectividad bajo se debió a que, las respuestas inefectivas siempre fueron mayores a las respuestas efectivas, con excepción de la Fase 2 del Participante 2. Una posibilidad es que algunas de las respuestas inefectivas se estuvieran dando de manera anticipada al cambio de color de la luz que indicaba el momento y lugar de la respuesta efectiva. Sin embargo, esta posibilidad requiere de una mayor evaluación empírica.

Finalmente, los resultados observados en la distancia recorrida en función de la intermitencia, indican que los participantes recorrieron una mayor distancia en condiciones de no intermitencia en comparación a las condiciones con intermitencia, lo cual podría sugerir que la no intermitencia propició que los participantes “siguieran” el movimiento de la luz lo que resultó en una mayor distancia recorrida. Para corroborarlo, se requeriría una comparación momento a momento de la posición de la luz y de su correspondencia con la posición del participante.

Los registros obtenidos y su análisis han permitido visualizar las amplias posibilidades de uso del Sistema Integrado para el Registro y Análisis del Desplazamiento Humano (SIRAD-H), para el análisis sistemático de diferentes procesos de ajuste y segmentación del espacio por parte de participantes humanos ante la

manipulación de diferentes parámetros vinculados con el movimiento y la intermitencia de los eventos ante los que puede reaccionar. Una muestra de las posibilidades podría ser la siguiente:

- Analizar el efecto de manipular parámetros vinculados con la velocidad del evento y la forma como el participante se ajusta a ello desplazándose.
- Analizar la forma como el participante se ajusta a una condición en la que puede manipular con su desplazamiento los parámetros de velocidad del evento o la ocurrencia de este.
- Analizar la forma como el participante se ajusta a una condición en la que puede manipular con su posición propiedades del evento en movimiento.
- Analizar el efecto de la coincidencia espaciotemporal (la coincidencia del desplazamiento del participante con una propiedad del evento en movimiento) y todas sus potenciales derivaciones y manipulaciones paramétricas que tenga lugar.
- Analizar la forma como el participante se ajusta ante condiciones en las que el evento no es visible. De esta manera la posición del evento podría inferirse a partir de constancias en su patrón de movimiento de manera similar a las condiciones con intermitencia evaluadas en el participante 2 de este estudio, lo cual incluso podría tener contacto con la literatura sobre imaginación entendida en este caso como comportarse en ausencia de un objeto.

Las posibilidades podrían plausiblemente abrir nuevos campos de la investigación básica en las que el desplazamiento humano cobre relevancia.

## REFERENCIAS

- Gibson, J. J. & Crooks, L. E. (1938). A theoretical field analysis of automobile-driving. *The American Journal of Psychology*, 51(3), 453-471.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Kupalov, P.S. (1969). The formation of conditioned place reflexes. In M. Cole & I. Maltzman (eds.), *A handbook of contemporary Soviet psychology*. New York: Basic Books, Inc.
- Ribes-Iñesta, E. (2018). *El estudio científico de la conducta individual: una introducción a la teoría de la psicología*. CDMX: El Manual Moderno.
- Roca, J. (2010). *Psicología. Una introducción teórica*. Girona: Documenta Universitària.

(Received: July 30, 2020; Accepted: October 19, 2020)

