

100  
PSI

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
**FACULTAD DE PSICOLOGIA**



**ACTIVIDAD GENERAL Y DESPLAZAMIENTO**

T E S I S

Que Para Obtener el Título de:

**LICENCIADO EN PSICOLOGIA**

P r e s e n t a:

**JOSE GUILLERMO SOLANO FLORES**

México, D. F.

1978



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Se agradece profundamente a las siguientes personas:

DR. VICTOR COLOTLA,  
DR. CARLOS FERNANDEZ GAOS,  
MTRO. EMILIO RIBES INESTA, y  
LIC. JORGE PERALTA,

por sus valiosas críticas y acertados consejos durante la elaboración del presente trabajo.

Se agradece especialmente, por sus observaciones precisas y sus enseñanzas como excelente profesor, al MTRO. FLORENTE LOPEZ RODRIGUEZ, asesor de esta tesis.

A PATRICIA.

## C O N T E N I D O

RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
REGISTRO DE ACTIVIDAD.....	5
APARATOS DE REGISTRO DE ACTIVIDAD.....	5
Rueda de Actividad.....	5
Jaula Estacionaria.....	6
DIFICULTADES EN EL REGISTRO DE ACTIVIDAD.....	8
ALTERNATIVAS EN EL REGISTRO DE ACTIVIDAD.....	13
REGISTRO DE DESPLAZAMIENTO.....	16
KINESIS, ACTIVIDAD GENERAL Y DESPLAZAMIENTO.....	16
CONFIGURACION DEL DESPLAZAMIENTO.....	19
VELOCIDAD DEL DESPLAZAMIENTO.....	25
UN METODO DE REGISTRO DE DESPLAZAMIENTO.....	27
DEMOSTRACION SOBRE LOS ALCANCES DE UN NUEVO METODO Y SENSIBILIDAD DE UN APARATO PARA EL REGISTRO DE DESPLAZAMIENTO.....	37
METODO.....	37
RESULTADOS.....	41
CONCLUSIONES.....	97
APENDICE I: ESTIMACION DE VELOCIDADES LOCALES.....	105
APENDICE II: DESCRIPCION CONTINUA DE LOS MOVIMIENTOS Y LA POSICION.....	109
NOTAS.....	123
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	124

## R E S U M E N

A partir de la identificación del desplazamiento como elemento común a la actividad de gran parte de los organismos, y a las formas particulares de actividad a la que son sensibles diversos métodos y aparatos de registro, el registro de desplazamiento permite el estudio de la actividad de muchos organismos, con el uso de un mismo método. - En el presente trabajo se propone un método de registro de desplazamiento que permite apreciar en forma continua las variaciones temporales de la amplitud del desplazamiento - en un eje. La sensibilidad y los alcances del método para la obtención de una medida de actividad, así como la precisión del aparato utilizado, fueron puestos a prueba en una demostración en la que se emplearon ratas a las que se privó de alimento. De la línea de registro obtenida pueden hacerse análisis basados en su configuración y localización, y pueden obtenerse medidas globales y locales de actividad así como datos sobre conductas específicas como correr o - husmear. El método tiene aplicaciones en la descripción - continua, y simplificada de topografías conductuales.

## I N T R O D U C C I O N

Diversas conductas que son capaces de producir cambios en un ambiente experimental lo suficientemente sensible al movimiento de un organismo, constituyen lo que se ha llamado actividad general. En ocasiones esta actividad también ha recibido el nombre de espontánea porque ocurre aparentemente sin meta o propósito, sin estimulación externa claramente identificada que la controle.

Aparentemente, las condiciones antecedentes de pulsión son un factor determinante de la actividad, y la concepción de que la pulsión está asociada a un estado de actividad general influyó en la dirección de las primeras investigaciones. Por eso en un tiempo la actividad general fué vislumbrada como medida de pulsión, y los efectos de la privación de alimento y de agua fueron ampliamente investigados.

Sin embargo, las condiciones de pulsión no son los únicos factores responsables de los incrementos de actividad. Esta se encuentra sujeta a variaciones cíclicas de diversa índole como las producidas por la edad o por condiciones hormonales (Richter, 1922; 1927). De hecho, algunos

experimentos como los efectuados por Campbell y Sheffield (1953) y por Sheffield y Campbell (1954) representan una evidencia de que los incrementos en la actividad general bajo condiciones de privación, se deben más al aumento de la sensibilidad de los animales a cambios mínimos producidos en el medio ambiente, que a una inducción directa de la actividad. Por otra parte, parece ser que la privación de alimento efectuada mediante accesos periódicos al alimento o al agua, tiene efectos reforzantes sobre la actividad ( véanse: Finger, Reid y Weasner, 1957; Teghtsoonian y Campbell, 1960), por lo que es muy posible que el aprendizaje esté también involucrado en el incremento de la actividad.

Así, la actividad general está influida por muchos factores y constituye un fenómeno de bastante interés en las investigaciones sobre los efectos conductuales de muchas variables. A la actividad general no solamente se le ha seguido empleando en el estudio de la motivación, sino también en la investigación de ritmos biológicos, y de efectos de drogas y lesiones cerebrales ( véase la revisión de Gross, 1968).

El registro de actividad general presenta algunas dificultades. En primer lugar los aparatos y métodos existen

tes miden aspectos particulares de la actividad. Su uso no es intercambiable y en realidad no proporcionan información sobre la actividad general. Por otra parte, su uso es demasiado específico para un tipo de organismo de tal manera que no permiten el estudio de la actividad de otras especies.

El propósito de ésta Tesis es proveer de una alternativa que ayude a sortear estas dificultades. Se propone centrar la atención sobre aquel elemento común en todo lo que hasta ahora se ha llamado actividad y se considera que el registro de ese elemento hace posible el registro de la actividad de muchos organismos. En ésta Tesis se propone además un método de registro y sus alcances son puestos a prueba mediante una sencilla demostración.

A partir del registro del elemento que se considera crítico de la actividad, se espera que sea posible la integración de la información sobre actividad general, que se ha obtenido con métodos y aparatos de registro muy diversos, y sobre la actividad de muy diversos organismos.

## REGISTRO DE ACTIVIDAD

### APARATOS DE REGISTRO DE ACTIVIDAD.

De acuerdo con Gross (1968), los aparatos para medir actividad pueden ser clasificados en dos tipos: rueda de actividad, y aparatos en los que la jaula permanece relativamente inmóvil, y que en adelante serán referidos mediante el término genérico "Jaula estacionaria".

#### Rueda de Actividad.

La rueda de actividad es una jaula cilíndrica montada en un eje sobre el que puede girar libremente. El dato que se obtiene es el número de revoluciones que la rueda es hecha girar por el organismo que se encuentra en el interior. La cantidad de revoluciones es un dato útil en experimentos en los que son investigadas las variaciones diarias debidas a efectos de alimentación o drogas. Al calcular la circunferencia de la jaula utilizada, multiplicada por el número de revoluciones, puede estimarse la distancia recorrida, que en ratas ha llegado a ser de 24 kilómetros en un día, según datos de la investigación en la que la primera versión de la rueda de actividad fué utilizada (Stewart, 1898).

En su forma actual ( véase Lafayette Instrument Company, 1973), la rueda de actividad tiene 35.5 cm. de diámetro y gira sobre un eje que descansa sobre un soporte de aluminio. Un contador conectado a la rueda cuenta las revoluciones de ésta en cualquier dirección. Una jaula de vivienda se encuentra situada a un lado de la rueda, con la que se comunica mediante una compuerta que el animal puede atravesar en cualquier momento. La jaula incluye un depósito de alimento y un suministrador de agua.

#### Jaula Estacionaria.

Todas las versiones de la jaula estacionaria son sensibles a una serie de movimientos de los animales que han sido llamados "actividad inquieta" (Cofer y Appley, 1964), y que se deben a diversas actividades tales como alzarse, echarse, escarbar, mordisquear, husmear, etc. En la mayoría de las formas de la jaula estacionaria, el principio para el registro conjunto de este tipo de movimientos es el mismo: un piso suspendido de tal manera que se inclina o se ladea en la medida en que el animal se mueve. Las modificaciones técnicas han perfeccionado el tipo de registro, de suerte que las medidas realizadas mediante microinterruptores y transductores de presión son más precisas. Las plataformas de suspensión y las jaulas con fotoceldas -

son versiones recientes de la jaula estacionaria. En todos los aparatos comprendidos dentro de la categoría de jaula estacionaria, los movimientos se hallan de una u otra manera restringidos, ya que el sujeto no puede desplazarse mucho.

La versión original de la jaula estacionaria (Szymansky, 1914), llamada jaula montada sobre tambores, consiste en una jaula cuyo piso está montado sobre un sistema de suspensión neumática. Pequeños movimientos en el interior de la jaula y cambios en el equilibrio del animal inclinan ligeramente el piso, cambiando el equilibrio de la presión de aire. Estos cambios se transmiten a unas plumillas registradoras, lo que permite obtener un registro permanente de la actividad.

Los aparatos descritos por Campbell ( 1954 ) y por Eayrs ( 1954a ) son versiones eléctricas de la jaula montada sobre tambores. Killeen (1975) describe un piso de placas sensibles a la presión, conectadas a microinterruptores que se cierran cuando el animal se mueve o cambia de posición.

Un registro de actividad relacionado con los descritos, es el que se obtiene de los componentes laterales de

los movimientos de un animal. El aparato utilizado es la -  
plataforma de suspensión ( véase Lehigh Valley Electronics,  
1971), que es sensible a la actividad motora gruesa del --  
animal, aún si éste se encuentra en su jaula. Por otra parte  
te, la jaula con fotoceldas ( véase Lehigh Valley Electro-  
nics, 1971), es sensible a todos los movimientos del ani--  
mal suficientes para producir interrupciones de haces de -  
luz. Esta jaula está diseñada para medir el movimiento del  
animal dentro de las coordenadas del plano horizontal, me-  
diante seis fotoceldas de rayos infrarrojos. Las seis fotoce  
celdas están conectadas en dos bancos perpendiculares de -  
tres fotoceldas cada uno, a dos contadores, cada uno de --  
los cuales cuenta el movimiento a lo largo de un eje. La -  
lectura conjunta de los dos contadores proporciona informaci  
ción del movimiento del animal en términos de la cantidad  
de interrupciones de los rayos de luz.

#### DIFICULTADES EN EL REGISTRO DE ACTIVIDAD.

Al comparar la información que proporcionan los diversos  
aparatos, es fácil apreciar que cada uno registra aspecto  
tos particulares de actividad. La estimulación que propor--  
cionan al sujeto difiere ampliamente, y el tipo de datos --  
que recaban es distinto. La rueda es sensible a la actividad

locomotora, en tanto que la jaula estacionaria es sensible a un tipo de actividad que no necesariamente implica un cambio de localización (Gross, 1968). Cuando se utiliza jaula estacionaria, ésta es sensible a cambios de postura, independientemente de los componentes particulares que constituyen esos cambios, mientras que en la rueda de actividad es la velocidad y la duración del correr lo que determina el registro. Woodworth (1948) ha señalado que el mismo girar de la rueda puede inducir el correr en la rata, de tal manera que el dato obtenido es influido por el método de registro.

Los resultados de experimentos en que se ha comparado la jaula estacionaria con la rueda de actividad, muestran - que las actividades medidas son completamente distintas. -- Eayrs (1954b) comparó la actividad diurna de ratas hembra, medida con su versión de la jaula estacionaria llamada galería ( Eayrs, 1954a ), con la actividad en rueda. Sus resultados muestran que la rata es menos activa en la galería -- que en la rueda. Más aún, la actividad rítmica normalmente asociada con la luz del día y con la oscuridad, y con el ciclo estival, es menos marcada cuando los animales viven en galerías que cuando viven en ruedas de actividad. Además, Eayrs encontró que las variaciones que cada sujeto presenta en -- términos de la distancia que recorre diariamente fué más -- marcada cuando los animales corrían en ruedas. No hubo co--

rrelación significativa entre los niveles de actividad de cada sujeto en ruedas y en galerías. Cuando las ratas vivieron en ruedas, al principio permanecieron relativamente inactivas y no alcanzaron su característico nivel de actividad durante cerca de 21 días. En las galerías en cambio, las ratas alcanzaron inmediatamente su ejecución diaria estable.

Por su parte, Treichler y Hall (1962), emplearon -- privación de agua y comida y compararon la actividad de ratas medida con varios aparatos. En privación, la actividad en rueda presentó un marcado incremento, mientras que en jaula estacionaria mostró comparativamente poco cambio. La privación en rueda pareció así más severa que en jaula estacionaria. Los resultados indican claramente que la actividad bajo privación difiere según el aparato de medición. La actividad en rueda indica una marcada relación positiva con la pérdida de peso. En jaula estacionaria en cambio, se aprecian pocos cambios al aumentar la pérdida de peso.

Los datos obtenidos en un mismo aparato también presentan diferencias. La variación de la sensibilidad del estabilímetro conduce a una serie de relaciones funcionales distintas que dependen de qué tan sensible sea el ajuste

que se haga al aparato (Strong, 1957).

Que cada aparato sea sensible a formas particulares de actividad no representa problema alguno: constituye más bien una ventaja poder seleccionar, dado un propósito y -- una forma de actividad que desee investigarse, aquel aparato que permita apreciar más claramente las diferencias en los resultados. El único problema radica en que los aspectos particulares de actividad que cada aparato mide, no -- son en realidad la actividad general.

Aproximaciones más recientes en el registro de actividad (Bindra y Blond, 1958; Bindra, 1961) pretenden atender a todos los elementos que la componen. El método de -- Bindra y Blond (1958) consiste en el registro por muestreo temporal de las diversas conductas que presenta el sujeto según un sistema preestablecido de categorías conductuales. Tal como dicen los autores, mediante este método no solamente puede determinarse la actividad de un animal al registrar conductas como caminar y husmear, sino que también puede determinarse su inactividad al registrar conductas -- como dormir o echarse.

Al parecer, este método es más preciso y completo, y ha permitido detectar efectos diferenciales de manipulacio

nes como la privación y el reforzamiento sobre las distintas conductas categorizadas ( véase, por ejemplo, Shettleworth, 1975). La magnitud de sus alcances radica posiblemente en -- que incluye las formas particulares de actividad de las que se ocupan los otros aparatos, y las integra.

Tanto éste método como los aparatos anteriormente descritos, son de aplicación casi exclusiva con un solo tipo de organismos. Rara vez la rueda de actividad ha sido utilizada con animales no roedores, la jaula estacionaria es inútil -- con organismos más ligeros o pequeños y, finalmente, el método de categorías conductuales es limitado para cada especie. El autor de ésta Tesis ha podido comprobar mediante un sencillo experimento que el sistema de categorías conductuales similar al empleado por Bindra y Bond(1958) para ratas (Rattus norvegicus), no es aplicable a cuyos (Cavia porcellus), no -- obstante que los dos animales son roedores. Como no hay categorías conductuales perfectamente equivalentes de una a -- otra especie, deben elaborarse categorías particulares, lo -- que plantea no sólo el problema que implica la diversidad extensa de especies en el reino animal, sino también el problema de no poder apreciar las diferencias ni la generalidad de los datos sobre la actividad entre las especies.

Así, no obstante que métodos como el de Bindra y Blond (1958) tienen la posibilidad de superar el problema del registro de aspectos particulares de actividad, ninguno de los métodos y aparatos hasta ahora revisados es utilizable en una variedad más amplia de organismos: todos se ocupan de aspectos particulares de la actividad de una cantidad restringida de especies.

#### ALTERNATIVAS EN EL REGISTRO DE ACTIVIDAD

Una alternativa ante esta dificultad es la de ocuparse del registro de aquel elemento implicado en todos los aspectos particulares de actividad que hasta la fecha han sido registrados de diversos modos, y en la actividad desplegada por una gran cantidad de organismos. No es difícil percatarse de que el movimiento de un organismo es el elemento crítico implicado, tanto en el correr en una rueda de actividad, como en los cambios de posición en un estabilímetro, - como en los haces de luz que son interrumpidos en una jaula con fotoceldas, como en las diversas actividades de un animal cuando se le registra mediante categorías conductuales.

El dato de actividad es un dato global en el que jamás se especifican respuestas o sistemas de respuestas que determinen el registro. El número de revoluciones de una rueda, las veces que los circuitos de un estabilímetro eléc

trico son cerrados, o el número de interrupciones de rayos de luz, son, todas, medidas globales que se han empleado - en el registro de actividad.

De acuerdo con éstas características de la actividad como movimiento medido globalmente, puede formularse una - sencilla definición de la actividad general: el conjunto - de movimientos de un organismo relacionadas con el despla- zamiento o implicadas en él.

No obstante que el término desplazamiento tiene di- versas connotaciones (Véase Wolman, 1973), aquí sólo se em plea para referirse a los cambios en la localización geo- gráfica.

La correlación encontrada por Lát y Gollová-Hémon (1969) - entre el desplazamiento y otras formas de actividad, apoya la consideración del desplazamiento como elemento crítico de la actividad.

Una forma precisa de poner a prueba la definición -- propuesta es preguntarse si además de ser congruente con - los registros de aspectos particulares de actividad, satis face el propósito de ser aplicable a una extensa variedad de especies al relacionarse con la investigación realiza- da con organismos diversos. La respuesta es afirmativa: de

acuerdo con el presente marco conceptual, la actividad de organismos invertebrados, tales como artrópodos o platelmintos, se ha registrado mediante el desplazamiento. En el siguiente capítulo se analiza la relación que tiene el registro de actividad con el registro de desplazamiento.

## R E G I S T R O     D E     D E S P L A Z A M I E N T O

### KINESIS, ACTIVIDAD GENERAL Y DESPLAZAMIENTO.

El registro de desplazamiento en animales invertebrados ha sido empleado en el estudio de los movimientos forzados. Originalmente Loeb (1918), introdujo el concepto de otropismo, que se refiere a la posición o dirección que algunos organismos adoptan respecto de alguna fuente de estimulación. La concepción más reciente de los movimientos forzados se relaciona con los llamados mecanismos de orientación. Básicamente, estos mecanismos de orientación se clasifican en kinesis y taxias (Fraenkel y Gunn, 1940). Variables que han recibido escasa atención por parte de los psicólogos, tales como la temperatura, la humedad, o la rugosidad de una superficie, han sido empleadas en el estudio de kinesis y taxias.

El término kinesis se refiere a movimientos azarosos en presencia de cierta estimulación. Las taxias se definen como los movimientos resultantes de una discriminación de la dirección de la estimulación. La distinción entre los dos mecanismos se basa en la direccionalidad que puede o no atribuirse al desplazamiento. En las taxias siempre está implicada la comparación, por parte del organismo, de valores

res diferentes de una misma variable. El hecho de que un organismo se retire de una fuente de estimulación o se aproxime a ella, constituye un factor de la direccionalidad del desplazamiento que se aprecia en la ruta seguida. En la kinesis, un cambio en la estimulación que se presenta en forma difusa en el ambiente, repercute en la cantidad de movimiento o desplazamiento indirigido, azaroso.

Curiosamente, el significado etimológico de "kinesis" es movimiento. La correspondencia entre tal significado y la definición de actividad, propuesta en el capítulo anterior, es muy sugerente. Pero la correspondencia no es tan sólo semántica. Cuando las características de ser un movimiento indirigido o azaroso, que definen a la kinesis, se comparan con las propiedades de conducta indirigida o simmeta que se han atribuido a la actividad general, es fácil apreciar una estrecha similitud entre los fenómenos a los que hacen referencia los términos "kinesis" y "actividad", y resulta sorprendente que los métodos para registrar desplazamiento en invertebrados, no hayan tenido un uso extenso en el estudio de la actividad general de animales de laboratorio comunes. Tal como Brown y Herrnstein dicen:

Por alguna razón injustificada, el movimiento indirigido o azaroso de animales superiores ha sido llamado "actividad" y no "kinesis". El estudio de la "actividad" se ha basado mucho en la rata o el ratón. Debido a que esos roedores corren mucho, la investigación tiende a averiguar qué hace que esos animales corran más o menos vigorosamente (Brown y Herrnstein, 1975, p. 65; entrecomillado de los autores).

Si bien es cierto que en los estudios tradicionales sobre actividad no se reconoce el papel de la estimulación externa en la misma forma que al definir kinesis, es preciso mencionar la evidencia presentada por Campbell y Sheffield (1953) y por Sheffield y Campbell (1954), quienes obtuvieron resultados que indican que la estimulación externa es una condición determinante para el incremento de la actividad cuando se priva de alimento, lo que implica que aún en operaciones de pulsión en que no se especifica estimulación externa, ésta tiene un papel preponderante.

Todo lo anterior significa que "kinesis" y "actividad" son fenómenos muy relacionados. En el presente marco

conceptual, dos fuentes de información aparentemente desvinculadas pueden integrarse con facilidad. El punto de contacto es el desplazamiento de los organismos.

#### CONFIGURACION DEL DESPLAZAMIENTO.

Un elemento importante del desplazamiento es su configuración, es decir, el patrón de la ruta seguida por un organismo al desplazarse. La configuración del desplazamiento es un dato que ha permitido determinar acerca de la direccionalidad del desplazamiento, ayudando a distinguir entre los diversos mecanismos de orientación en diversos organismos, principalmente invertebrados.

La configuración del desplazamiento en roedores es un dato que merece más atención por parte de la investigación experimental en psicología, puesto que permite apreciar diferencias en las tendencias de los sujetos en determinadas situaciones experimentales. Nauman (1968) comparó la configuración del desplazamiento de la rata albina de laboratorio (Rattus norvegicus)<sup>1</sup> con la de otro roedor (Meriones unguiculatus) y confirmó en la rata albina su tendencia característica a permanecer en las zonas periféricas del área de prueba, mientras que M. unguiculatus, además de desplazarse una distancia total mayor, ocupó --

más la parte central del área de prueba. Nauman concluye - que la principal implicación de sus resultados afecta a la investigación con laberintos, en los que las ejecuciones - de R.norvegicus y M. unguiculatus pueden llegar a diferir debido a la preferencia de la primera especie por el contacto con superficies laterales. Como se ve, la importancia del registro de desplazamiento no solamente atañe a la investigación sobre actividad.

El registro de la configuración del desplazamiento - puede ser tan sencillo como el procedimiento empleado por Banks (1957), que simplemente reprodujo la ruta seguida -- por larvas de escarabajos (Coleoptera: Coccinellidae), depositados en una superficie de papel, al seguirles de cerca - con la punta de un lápiz. Sin embargo, aunque éste método tal vez no altere el comportamiento de larvas de insectos, es indudable que su aplicación con otros organismos no ga rantizaría la obtención de datos inafectados.

Otro método seguido en el registro de configuración de desplazamiento aprovecha el rastro natural que algunos organismos dejan tras de sí. Ulliyott (1936) por ejemplo, registró la ruta seguida por planarias (Dendrocoelum lac- teum) con un método que consistió en hacer que cada uno -

de sus sujetos registrara su propia ruta. Ullyot sacó ventaja de que las planarias secretan un moco transparente al moverse. El fondo del recipiente en el que se encontraban fué cubierto con una placa de vidrio limpio sobre la que el animal pasaba dejando un rastro de baba tras de sí. El rastro es normalmente invisible, pero cuando la placa de vidrio era recubierta con una fina suspensión acuosa de polvo de talco, las partículas de éste se adherían al moco, de tal manera que después de agitarla suavemente en agua limpia, la placa de vidrio conservaba en una línea blanca la ruta seguida por el animal. La placa era entonces secada y se obtenían impresiones a partir de ésta de tal manera que se obtenía un registro exacto de la ruta seguida por la planaria.

Por su parte, Dethier (1957) obtuvo un registro de la ruta seguida por moscas (Phormia regina) sobre una superficie cubierta con una solución azucarada que contenía azul de metileno. El registro obtenido fué una sucesión de puntos blancos, cada uno de los cuales representaba una ocasión en que la mosca había depositado su labellum sobre la superficie y la solución había sido chupada.

Un tercer método de registro de configuración del desplazamiento es el empleado por Ullyott (1936) en el trabajo citado más arriba, y por Wigglesworth (1941) y Nauman

(1968). Básicamente, consiste en cuadricular el área donde se desplace el sujeto, y reproducir la ruta que sigue en una copia a escala, indicando su localización a intervalos de tiempo regulares. Este método tiene la ventaja de ser aplicable a cualquier organismo, cosa que no sucede con los dos métodos anteriormente citados. Sin embargo, no es aplicable en cualquier tipo de ambiente, debido a que siempre se precisa de la cuadrícula.

El sencillo aparato que a continuación se describe permite la obtención simultánea del registro de la configuración del desplazamiento, con la ventaja de ser aplicable a cualquier organismo y sin requerir de ningún tratamiento previo del ambiente.

El aparato se ilustra en la figura 1 y consiste simplemente en un pantógrafo (A) apoyado en un pivote (B) situado al lado de una plataforma (C) sobre la cual es colocada una pieza de papel (D), correspondiente al área de copiado. La puntilla o plumilla (E) del pantógrafo se apoya sobre el papel, y el extremo volante (F) del pantógrafo cubre el área del modelo, que en este caso es todo el espacio (G) dentro del que puede moverse un organismo (H), pudiendo ser el espacio una jaula, un recipiente con agua o cualquier tipo de ambiente. El aparato en su totalidad debe ser colocado en un plano más alto que el ocupado por

Figura 1. Aparato para el registro de configuración de desplazamiento. (Véase explicación en el texto.)

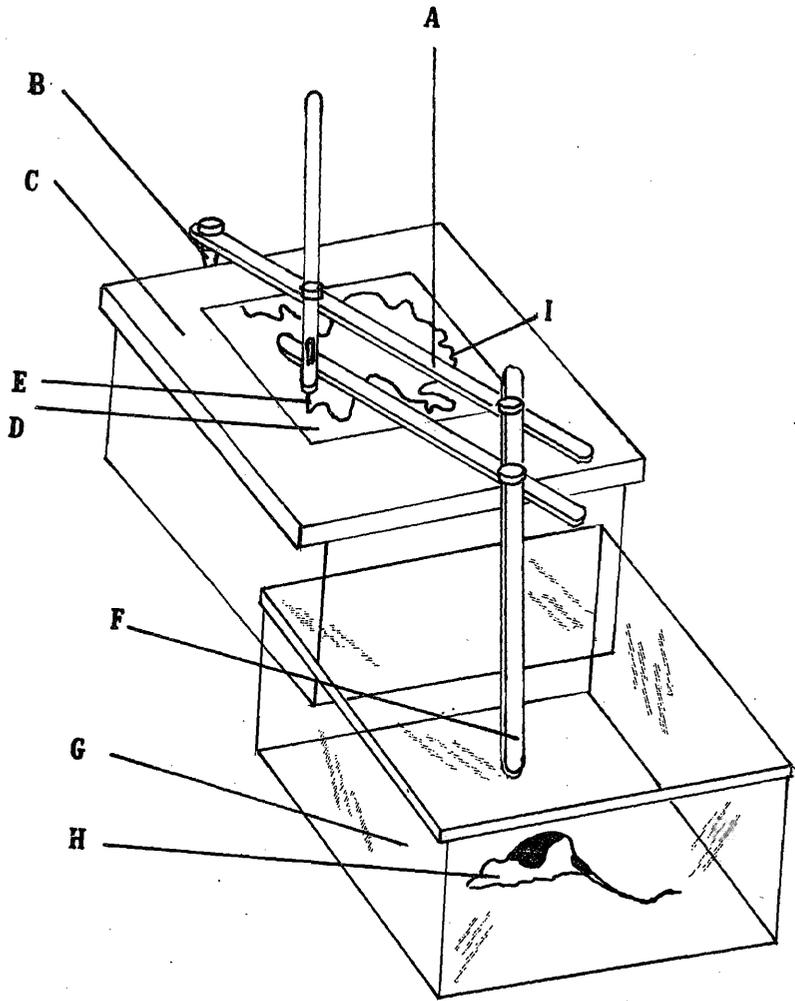


FIGURA 1

el organismo, y de esta manera, el desplazamiento de éste puede ser seguido desde arriba, tomando alguna parte corporal como punto a seguir, a la vez que simultáneamente la ruta se reproduce en una línea (I) sobre el papel.

El hecho de que el pantógrafo pueda ser ajustado para copiar al tamaño, reducir o aumentar, facilita el registro de desplazamiento de cualquier organismo, independientemente de su tamaño o del tamaño del área en que se desplacen.

#### VELOCIDAD DEL DESPLAZAMIENTO.

Otro elemento importante del desplazamiento es el de la velocidad. Una aproximación al registro de velocidad del desplazamiento es el de Banks (1957). En su trabajo, los insectos fueron puestos a deambular individualmente y se les observó a intervalos de 10 minutos durante 20 segundos. Diez observaciones fueron hechas para la velocidad de cada larva, y la frecuencia de movimiento y una variedad similar de registros se obtuvieron para sus movimientos. A cada sujeto se le podía asignar una de tres posibles puntuaciones en cada período de observación: 0 si permanecía estático sobre el papel; 1 si se movía lentamente, y 2 si se movía con rapidez. El puntaje máximo posible para la frecuencia de movimiento de una larva fué 10, y para su velocidad de desplazamiento, 20.

Banks registró también el tiempo invertido por las larvas en permanecer quietas o moviéndose. En el experimento correspondiente, los insectos fueron puestos a deambular sobre un papel que se encontraba bajo una caja de Petri invertida. Se registró el tiempo que cada larva ocupó en estar quieta o moviéndose, en períodos de observación de tres minutos cada hora.

Las limitaciones de los dos registros utilizados por Banks son evidentes: el primero depende demasiado de la apreciación subjetiva del observador, y los datos que proporciona sólo pueden ser analizados ordinalmente. El segundo, solamente proporciona información del tiempo empleado en desplazarse o en moverse, pero no de la velocidad y la distancia recorrida.

El registro de velocidad puede basarse en el registro de configuración si se emplean intervalos de tiempo regulares. Las diferencias en las distancias recorridas en cada intervalo pueden proporcionar información sobre los cambios de velocidad. Pero esta información es fragmentada, y la fineza del análisis de la velocidad del desplazamiento se encuentra inevitablemente restringida por la duración mínima posible de los intervalos de tiempo.

En otras palabras, no obstante que la configuración del desplazamiento puede registrarse de manera continua, la información que puede obtenerse sobre la velocidad, es discreta. La razón de esto es que en el registro de desplazamiento el dato de tiempo no es incluido en forma constante, sino sólo a intervalos.

A continuación se propone un método de registro de velocidad del desplazamiento en términos de los cambios en la amplitud del desplazamiento en uno de los dos ejes de coordenadas, en comparación continua contra el tiempo.

#### UN METODO DE REGISTRO DE DESPLAZAMIENTO.

Un ejemplo sencillo de registro de desplazamiento que incluye al tiempo de manera continua es el obtenido de un punto en movimiento circular uniforme. El registro, denominado senoide, se obtiene cuando el tamaño o la amplitud del movimiento se representa sobre uno de los ejes en un sistema de coordenadas, y el tiempo sobre el eje restante, tal como se ilustra en la Figura No. 2. Los componentes básicos de un senoide se indican en la Figura No. 3.

Si un organismo que se desplaza dentro de un ambiente

Figura 2. Sinusoide obtenido a partir del movimiento regular en círculo de un punto. Los números indican intervalos regulares de tiempo.

Figura 3. Representación de un sinusoide. (1): período; (2): amplitud de onda; (3): longitud de onda.

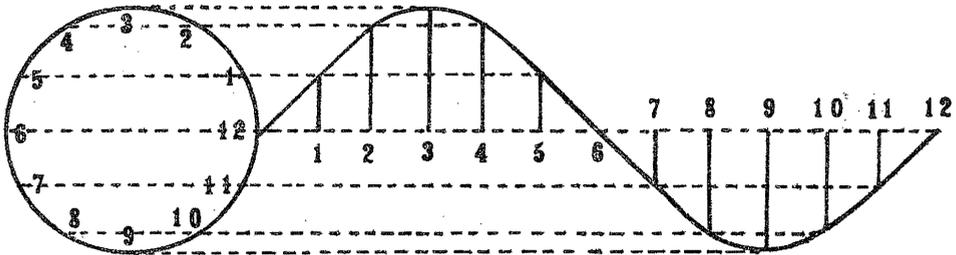


FIGURA 2

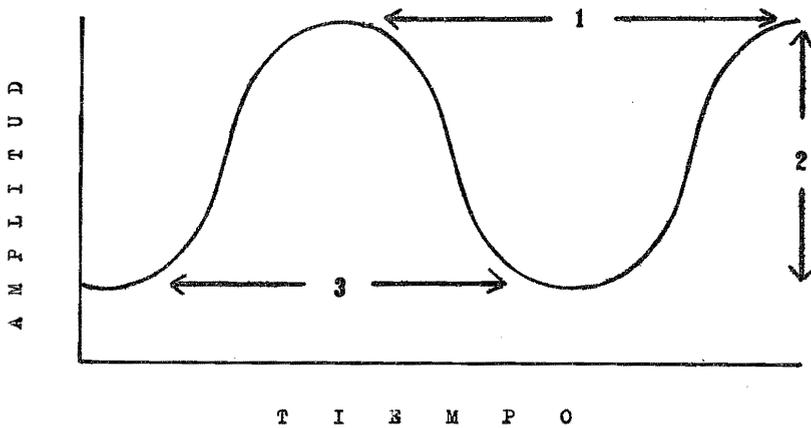


FIGURA 3

te cualquiera es considerado como un punto en movimiento, y los cambios en la amplitud de su movimiento son representados en el eje vertical de un sistema de coordenadas, y el tiempo sobre el eje horizontal, se obtiene un nuevo registro de desplazamiento, caracterizado por una línea onduliforme cuyas variaciones en el eje vertical dependerán de las variaciones en el desplazamiento sobre un solo eje. En la línea de registro, la amplitud y la frecuencia de las variaciones pueden constituir datos de interés. -- Cuanto más se desplace un organismo, mayor será la variación de la línea; y cuantas más veces el organismo se desplace de un lugar a otro, en más ocasiones la línea presentará variaciones en su amplitud.

Debido a que mediante este método de registro el tiempo es representado continuamente en el eje horizontal, en cualquier momento es localizable un intervalo de tiempo de cualquier magnitud. La amplitud del desplazamiento en un eje puede ser así fácilmente identificada en intervalos específicos de tiempo mediante la variación de la amplitud de la línea en esos intervalos, con lo que pueden obtenerse medidas locales de la velocidad del desplazamiento y pueden seguirse momento a momento las variaciones de la misma.

Las diferencias en localización de la línea de registro a cualesquiera intervalos regulares de tiempo, -- pueden proporcionar información relacionada con las variaciones en la amplitud, con lo que se puede obtener -- una medida de las fluctuaciones de la amplitud a través del tiempo. La localización de la línea a intervalos específicos de tiempo puede además ayudar a reproducir la configuración del desplazamiento.

Por otra parte, además de las diversas medidas locales que pueden obtenerse a partir de este método de registro, se encuentran las medidas globales: la cantidad total del desplazamiento en un eje a lo largo de -- una sesión puede ser calculada en términos de la suma -- de las variaciones de la amplitud de la línea. De esta manera puede incluso calcularse la distancia total recorrida a lo largo de un eje.

Así, el propuesto es un método de registro analógico que pretende la transformación de la configuración del desplazamiento, al comparar continuamente contra el tiempo la amplitud del desplazamiento en uno de los -- ejes. Tal transformación permite una apreciación diferente, tanto detallada como global del desplazamiento.

Existe la limitación de que éste método de registro solamente es capaz de dar cuenta del desplazamiento efectuado a lo largo de un eje de tal manera que solamente es aplicable cuando la información obtenida en un eje es equivalente para el otro, así que los cambios en la amplitud del desplazamiento en un eje son considerados como indicador de los cambios en la velocidad del desplazamiento, al comparar contra el tiempo. El método entonces, se basa en el registro de un eje como muestra y su uso debe reservarse, al menos al ser puesto a prueba, a áreas simétricas que propicien el desplazamiento con igual probabilidad para los dos ejes.

A continuación se describe un aparato para el registro de desplazamiento según el método propuesto.

El aparato, que es una modificación del aparato más arriba descrito, se ilustra en la Figura No. 4. Consta de un pantógrafo (A) apoyado en un pivote (B) cercano a una superficie lisa (C) sobre la que corre a velocidad constante una tira de papel (D) jalada por un sistema de rodillos (E) accionado por un motor eléctrico (F). Los movimientos de la puntilla o la plumilla (G) del pantógrafo se encuentran restringidos al ancho de la tira de papel. A su vez, los

movimientos del extremo volante (H) del pantógrafo se encuentran restringidos al área que ocupa el espacio (I) dentro del que se desplaza un organismo (J). La superficie sobre la que corre el papel se encuentra a un nivel más alto que el del espacio en el que el organismo se encuentra, debido a que el desplazamiento de éste es registrado al seguirlo desde arriba y manualmente con el extremo volante del pantógrafo. El desplazamiento del sujeto dentro del espacio se transforma simultáneamente en una línea continua (K) sobre la tira de papel. Los cambios de localización de la línea en la tira de papel dependen de los cambios de localización del sujeto en el espacio.

El aparato permite la variación del tamaño del espacio experimental utilizado, o del ancho de la tira de papel, ya que el pantógrafo puede ser dispuesto para reducir, amplificar o registrar al mismo tamaño que el del espacio utilizado. La velocidad del papel debe ser mayor que la máxima velocidad posible del organismo dentro del espacio, a fin de que la línea del registro obtenida no se cruce ni se encime.

En el siguiente Capítulo se describe una demostración que se realizó con el propósito de determinar el tipo de datos que el método propuesto puede proporcionar, el análisis

Figura 4. Aparato para el registro de desplazamiento en un eje. (Véase explicación en el texto).

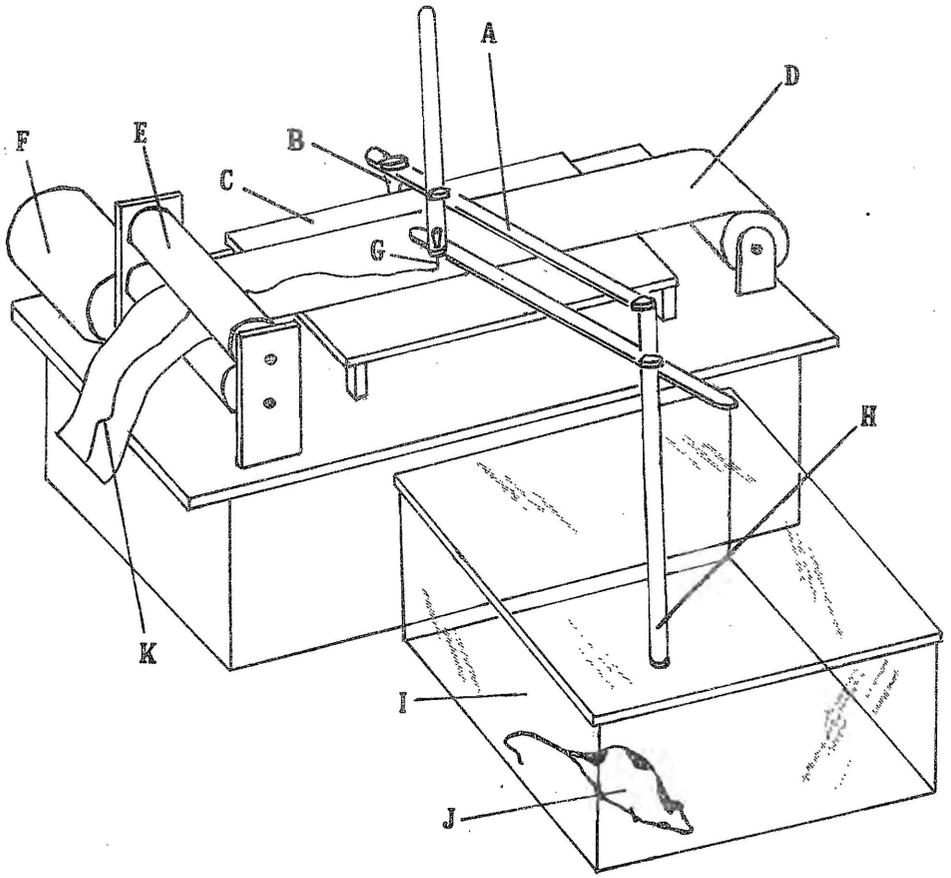


FIGURA 4

que de éstos puede efectuarse, y la sensibilidad del apa  
rato descrito.

DEMOSTRACION SOBRE LOS ALCANCES DE UN NUEVO METODO Y  
SENSIBILIDAD DE UN APARATO PARA EL REGISTRO DE  
DESPLAZAMIENTO.

M E T O D O .

Tres ratas macho de la cepa Long Evans, de 10 meses de edad, que habían alcanzado un peso estable sin variación mayor del 3% durante las últimas 3 semanas, y cuyo peso libre fue determinado al promediar el peso de los últimos 10 días anteriores al inicio del experimento, fueron sometidas durante dos semanas a un régimen alimenticio de una hora diaria de acceso al alimento que tuvo lugar siempre a la misma hora: 9:30 hrs. Se registró el desplazamiento de los sujetos bajo tres condiciones: 100, 90 y 80% del peso libre, del peso en descenso. El desplazamiento de dos de los tres sujetos fué registrado en las tres condiciones de peso mencionadas, mientras que el desplazamiento del sujeto restante fué registrado tan sólo en 100 y 80% del peso libre, a fin de averiguar si la experiencia de los sujetos en el registro efectuado bajo la condición de 90% podía llegar a afectar al desplazamiento bajo la condición de 80%. La Tabla No.1 presenta el número de ocasiones en que el desplazamiento de cada sujeto fué registra-

TABLA 1  
CANTIDAD DE REGISTROS DE DESPLAZAMIENTO  
POR CONDICION DE PESO

---

	R1	R2	R3
100 %	2	2	2
90 %	2	0	1
80 %	1	1	1

---

do bajo cada condición de peso.

El aparato de registro utilizado fue el segundo descrito en el Capítulo anterior. El espacio adyacente al aparato era una cámara de plexiglás de 58 por 58 por 31.5 cm., con 9 agujeros en el techo, que permitían la ventilación del interior. El desplazamiento del sujeto en turno dentro de la cámara era seguido manualmente desde arriba con la punta del extremo volante del pantógrafo. El autor de este trabajo fue quien llevó a cabo los registros. Antes del experimento había registrado alrededor de 30 ocasiones a otras ratas, a manera de entrenamiento, para que el seguimiento de los sujetos de éste experimento fuera confiable.

La parte corporal de los sujetos elegida para seguir fue la parte central de la cabeza, en virtud de haberse observado que la dirección de la cabeza era el indicio más evidente de la dirección que tomarían al desplazarse.

El pantógrafo era de aluminio, dispuesto para graficar la línea resultante con una puntilla de grafito y a  $1/8$  del tamaño original, sobre una tira de papel para máquina sumadora de 85 mm. de ancho, que corría a una velo-

cidad de 5 metros por minuto, con una confiabilidad de -- 99%. Esta velocidad supera en mucho a la mayor posible des plegada por una rata dentro de la cámara experimental: - - cinco minutos de registro significaron 25 metros de papel para cada sujeto en cada sesión.

Durante todas las sesiones estuvo presente el ruido del motor que hacía girar los rodillos del aparato, y que sirvió como enmascarador de posibles ruidos extraños.

Las sesiones se llevaron a cabo en un cuarto de 2.50 por 2.00 m., iluminado con una luz azul ténue, proveniente de un foco de 25 watts situado aproximadamente a una distancia de 2.00 m., sobre el centro del piso de la cámara experimental. Tales condiciones de iluminación evitaban -- que el sujeto percibiera al registrador-vestido con una ba ta oscura, a fin de eliminar los escasos reflejos de luz - o a los movimientos del pántografo\_.

Al principar cada sesión los sujetos eran trasladados individualmente de su jaula a la cámara, en donde el - sujeto en turno era depositado suavemente justo en el centro del piso, y con el hocico dirigido hacia la pared contigua al aparato. A continuación, el techo era cerrado y se iniciaba la sesión.

La duración de todas las sesiones fue de 10 minutos.

Los primeros 5 servían para que el animal se adaptara a la situación experimental y durante ellos nunca se registró. Durante los 5 minutos restantes se llevaba a cabo el registro de desplazamiento. Al finalizar cada sesión los sujetos eran trasladados a sus jaulas y de ahí al bioterio, en donde permanecían el resto del tiempo.

Después de cada sesión el piso y las paredes de la cámara se limpiaban perfectamente para que no permaneciera ningún olor que alterara el desplazamiento de los sujetos en las siguientes sesiones.

Los datos analizados se basaron en la configuración de la línea de registro y en su localización en el ancho de la tira de papel de registro.

## **R E S U L T A D O S .**

En la figura 5 se presenta el registro completo del desplazamiento del sujeto R1 bajo el 90% de su peso libre. Este registro, seleccionado al azar entre el total de los 12 realizados, ha sido reducido en tamaño para facilitar su presentación. Cada uno de los 50 segmentos tiene indicado al principio y al final el tiempo transcurrido desde el ini

Figura 5. Registro completo del desplazamiento en un eje mediante el aparato descrito, correspondiente al sujeto R1 en el 90% de su peso libre. Las cifras a izquierda y derecha de cada segmento indican el tiempo transcurrido en segundos, desde el inicio del registro.

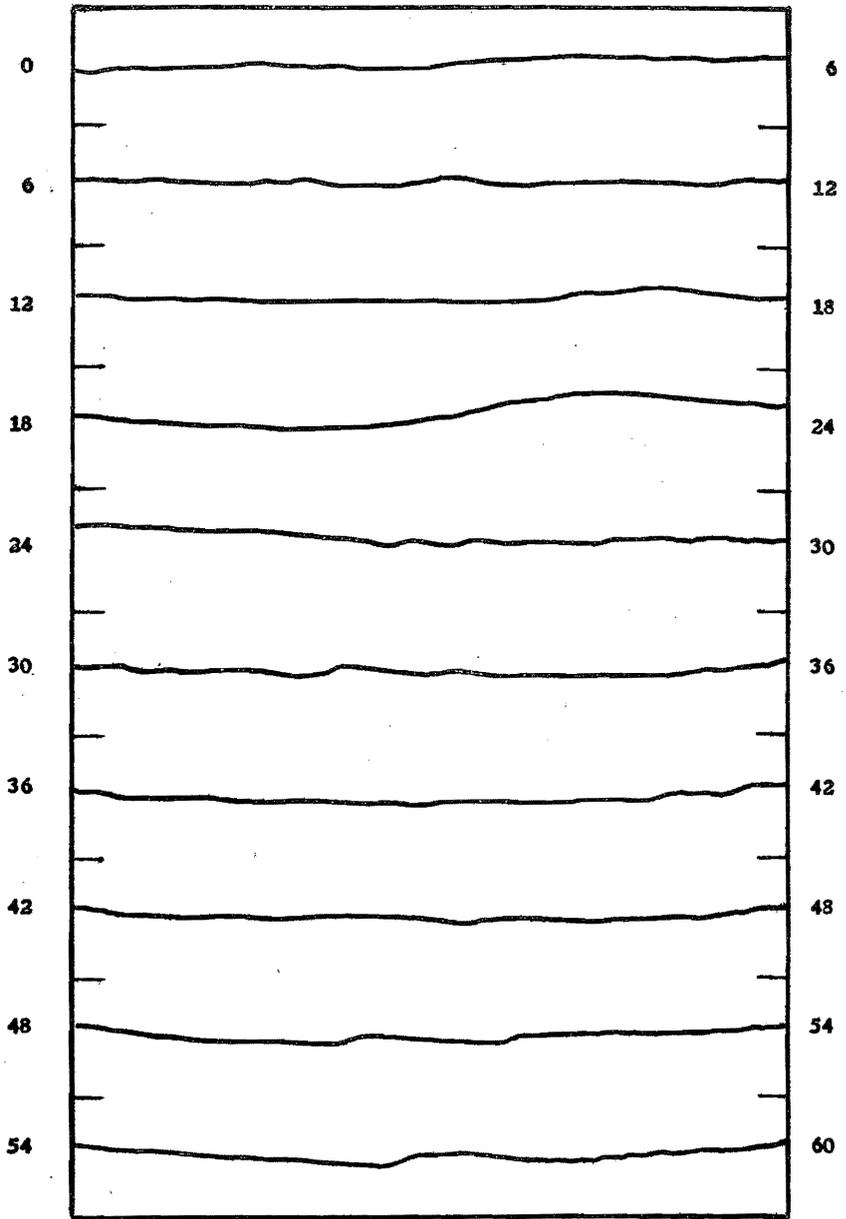


FIGURA 5 (continúa)

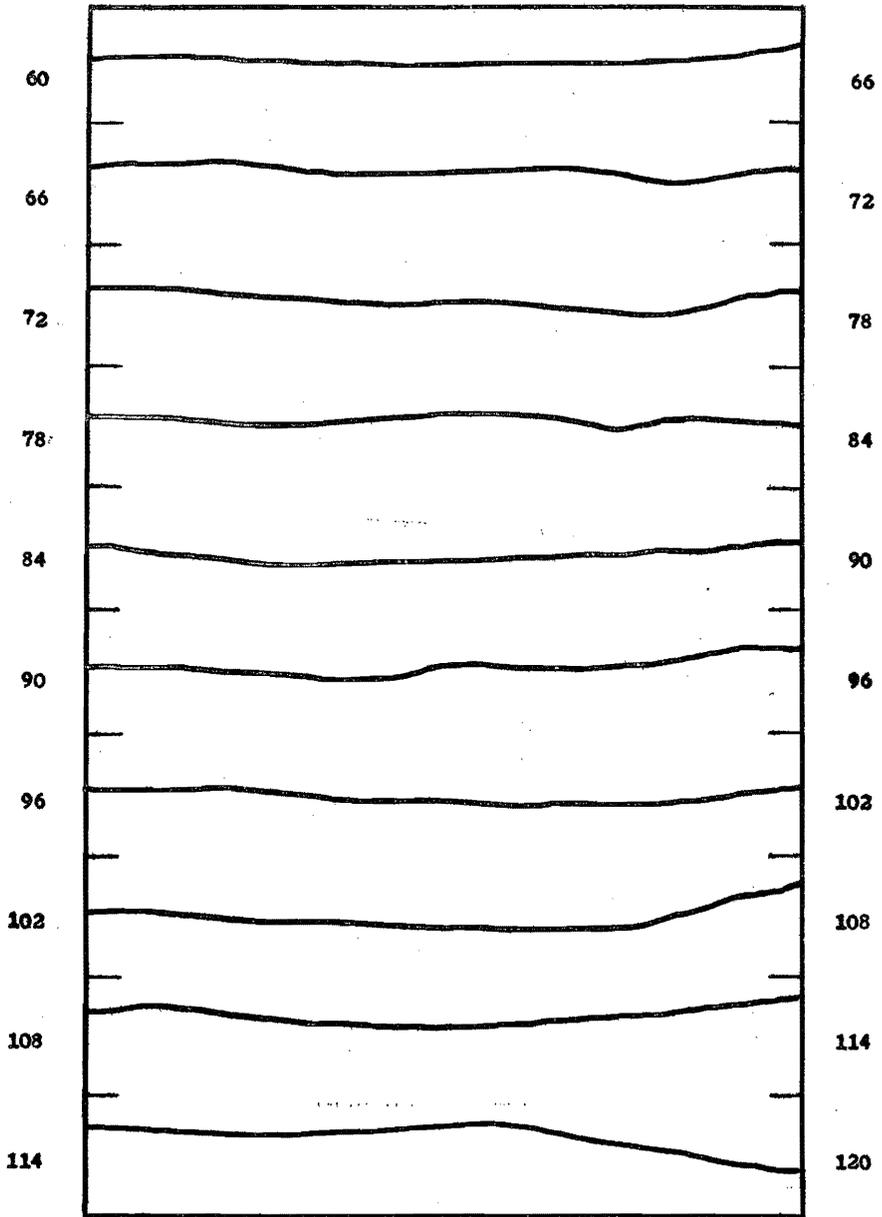


FIGURA 5 (continuación)

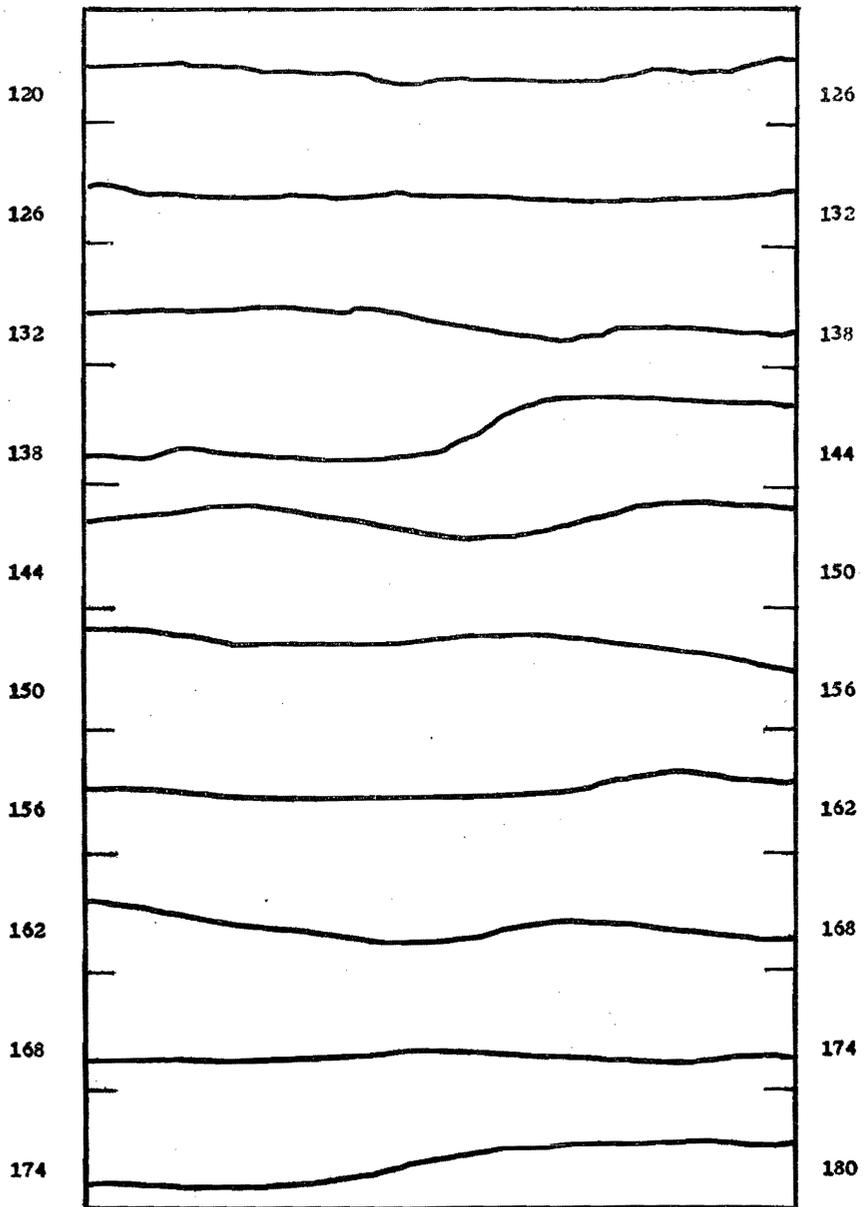


FIGURA 5 (continuación)

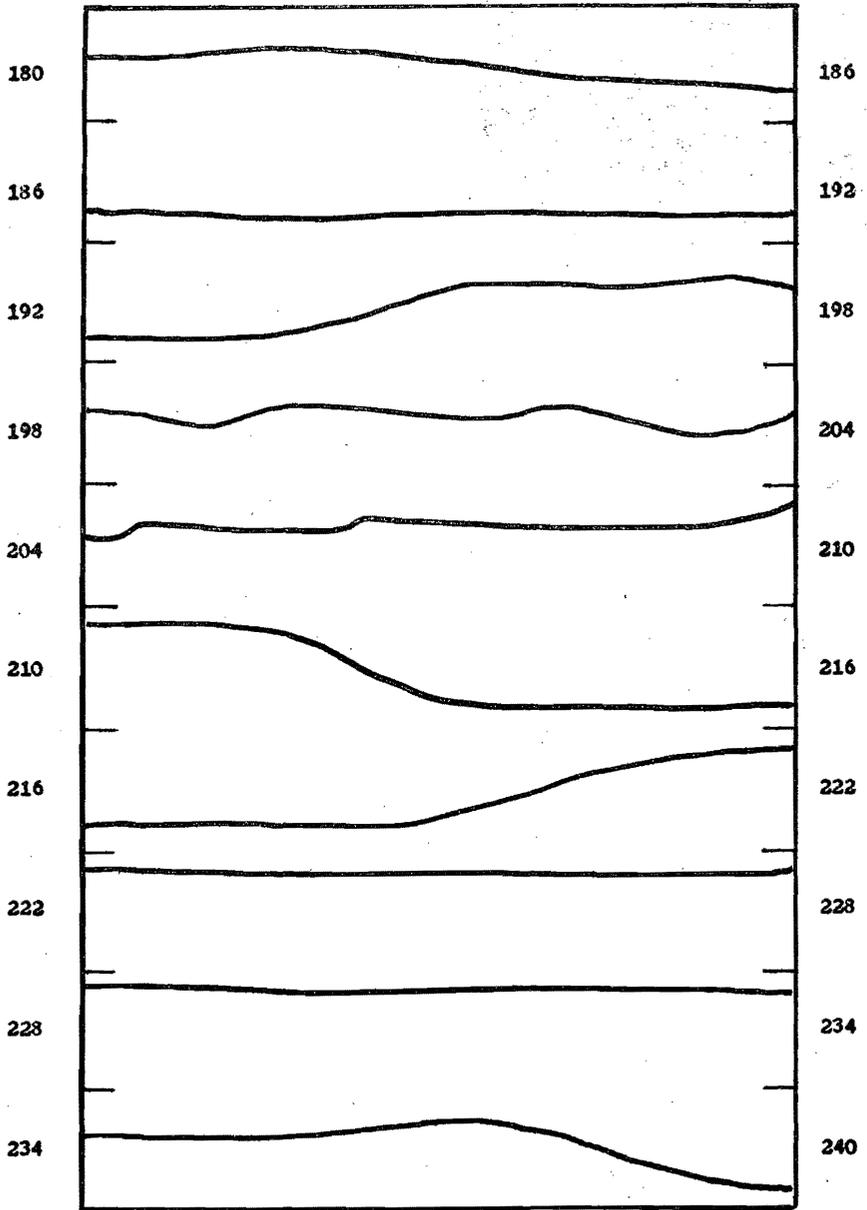


FIGURA 5 (continuación)

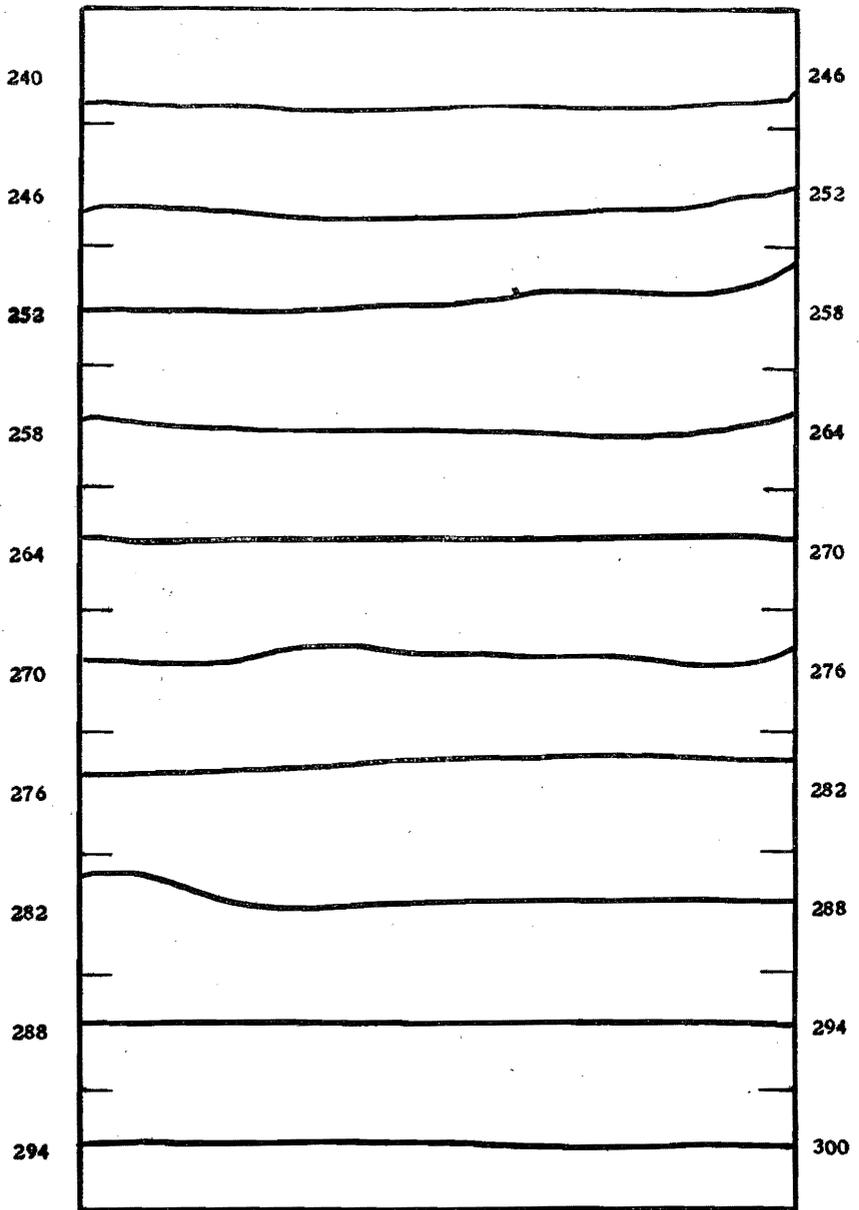


FIGURA 5 (continuación)

cio del registro.

La configuración de la línea es típica de todos los registros realizados. Los cambios de localización del sujeto dentro de un eje en la cámara experimental quedan - descritos claramente por el cambio de localización de la línea en el ancho de la tira de papel.

Hay tres tipos fundamentales de cambio de localización de la línea, según su configuración. El más frecuente consiste en una ondulación de la línea que culmina en un nivel en el que ésta permanece estable por un tiempo mayor que el invertido en el cambio de localización. Los cambios de este tipo pueden apreciarse en la figura 5 entre los segundos 18 - 24, 132 - 150, 162 - 168, 174 - 180, 192 - 198, 210 - 222, 234 - 240, y 282 - 288.

Un segundo tipo de cambio es el observado entre los segundos 102 - 108, 114 - 120, 150 - 156, 180 - 186 y --- 246 - 258 (figura 5). En éste, la pendiente de la línea es uniforme y poco pronunciada, siendo el cambio de localización, gradual, de tal manera que es más lento.

El tercer tipo de cambio de localización de la línea, menos frecuente que los anteriores, es el observado entre

los segundos 204 - 210 (figura 5). En este tipo de cambio, la línea cambia gradualmente de localización, pero haciendo escalas, permaneciendo por tiempos breves en niveles intermedios antes de alcanzar un nivel en el que permanezca más tiempo.

En los segmentos restantes del registro presentado en la figura 5, no hay indicios de un cambio notorio en la localización de la línea. Sin embargo, el análisis de la configuración de la línea en estos segmentos es importante. Como se mencionó anteriormente, el centro de la cabeza de los sujetos fue el punto del cuerpo cuyos movimientos fueron seguidos. Al efectuar los registros se observó que los movimientos de la cabeza característicos del husmeo eran registrados como una línea trémula. Así, las pequeñas y numerosas oscilaciones observadas entre los segundos 0 - 12, 24 - 60, 66 - 102, 108 - 114, 126 - 132, 156 - 162, 168 - 174, 186 - 192, - 198 - 204, y 270 - 276, que dan a la línea un aspecto de inestabilidad, corresponden a los constantes movimientos de la cabeza de la rata al husmear. Hay que hacer notar que esta observación sólo se consigna aquí de manera anecdótica y que es preciso confirmarla mediante el uso simultáneo de este registro y uno que emplee categorías conductuales.

En otras instancias la línea se presenta firme y esta-

ble, sin las oscilaciones mencionadas. Tal es el caso entre los segundos 12 - 18, 60 - 66, 222 - 234, 240 - 246, - 258 - 270, 276 - 282 y 288 - 300, en los que existe una certeza de ausencia de movimiento en el eje registrado.

Todos los registros efectuados presentaron las mismas configuraciones y los mismos tipos de cambio de localización.

En la figura 6 se encuentran, dispuestos en el orden en que aparecieron, 12 fragmentos sobresalientes del registro del sujeto R2 bajo el 80 % de su peso libre. En esta figura son fácilmente identificables las configuraciones típicas descritas anteriormente. La figura 7 contiene la representación de los movimientos del sujeto dentro de la cámara experimental que dan lugar a las configuraciones y a los tipos de cambio de localización reproducidos en la figura 6. La correspondencia entre cada uno de los movimientos representados en una, y los fragmentos de registro reproducidos en la otra, se indica con letras en ambas figuras. El desplazamiento rápido en el eje registrado se traduce en una línea ondulada (A y D; F, I y L). Cuando el desplazamiento se efectúa más lentamente, la línea presenta escalonamien

Figura 6. Fragmentos sobresalientes del registro correspondiente al sujeto R2 en el 80% de su peso libre; con las configuraciones típicas de la línea. A, D, F, I, L : cambio de localización ondulante; G, J, K : cambio de localización gradual; C : cambio de localización escalonado; B, E : línea trémula; H : línea firme. Las letras de los fragmentos corresponden a las letras de la Figura 7.

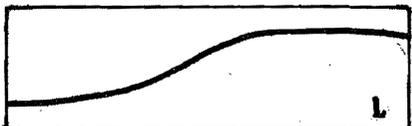
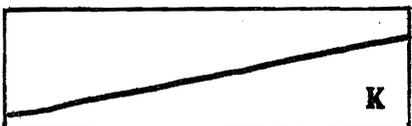
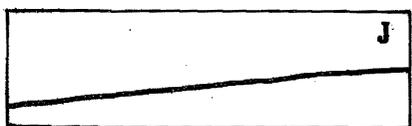
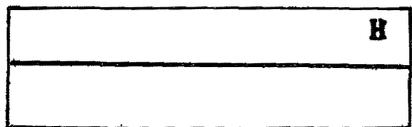
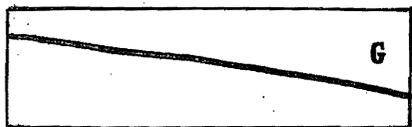
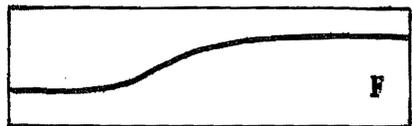
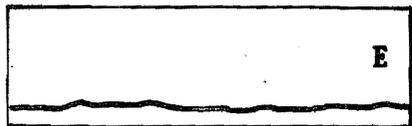
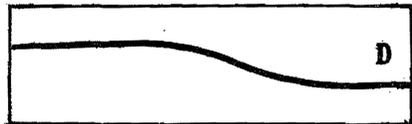
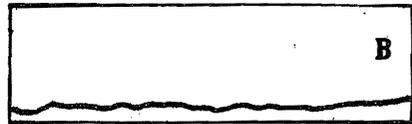
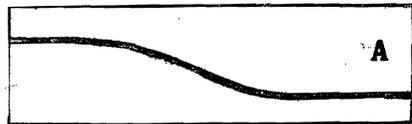


FIGURA 6

Figura 7. Representación de los movimientos de los sujetos en la cámara experimental, que dan lugar a las configuraciones de la línea. (Véase explicación en el texto.)

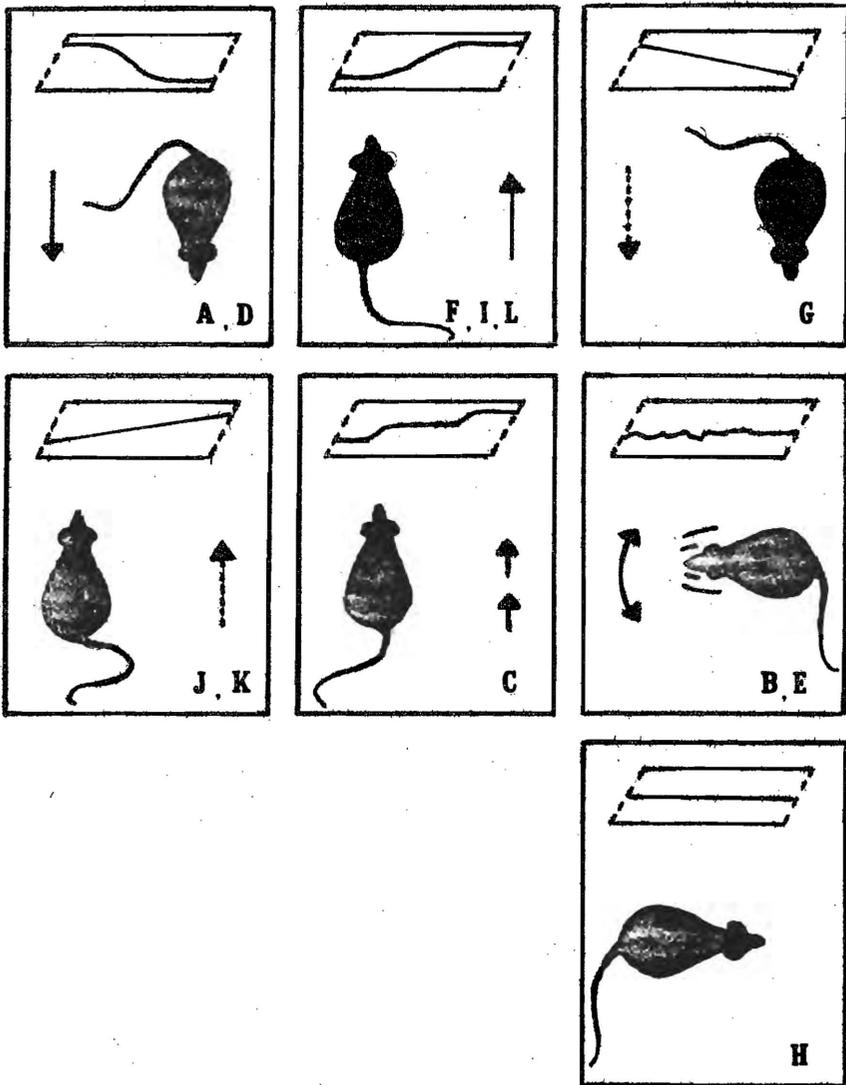


FIGURA 7

tos antes de permanecer un tiempo prolongado en una localización determinada (C). Si el sujeto no se desplaza pero husmea continuamente, la línea obtenida presenta la inestabilidad que le da el aspecto trémulo (B y E). Finalmente, si el sujeto no se mueve en absoluto, la línea resultante es firme y continua (H).

Conociendo los movimientos del sujeto que dan lugar a la configuración de la línea, el registro obtenido puede proporcionar una descripción de la ruta seguida por éste en un eje, y de la velocidad. Es más, de acuerdo con la clasificación de las configuraciones explicada más arriba, pueden obtenerse datos interesantes. Si cada uno de los segmentos del registro de la figura 5 es clasificado dentro de alguno de los tipos de cambio de localización, o dentro de alguna de las configuraciones de la línea (cambio ondulante, cambio gradual, cambio escalonado, línea trémula o línea firme) ya descritos, y las ocasiones en que éstos se presentan se grafican en forma acumulativa, puede establecerse una comparación entre las tasas independientes en que aparecen estas configuraciones o tipos de cambio, dentro de los 300 segundos de duración del registro.

La figura 8 presenta una comparación entre los regis-

Figura 8. Comparación de los registros acumulativos simultáneos de segmentos de 6 segundos, clasificados según los cinco tipos de configuración de la línea encontrados en el registro reproducido en la Figura 5. LF: línea firme; LT: línea trémula; CO: cambio de localización ondulante; CG: cambio de localización gradual; CE: cambio de localización escalonado.

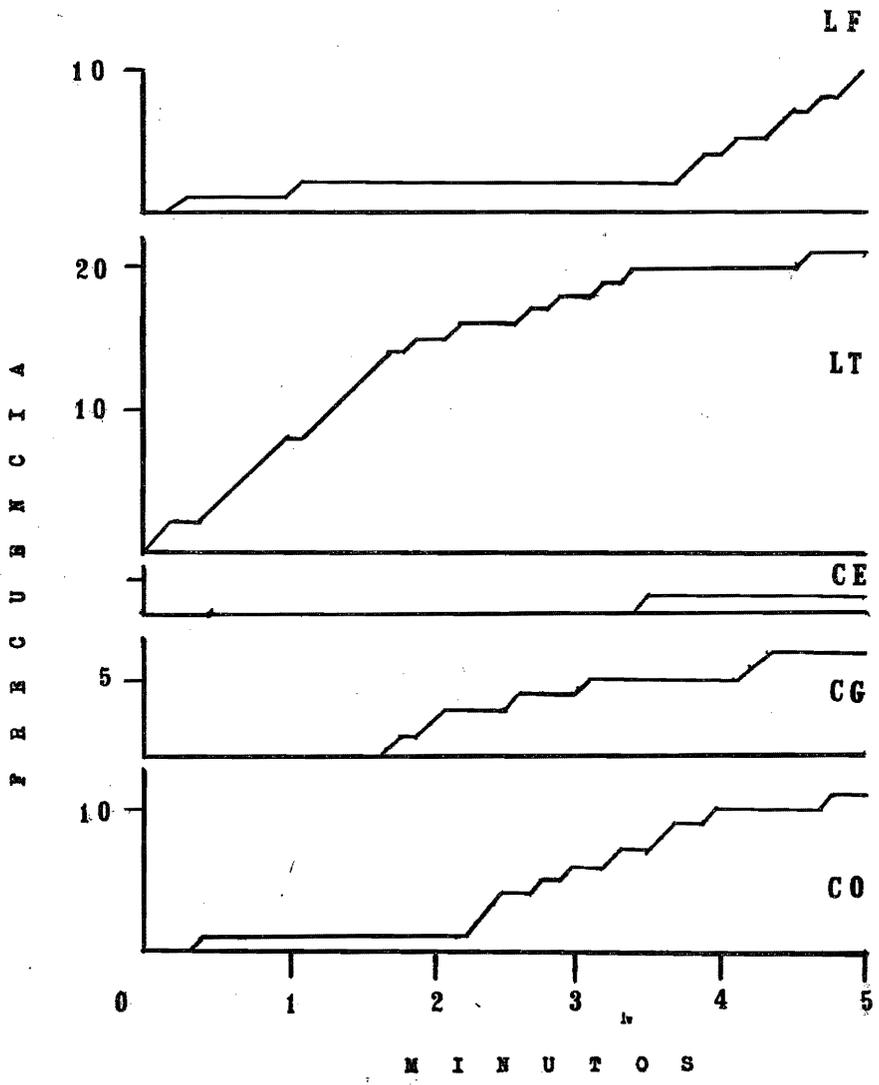


FIGURA 8

tros acumulativos de las presentaciones de los 5 tipos de cambio o configuración de la línea, que se encontraron en el registro de desplazamiento reproducido en la figura 5. Es notable la predominancia de la línea trémula, sobre todo durante los primeros 120 segundos del registro, lo que indica que el sujeto permanece husmeando al principio del registro. Después de 120 segundos, la tasa de presentación de la línea trémula decrece, a la vez que se incrementa la tasa de presentación de cambios ondulantes y comienzan a presentarse, a la misma tasa que éstos, los cambios graduales. Al rededor de los 240 segundos de registro, las tasas de presentación de estos dos últimos tipos de cambio, comienzan a decrecer casi al mismo ritmo y de manera simultánea. La tasa de presentación de la línea firme se incrementa notablemente justo cuando las tasas de presentación de la línea trémula, el cambio ondulante y el cambio gradual han decrecido considerablemente. Debido a que el cambio escalonado se presente una sola ocasión en todo el registro, es imposible analizar su tasa, si bien es cierto que la frecuencia con que aparece tal tipo de cambio, en comparación con las de los demás cambios y configuraciones, es un buen dato comparativo.

Si se da por concedido que la línea trémula representa el husmeo de la rata, puede apreciarse en el registro una secuencia de la conducta del sujeto. Inicialmente éste husmea sin moverse de lugar (línea trémula); después se desplaza de un lado a otro, alternando desplazamientos lentos con desplazamientos rápidos (cambio ondulante y cambio gradual), como explorando la cámara experimental, y finalmente permanece - quieto (línea firme).

A partir de los registros obtenidos puede hacerse fá-cilmente un cómputo del tiempo total que cada configuración o tipo de cambio de localización se manifiesta en el registro. La tabla 2 presenta los datos numéricos de esos tiempos. En la figura 9 pueden apreciarse claramente las variaciones en el tiempo total invertido por los sujetos en las diferentes actividades que se detectan en los registros, según la condición de peso corporal. Para aquellas ocasiones en que se efectuaron dos registros bajo una condición de peso, los datos se presentan promediados.

Los resultados encontrados bajo la condición del 80% del peso libre son muy similares para los tres sujetos, por lo que los registros efectuados en 90% no parecen haber contaminado los resultados obtenidos en 80% del peso libre en

TABLA 2

TIEMPO OCUPADO POR LAS DIFERENTES  
CONFIGURACIONES (SEGUNDOS)

SUJETO Y PESO	LÍNEA FIRME	CAMBIO ONDULANTE	CAMBIO GRADUAL	LÍNEA TREMULA	CAMBIO ESCALONADO
R1 100% A	224	17	22	17	20
R1 100% B	237	11	29	7	16
R1 90% A	106	29	30	132	3
R1 90% B	187	38	43	13	19
R1 80% A	196	52	10	35	7
R2 100% A	224	24	24	25	3
R2 100% B	215	32	27	15	11
R2 80% A	176	24	63	37	0
R3 100% A	236	19	32	13	0
R3 100% B	226	22	19	18	15
R3 90% A	152	37	38	60	13
R3 80% A	183	24	34	55	4

Figura 9. Tiempo total ocupado por las diferentes configuraciones de la línea de registro, en función de la condición de peso corporal. LF: línea firme; LT: línea trémula; CO: cambio de localización ondulante; CG: cambio de localización gradual; CE: cambio de localización escalonado.

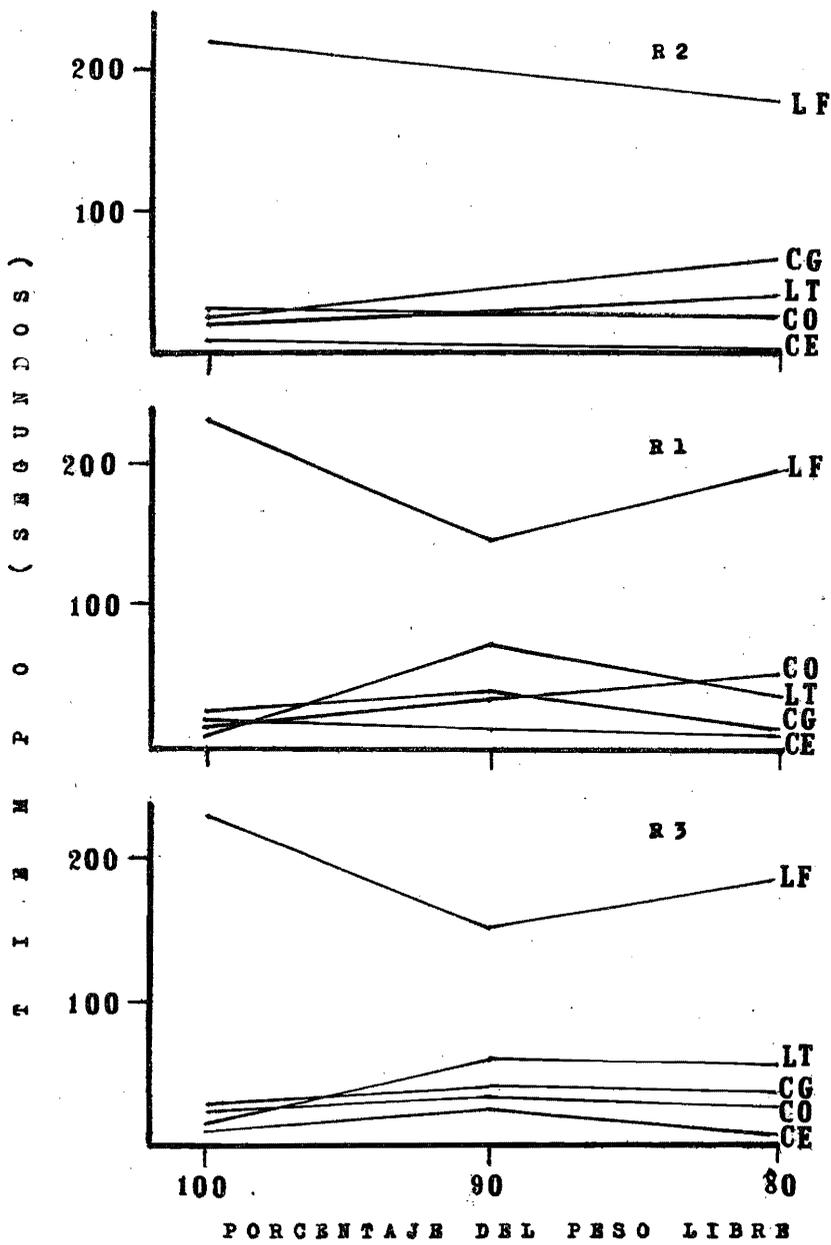


FIGURA 9

los sujetos R1 y R3. Los datos promediados de estos dos últimos sujetos se presentan en la figura 10. Las formas de las curvas individuales de estos sujetos son iguales a la forma de la curva promedio.

En las figuras 9 y 10 es clara una disminución del tiempo invertido por los sujetos en permanecer quietos (línea firme) bajo la condición de 90%. Esta disminución del tiempo que los sujetos permanecen inmóviles es acompañada por un incremento del tiempo total invertido en actividades que implican desplazamiento (cambios gradual, ondulante y escalonado de la línea) o simplemente husmeo (línea trémula). Bajo la condición del 80% hay una recuperación del tiempo invertido por los sujetos en permanecer inmóviles, y una consecuente disminución del tiempo invertido en las otras actividades. Esta recuperación, sin embargo, no alcanza los valores exhibidos en peso libre.

En las figuras 11, 12 y 13 se presentan las localizaciones de las líneas de desplazamiento en el ancho de la tira del papel de registro, cada 6 segundos, para los sujetos R1, R2 y R3 respectivamente. Se indican las condiciones de peso correspondientes a cada registro. En realidad, no hay nin-

Figura 10. Tiempo total ocupado por las diferentes configuraciones de la línea de registro, en función de la condición de peso corporal. Datos de los sujetos R1 y R3 promediados. LF: línea firma; LT: línea trémula; CO: cambio de localización ondulante; CG: cambio de localización gradual; CE: cambio de localización escalado.

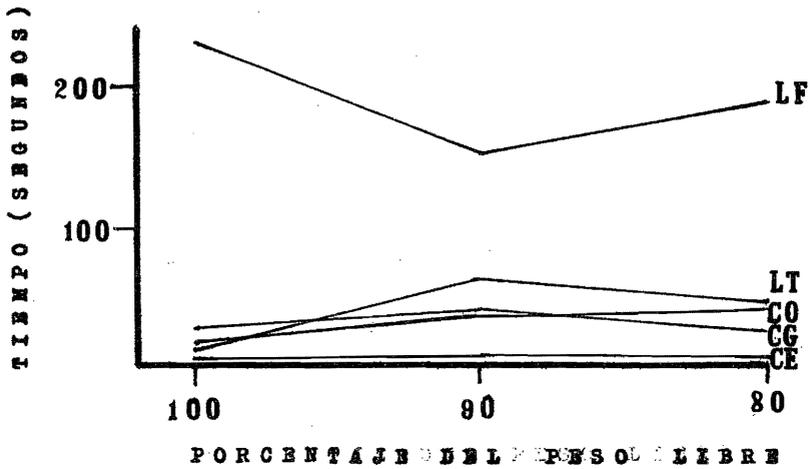


FIGURA 10

Figura 11. Localización de la línea de registro en el ancho de la tira de papel, cada 6 segundos, correspondiente al sujeto R1. Se indican las condiciones de peso corporal. Las letras indican el orden de cada registro bajo cada condición de peso.

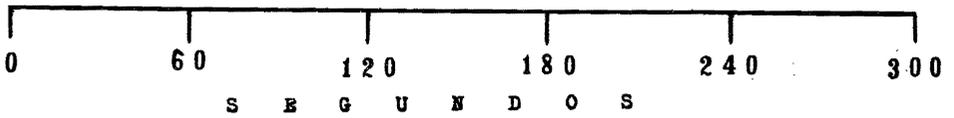
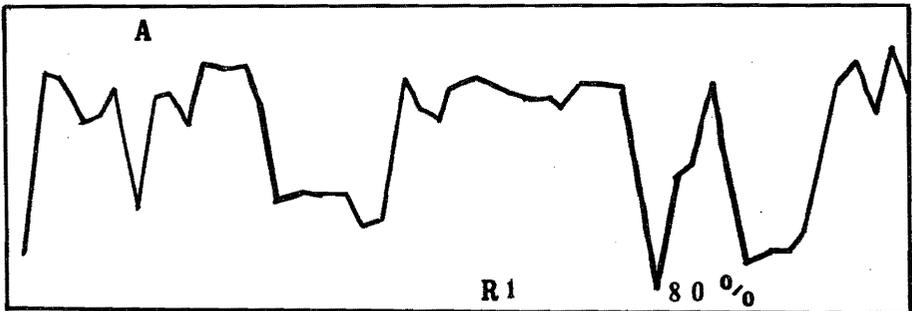
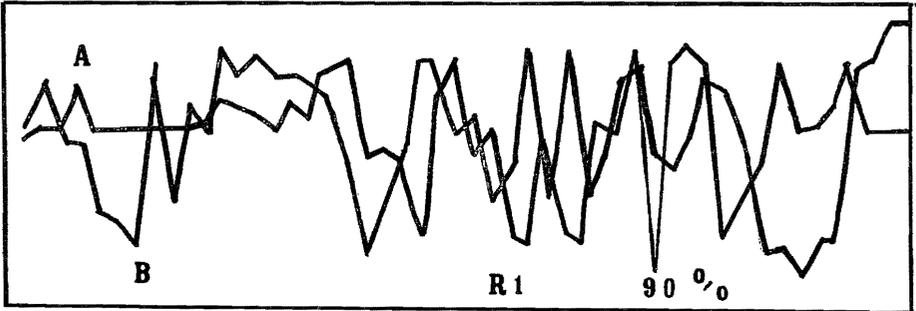
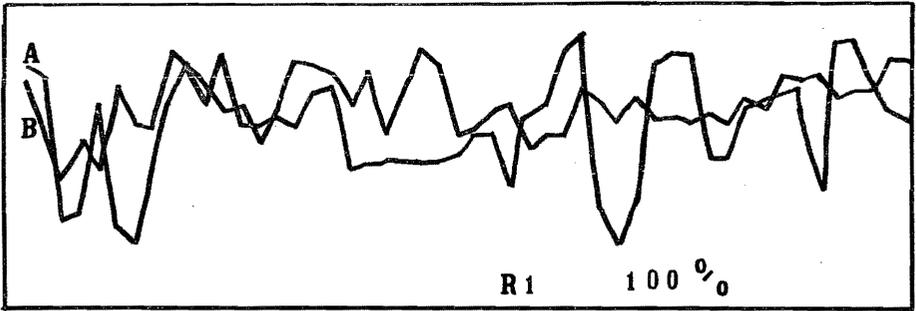


FIGURA 11

Figura 12. Localización de la línea de registro en el ancho de la tira de papel, cada 6 segundos, correspondiente al sujeto R2. Se indican las condiciones de peso corporal. Las letras indican el orden de cada registro bajo cada condición de peso.

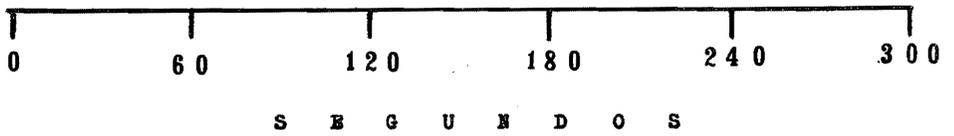
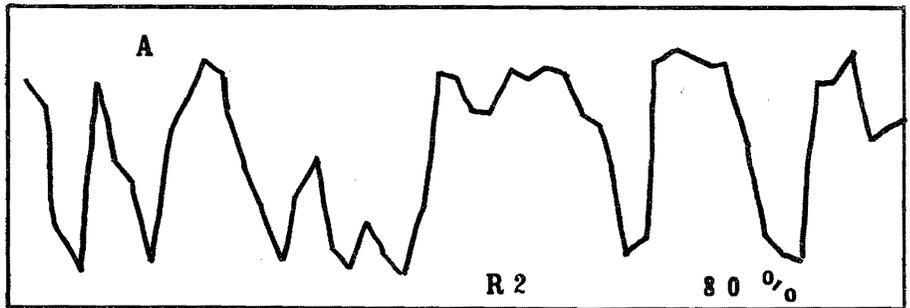
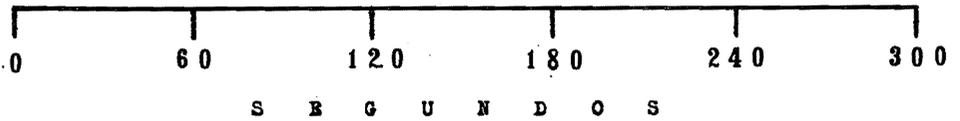
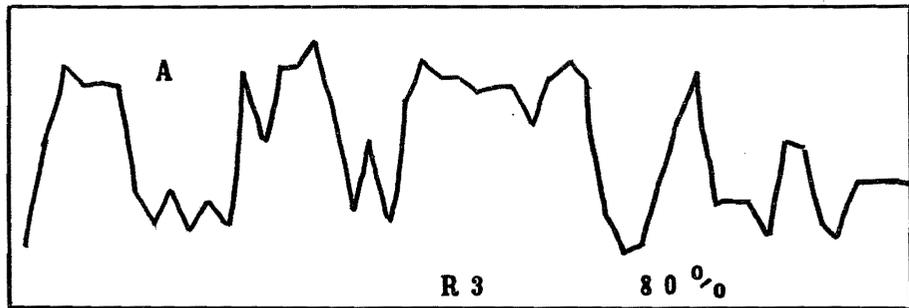
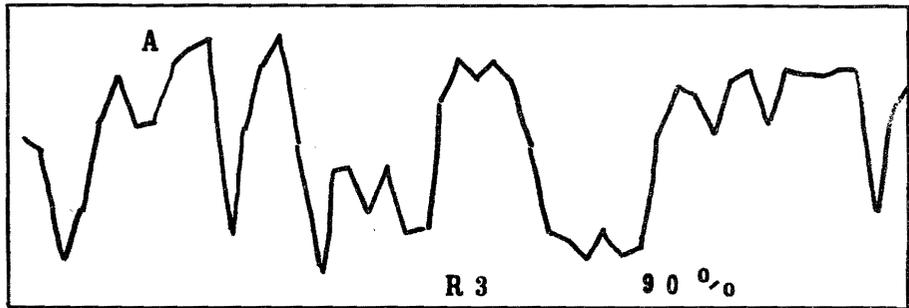
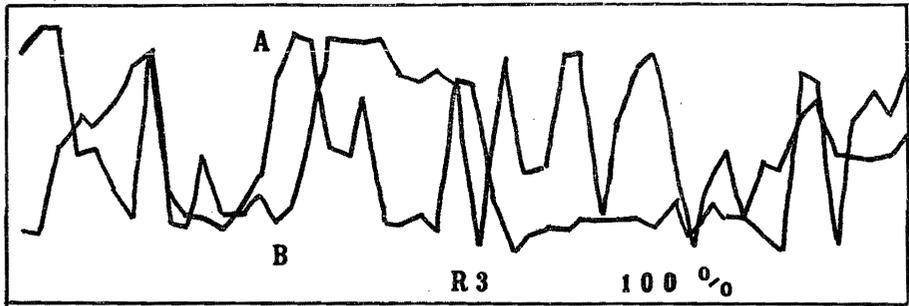


FIGURA 12

Figura 13. Localización de la línea de registro en el ancho de la tira de papel, cada 6 segundos, correspondiente al sujeto R3. Se indican las condiciones de peso corporal. Las letras indican el orden de cada registro bajo cada condición de peso.



gún valor informativo inmediato de esta manera de presentar los datos: las líneas así obtenidas no acusan algún cambio o peculiaridad característica, por lo que se requiere una presentación distinta de los datos.

Así, si se suman las diferencias de localización de la línea durante cada uno de los intervalos de tiempo empleados, y se considera la escala de la reducción del registro, puede obtenerse una estimación de las distancias totales recorridas por los sujetos a lo largo de un eje durante el tiempo de los registros. En la figura 14 se grafican las distancias totales en centímetros, recorridas por los sujetos. Una vez más, los registros efectuados bajo la condición de 90% en los sujetos R1 y R3 no parecen haber afectado los resultados obtenidos en 80%, ya que éstos son muy parecidos en los tres sujetos.

La figura 15 presenta los datos promediados de los sujetos R1 y R3. La curva se ajusta fácilmente a la descripción de las curvas individuales. Se aprecia un incremento de la distancia recorrida bajo la condición de 90%, y una tendencia bajo 80%, al retorno al valor mostrado en peso libre.

Se demuestra así que el método de registro es sensible

Figura 14. Distancia total recorrida por cada sujeto en el eje registrado, en función de la condición de peso corporal.

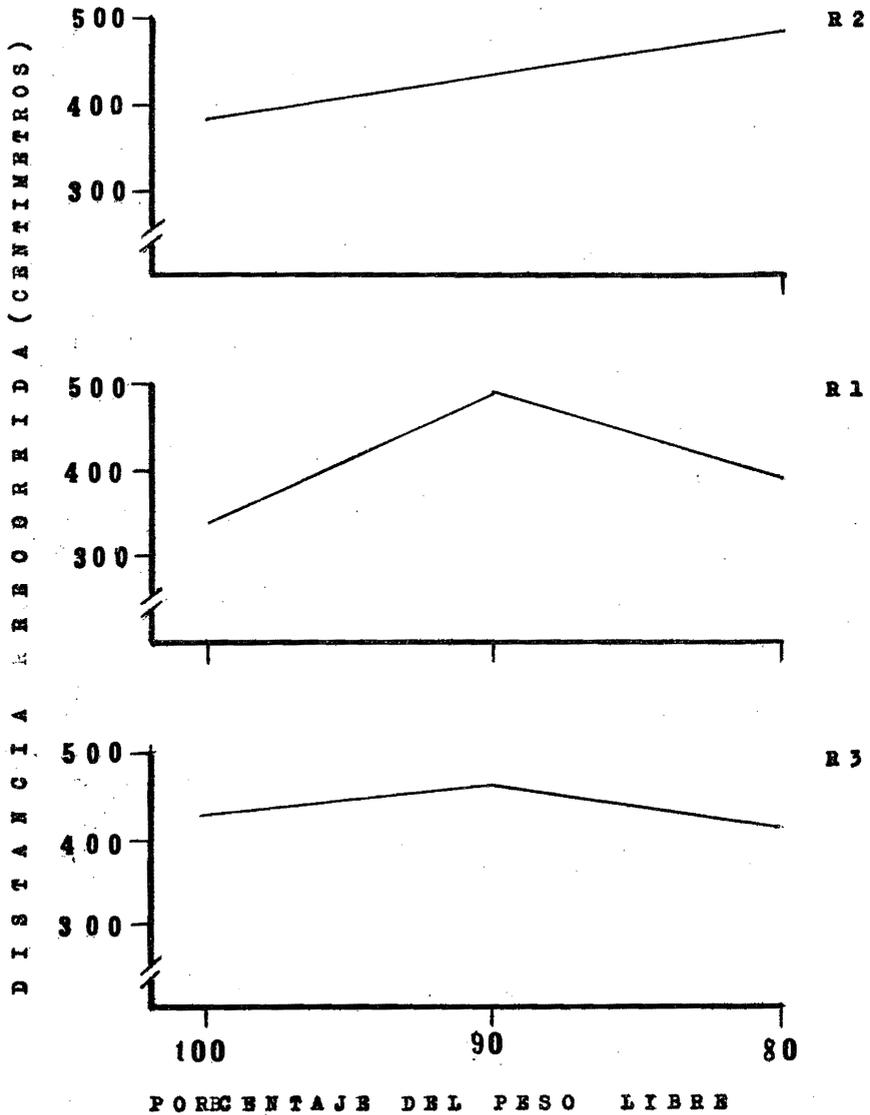


FIGURA 14

Figura 15. Distancia total recorrida a lo largo del eje registrado, en función de la condición de peso corporal. Datos de los sujetos R1 y R3 promediados.

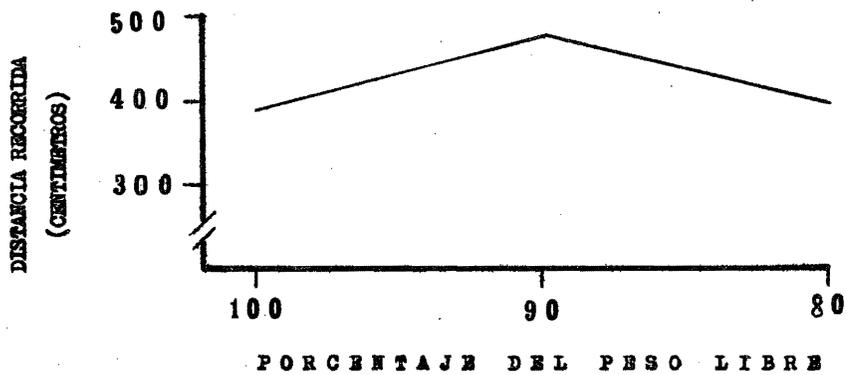


FIGURA 15

también a las variaciones en la distancia recorrida. Es evidente que al contar con los datos de distancia recorrida y tiempo transcurrido, se puede estimar fácilmente la velocidad promedio así como velocidades locales de recorrido, como puede apreciarse en el apéndice I.

Los resultados presentados en la figura 15 son congruentes con los de la figura 10. A medida que los sujetos invierten menos tiempo en permanecer inmóviles, ocupan más tiempo en desplazarse y husmear. Esta relación se presenta en forma resumida en la figura 16. La gráfica se ha construído con base en los datos de distancias totales recorridas, y de tiempos totales de los distintos cambios de localización y las configuraciones de la línea, bajo las tres condiciones de peso en los sujetos R1 y R3. En la gráfica pueden apreciarse las relaciones entre las duraciones con que se presentan las distintas configuraciones de la línea. De esta manera, el registro puede ser útil para detectar no sólo las diferencias en la cantidad con que se presentan conductas relacionadas con la actividad, sino también las relaciones temporales entre conductas como el husmeo, los cambios de localización en el espacio, y aún la inmovilidad.

La tabla 3 contiene los datos de localización, en mm, de la línea de registro, cada 6 segundos, con rango= 5. Es-

Figura 16. Tiempo total ocupado por las diferentes configuraciones de la línea de registro, y su relación con la distancia total recorrida. Datos promediados de los sujetos R1 y R3.

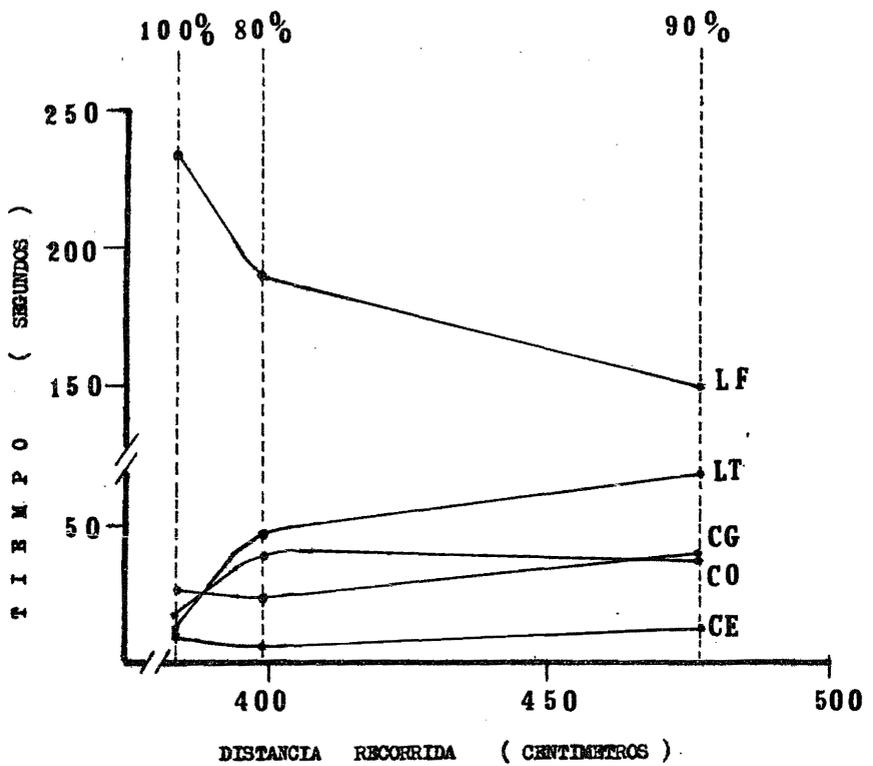


FIGURA 16

TABLA 3

FRECUENCIA DE LOCALIZACION DE LA LINEA DE  
REGISTRO EN EL ANCHO DE LA TIRA DE PAPEL (mm)

Rango = 5

	R			1			R			2			R			3		
	100%		90%	80%		100%		80%	100%		80%	100%		90%	80%			
	A	B	A	B	A	A	B	A	A	B	A	B	A	A	A	A		
1 - 5	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
6 - 10	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
11 - 15	0	1	0	2	4	1	2	8	1	0	4	1	1	0	4	1		
16 - 20	2	0	4	4	0	0	2	2	6	4	2	4	6	4	2	4		
21 - 25	1	0	2	2	3	5	7	3	16	8	5	5	16	8	5	5		
26 - 30	3	0	1	5	2	4	3	2	3	1	3	6	3	1	3	6		
31 - 35	3	1	0	1	4	2	7	2	2	1	0	7	2	1	0	7		
36 - 40	2	1	2	2	3	5	13	0	2	5	3	0	2	5	3	0		
41 - 45	8	1	3	3	1	4	1	4	4	9	2	1	4	9	2	1		
46 - 50	2	6	16	7	0	2	0	3	0	3	4	4	0	3	4	4		
51 - 55	6	9	6	1	7	2	2	5	2	2	5	3	2	2	5	3		
56 - 60	8	11	5	3	8	7	2	2	1	1	3	1	1	1	3	1		
61 - 65	4	10	1	6	11	6	3	7	5	5	6	10	5	5	6	10		
66 - 70	4	8	6	8	4	9	5	9	2	5	10	7	2	5	10	7		
71 - 75	5	2	3	4	2	3	1	2	3	6	2	1	3	6	2	1		
76 - 80	2	0	0	0	0	0	1	0	3	0	1	0	3	0	1	0		
81 - 85	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		

tos datos se presentan en forma gráfica en las figuras 17, 18 y 19, respectivamente para las condiciones de 100, 90 y 80% del peso corporal, para todos los sujetos. La letra A indica el primero o único registro de desplazamiento de cada sujeto bajo la condición de peso correspondiente, y la letra B, el segundo registro bajo la misma condición, cuando éste se efectuó. Puede observarse fácilmente que la frecuencia de localización de los puntos se distribuye en una forma irregular, indiscriminada. Bajo la condición de peso libre -la única bajo la que todos los sujetos fueron registrados dos veces- resultan más notorias algunas diferencias entre las curvas de un mismo sujeto, y entre sujetos. La distribución del segundo registro del sujeto R2 (indicada con una B) es la única que presenta una tendencia central (alrededor de 56 - 60 mm). No obstante, una distribución similar no se presenta en ninguna otra ocasión. Para el segundo registro del sujeto R2 (B, figura 17) y el primero del sujeto R3 (A, misma figura), las distribuciones exhiben cierta predominancia de la frecuencia, respectivamente, alrededor de 35 - 39 y 20 - 24 mm. El hecho de que la predominancia de alguna frecuencia no se manifieste sistemáticamente obliga a considerar como más representativas de la distribución de la frecuencia de localización de la línea, para

Figura 17. Frecuencia de localización de la línea de registro en el ancho de la tira de papel, a intervalos de 6 segundos, con rango= 5, bajo la condición de peso libre, correspondiente a todos los sujetos. Las letras indican el orden de cada registro bajo esta condición de peso.

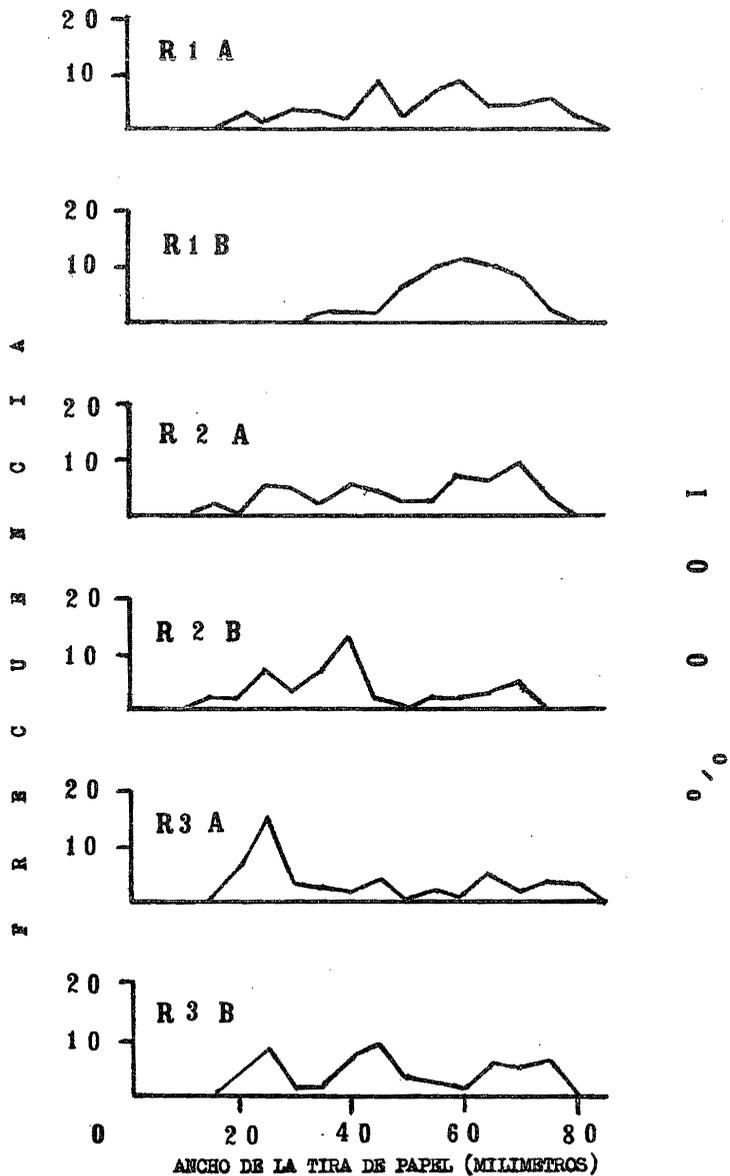


FIGURA 17

Figura 18. Frecuencia de localización de la línea de registro en el ancho de la tira de papel, a intervalos de 6 segundos, con rango= 5, bajo la condición del 90% del peso libre, correspondiente a los sujetos R1 y R3. Las letras indican el orden de cada registro bajo esta condición de peso.

90 %

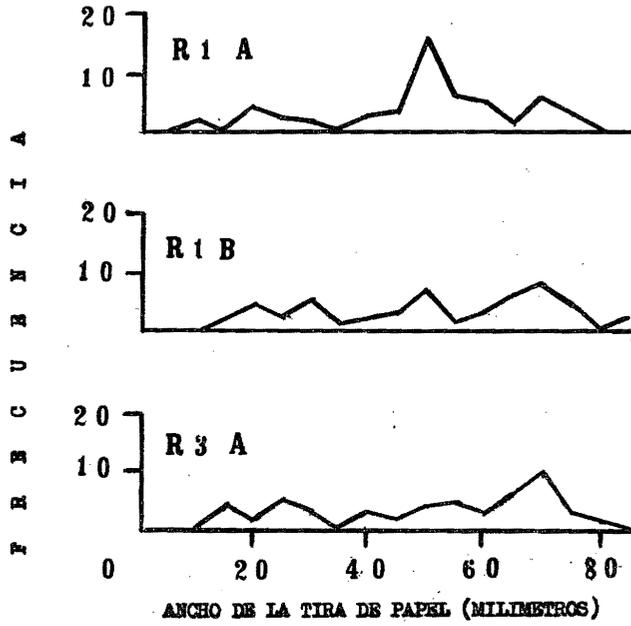


FIGURA 18

Figura 19. Frecuencia de localización de la línea de registro en el ancho de la tira de papel, a intervalos de 6 segundos, con rango= 5, bajo la condición del 80% del peso libre, correspondiente a todos los sujetos. Las letras indican el orden de cada registro bajo esta condición de peso.

80 °/o

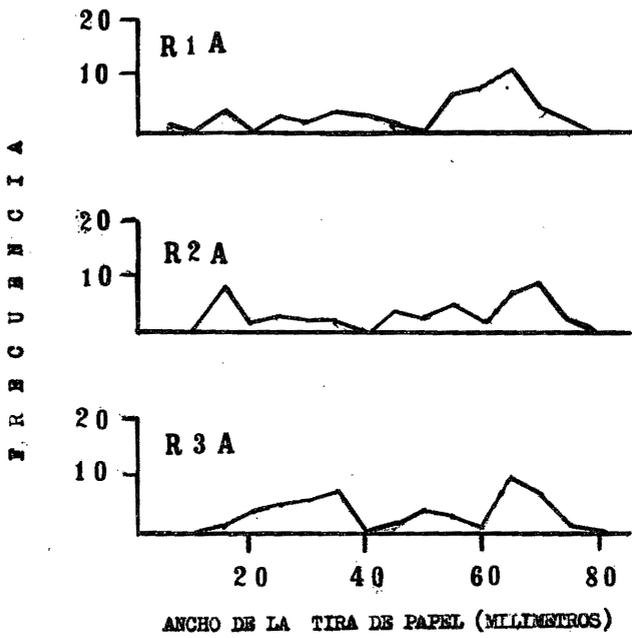


FIGURA 19

todos los sujetos, y para la condición de peso libre (figura 17) a las distribuciones correspondientes al primer registro del sujeto R1 (A), el primero del sujeto R2 (A) y el segundo del sujeto R2 (B), en las que las curvas presentan varios agrupamientos, ninguno de los cuales es sobresaliente, y son, en general, planas.

Las dos distribuciones correspondientes a los registros del sujeto R1 (A y B en la figura 18) y al único del sujeto R2 (A, en la misma figura), que se efectuaron bajo la condición de 90%, tampoco presentan una tendencia central definida alrededor de algún intervalo específico.

La distribución de frecuencia de localización se manifiesta también en una curva que tiende a ser plana para todos los sujetos bajo la condición de 80% (véase figura 19). Es bajo esta condición cuando las curvas de distribución de frecuencia de localización, para los tres sujetos, son mas similares entre sí.

La existencia de 17 intervalos para una frecuencia máxima posible de 50, puede hacer aparecer erróneamente como planas las curvas de distribución. Si éste es el ca-

so, una distribución con rango= 10 permite una apreciación más global en la que pueden ser notorias las diferencias - entre las frecuencias de los intervalos.

La tabla 4 contiene los datos de frecuencia de localización de la línea de registro cada 6 segundos, con rango= 10, de todos los registros. En la figura 20 estos datos se presentan en histogramas que permiten una comparación de las distribuciones tanto entre las 3 condiciones de peso corporal como entre los 3 sujetos. De nuevo se aprecia que la predominancia de la frecuencia de algún intervalo determinado es variable para todas las distribuciones de los registros efectuados: la máxima frecuencia de localización se presenta tanto en intervalos de cifras menores (2B y 3A) -lo que significa que los sujetos permanecieron más tiempo en un lado de la cámara- como en intervalos de cifras mayores (2A y 1B) mayor tiempo de permanencia en el otro lado de la cámara-, como uniformemente en todos los intervalos (3A) -localización indistinta del sujeto en diversas partes de la cámara-.

La similitud entre los histogramas correspondientes a las condiciones de 80% y peso libre, y entre los histogramas del sujeto R3 bajo las condiciones de 80 y 90%, permite

TABLA 4

FRECUENCIA DE LOCALIZACION DE LA LINEA DE  
REGISTRO EN EL ANCHO DE LA TIRA DE PAPEL (mm)

Rango = 10

	100%		R 90%		1 80%		R 100%		2 80%		R 100%		3 90%		80%	
	A	B	A	B	A	A	B	A	A	B	A	B	A	A		
1 - 10	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
11 - 20	2	1	4	6	4	1	4	10	7	4	6	5	6	5		
21 - 30	4	0	3	7	5	9	10	5	19	9	8	11	8	11		
31 - 40	5	2	2	3	7	7	20	2	4	6	3	7	3	7		
41 - 50	10	7	19	10	1	6	1	7	4	12	6	5	6	5		
51 - 60	14	20	11	4	15	9	4	7	3	3	8	4	8	4		
61 - 70	8	18	7	14	15	15	8	16	7	10	16	17	16	17		
71 - 80	7	2	3	4	2	3	2	2	6	6	3	1	3	1		
81 - 85	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		

Figura 20. Frecuencia de localización de la línea de registro en el ancho de la tira de papel, a intervalos de 6 segundos, con rango= 10, bajo todas las condiciones de peso, correspondientes a todos los sujetos. Las letras indican el orden de cada registro bajo cada condición de peso.

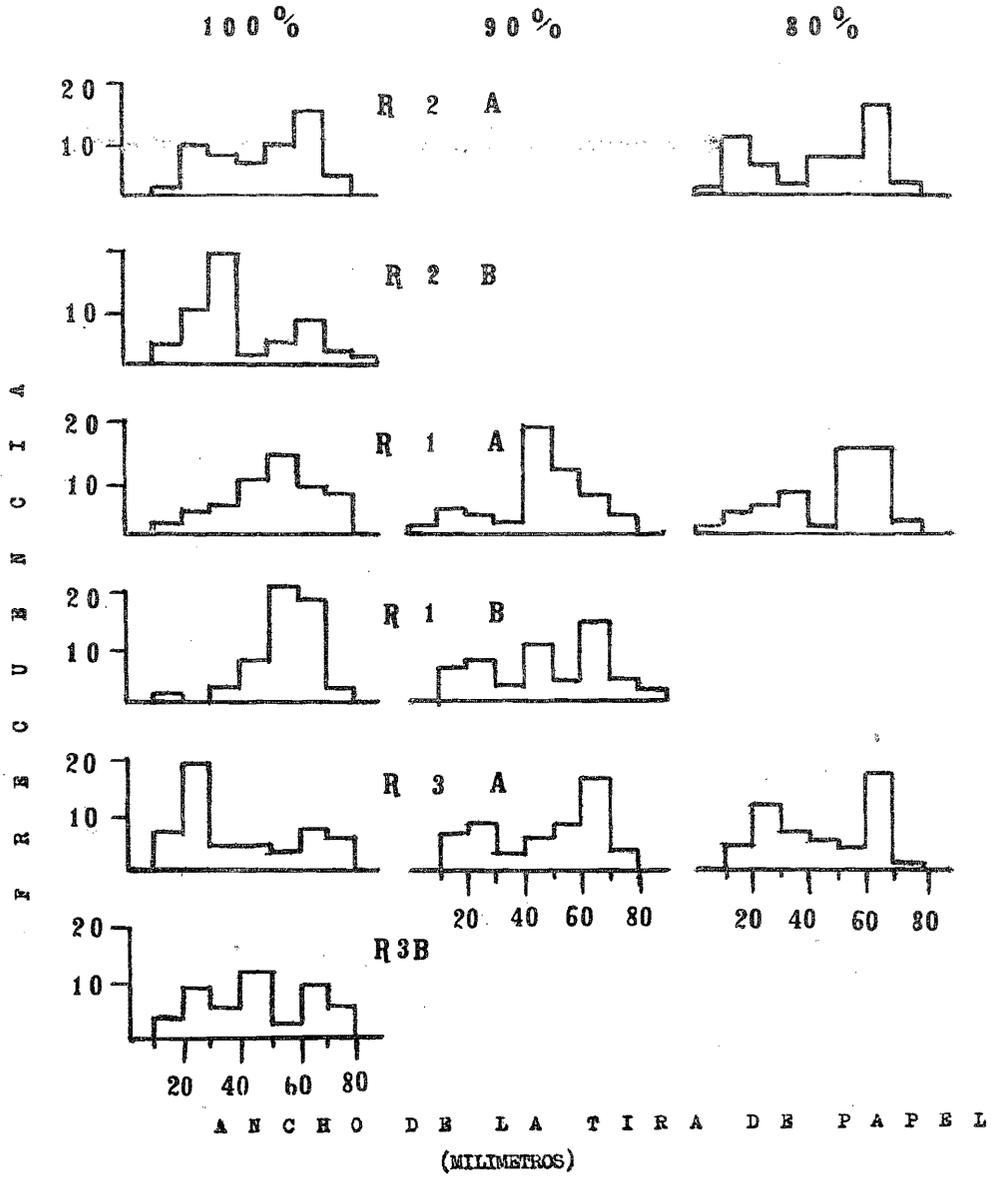


FIGURA 20

concluir que la localización de los sujetos no fue afectada por la secuencia de pesos manipulada, ni por la condición de peso corporal.

En los histogramas de la figura 21, basados en los datos de la tabla 5, puede apreciarse que si se toma la línea intermedia del ancho de la tira del papel de registro como referencia de localización, la frecuencia de las diferencias presentadas, con rango = 10, entre la línea de registro y la línea intermedia, se distribuye de manera irregular, sin predominancia de la frecuencia de algún intervalo específico. Esto significa que los sujetos permanecieron tanto cerca como lejos de la parte central del eje de la cámara que se registró.

TABLA 5  
 FRECUENCIA DE DIFERENCIAS DE LA LINEA DE  
 REGISTRO CON LA LINEA MEDIA DEL ANCHO DE  
 LA TIRA DE PAPEL (mm)

Rango = 5

	R		1			R			2		R		3	
	100%		90%		80%	100%		80%	100%		90%	80%		
	A	B	A	B	A	A	B	A	A	B	A	B	A	A
0 - 4	9	2	5	6	3	7	8	4	4	12	6	1		
5 - 9	5	8	19	6	1	6	12	4	3	6	5	11		
10 - 14	9	10	6	5	13	5	6	6	4	4	5	7		
15 - 19	12	12	4	6	14	12	4	5	16	6	5	7		
20 - 24	5	7	5	11	9	11	12	12	14	9	14	13		
25 - 29	3	9	8	9	8	7	5	14	5	9	11	10		
30 - 34	6	2	3	5	1	2	1	5	2	4	3	1		
35 - 39	1	0	0	0	1	0	1	0	2	0	1	0		
40 - 43	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0		

**Figura 21.** Frecuencia de diferencias de la línea de registro con la línea media del ancho de la tira de papel, a intervalos de 6 segundos, con rango= 10, bajo todas las condiciones de peso, correspondientes a todos los sujetos. Las letras indican el orden de cada registro bajo cada condición de peso.

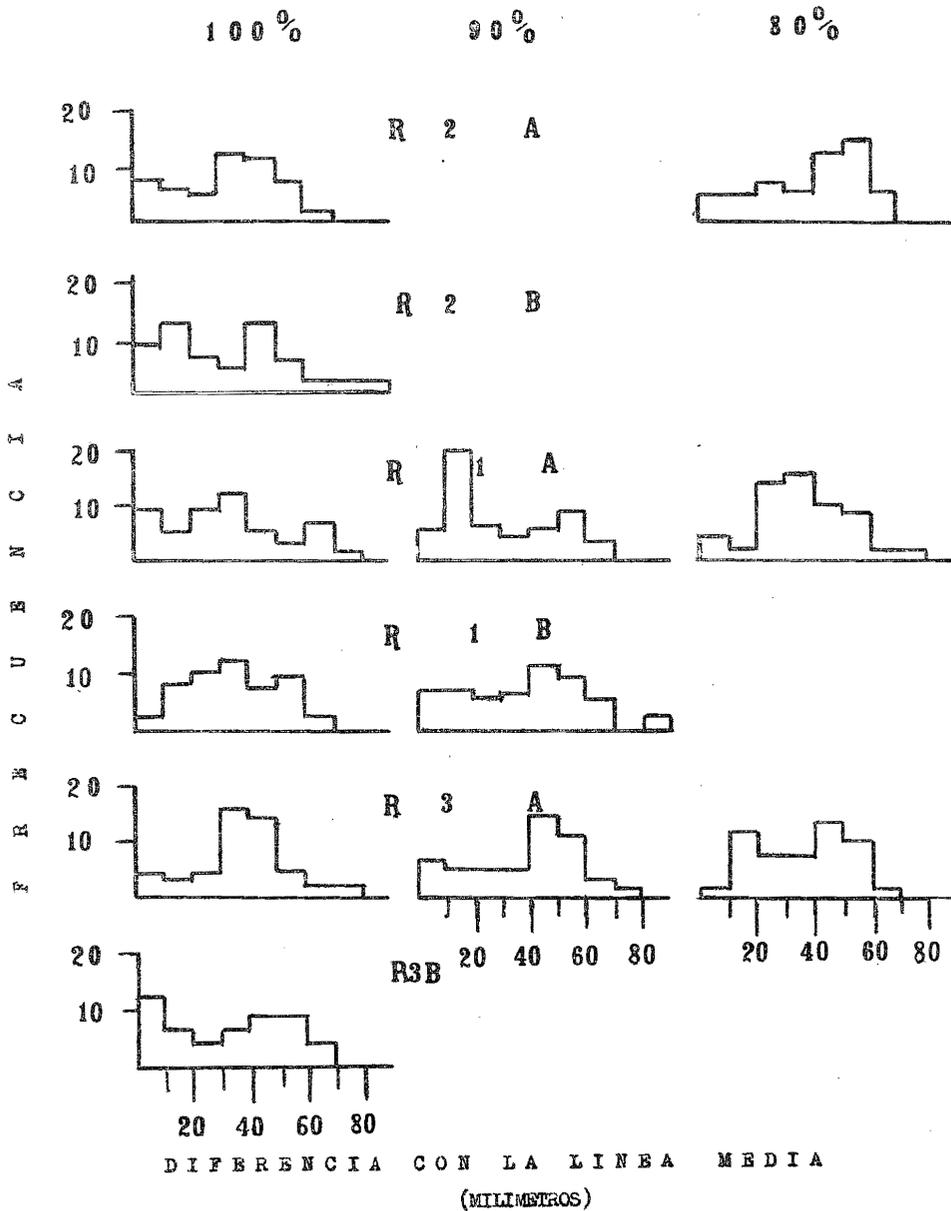


FIGURA 21

## C O N C L U S I O N E S

La actividad general es un concepto que hace referencia a una serie de conductas y actividades cuyo registro global se ha efectuado con aparatos muy diversos. Estos aparatos difieren en la estimulación que proporcionan y en su sensibilidad, por lo que cada uno mide aspectos particulares de actividad. Además, su uso se encuentra restringido casi exclusivamente a la rata de laboratorio.

El desplazamiento de los organismos, definido como los cambios en su localización geográfica, es un elemento común a los diversos aspectos de la actividad que registran todos los aparatos, y común a la actividad de la mayoría de los animales. El registro de desplazamiento tiene las ventajas de ser aplicable a especies muy diversas, y de no depender del uso de aparatos específicos, proporcionando un punto común de referencia para estudios comparativos.

El desplazamiento ha sido escasamente registrado en roedores, aunque es un dato de importantes implicaciones para la investigación psicológica. En organismos invertebrados en cambio, ha constituido un dato de interés en el

estudio de los llamados mecanismos de orientación, entre los que se encuentran las kinesis.

Los puntos en común que tienen los conceptos de actividad general y kinesis son interesantes. Ambos implican el registro global del movimiento de un organismo, así como la ausencia de direccionalidad o meta que se atribuye a la conducta, y el papel que juega la estimulación externa en su magnitud. Kinesis y actividad general parecen constituir, así, un mismo fenómeno, con lo que la definición de actividad general como el conjunto de movimientos de un organismo relacionados con el desplazamiento o implicados en él, integra dos fuentes de investigación. De esta manera puede evaluarse la pertinencia del registro de desplazamiento como forma de registro de actividad.

Pueden identificarse dos elementos fundamentales del desplazamiento: su configuración -el patrón de la ruta seguida por un organismo al desplazarse- y su velocidad. La configuración del desplazamiento ha permitido distinguir entre los diversos mecanismos de orientación que puede presentar un organismo, y ha servido para apreciar importantes diferencias en el comportamiento. Algunos de los métodos de registro han dependido mucho de la naturaleza de los orga-

nismos con los que se han aplicado. En el presente trabajo, se propuso un sencillo aparato para el registro simultáneo de la configuración del desplazamiento, aplicable a cualquier organismo que se desplace en un solo plano, y útil en cualquier ambiente.

El registro de la velocidad del desplazamiento se ha basado en el empleo de observaciones realizadas a intervalos regulares de tiempo, por lo que la velocidad sólo se ha registrado en forma discreta. En este trabajo se propuso un método de registro de desplazamiento en un eje de coordenadas, que incluye, en el otro eje y en forma continua, al tiempo. El método permite la identificación de intervalos de tiempo de cualquier magnitud y en cualquier instante, por lo que permite apreciar variaciones locales en la velocidad del desplazamiento en un eje. Se describió un aparato de registro basado en este método.

El método y el aparato fueron puestos a prueba en una demostración en la que se manipuló la condición de peso corporal de tres ratas.

Se obtuvieron registros consistentes en una línea continua que presenta diversas configuraciones características de actividades o conductas específicas. Así, cuando

el sujeto no se mueve a lo largo del eje que se registra, la línea es firme y sin cambios de localización. El husmeo de la rata, por otra parte, queda registrado como una línea trémula. Finalmente, cuando el sujeto se desplaza, la línea de registro cambia de localización en el ancho de la tira de papel. La forma de los cambios de localización de la línea dependen de la velocidad con que el sujeto se desplaza.

A partir de la línea de registro puede obtenerse información de las secuencias con que se presentan las actividades del organismo a las que el método es sensible. El análisis contínuo de la línea permite conocer los tiempos totales invertidos por los sujetos en desplazarse, husmear o simplemente permanecer inmóviles. También, además de poderse conocer la localización de los sujetos en un eje en cualquier momento del registro, puede efectuarse un análisis de la línea en intervalos específicos de tiempo, y a partir de la localización de la línea en el ancho de la tira de papel, determinarse distancias totales recorridas, velocidad promedio, y velocidades locales (véase el apéndice I).

~~Mediante el método de registro se detectan cambios~~  
notorios en los tiempos totales que los sujetos invirtie-

ron en diversas conductas. Bajo la condición del 90% del peso libre, la inmovilidad ocupó menos tiempo que en peso libre, a la vez que aumentó el tiempo ocupado por los sujetos en husmear y en desplazarse.

La distancia total recorrida por los sujetos también varió notablemente según la condición de peso corporal. En el 90%, los sujetos se desplazaron más distancia que en peso libre o en 80%. La permanencia de los sujetos en zonas determinadas de la cámara experimental, no mostró cambios regulares.

El método de registro fue, en consecuencia, sensible a las condiciones experimentales manipuladas. Esto responde afirmativamente a la pregunta formulada por Zanatta -- (1977) respecto de si la medida del desplazamiento ininterrumpido de un organismo puede constituir un dato suficientemente ordenado y sensible a las manipulaciones experimentales. Ya que a partir del registro se puede efectuar tanto una medida global de la actividad como lo es la distancia total recorrida, como medidas de conductas específicas como el husmeo, el método de registro parece representar las ventajas que por separado tienen el registro de actividad con aparatos como la rueda giratoria o la jaula estacio

naria, y el registro basado en categorías conductuales como las empleadas por Bindra y Blond (1958) o por Bolles (1960; 1963). Además, el registro continuo permite el análisis de variaciones locales de la actividad y/o diversas conductas en intervalos de tiempo tan reducidos o tan grandes como se desee.

El método puede ser perfeccionado si se efectúa el registro de la amplitud del desplazamiento, no sólo en uno, sino en dos y hasta en tres ejes. De esta manera se posibilita la reproducción completa de la configuración del desplazamiento.

Cabe mencionar que no obstante que el tiempo de adaptación de las sesiones fue breve, éstas fueron planeadas para poner a prueba el método y el aparato de registro, y aun cuando las diferencias fueran el resultado de una ausencia de estabilidad de la actividad u otras conductas en general, lo importante de los resultados es que el método y el aparato fueron sensibles a esas diferencias.

Es preciso señalar que aunque el interés inicial de este trabajo se refirió al problema del registro de actividad, el uso del método de registro propuesto puede también

ofrecer algunas ventajas en el estudio de la conducta en general. De hecho, la posibilidad de registrar no solamente el desplazamiento en un eje, sino también conductas como la de husmear, permite su aplicación en la investigación sobre relaciones temporales entre diversas conductas. Por otra parte, el hecho de poder registrar con un mismo método diversas conductas en comparación continua contra el tiempo, sin necesidad de recurrir a la fragmentación o al uso de operanda, y con información continua sobre la localización, plantea una forma distinta de registrar conducta. Schoenfeld (1972) ha señalado que puede tenerse una aproximación distinta en la medición de la conducta "si se deja de considerar al flujo conductual como algo constituido de 'respuestas' que son eventos separados en el espacio y que involucran manipulanda específicos, y se le considera mejor con referencia a las coordenadas espaciales." (Schoenfeld, 1972, p. 42). Y añade:

Una "respuesta" es, después de todo, un movimiento en el espacio de parte de un organismo o de su totalidad. Tradicionalmente se le ha registrado como un evento discreto, pero tal vez pueda ser mejor descrita posi-

cionalmente mediante una función de campo  
(Schoenfeld, 1972, p. 42, entrecomillado  
del autor.)

El método propuesto aquí puede ser perfeccionado y ofrece la posibilidad de proporcionar información completa de la localización de un organismo en el espacio. Por último, debe mencionarse que el seguimiento continuo de un punto de referencia de un organismo, no solamente ofrece posibilidades en el registro de desplazamiento, sino también - en la descripción topográfica de la conducta, como puede apreciarse en el apéndice II.

A P E N D I C E I  
ESTIMACION DE VELOCIDADES LOCALES

La estimación de la velocidad de recorrido a lo largo de un eje en un intervalo específico de tiempo, puede efectuarse al comparar el cambio de localización de la línea de registro, es decir la distancia recorrida, contra el intervalo de tiempo. Así se tiene:

$$V_k = \frac{d_2 - d_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

en donde  $V_k$  es la velocidad local de recorrido,  $d_2 - d_1$  es la distancia recorrida, y  $t_2 - t_1$  es el intervalo de tiempo.

Debido a que  $d_2 - d_1$  y  $t_2 - t_1$  expresan incrementos de espacio recorrido y tiempo transcurrido, respectivamente, la ecuación (1) puede expresarse también de la siguiente manera:

$$V_k = \frac{\Delta d}{\Delta t} \quad (2)$$

en donde  $\Delta$  denota incremento.

En la figura 22 puede apreciarse que al cambiar de localización, la línea de registro forma un ángulo  $\alpha$  con la abscisa, a partir del que puede identificarse un triángulo rectángulo cuyo cateto opuesto a  $\alpha$  es  $\Delta d$  y cuyo cateto adya-

Figura 22. Estimación de velocidad de recorrido a lo largo de un eje en un intervalo específico de tiempo (explicación en el texto).

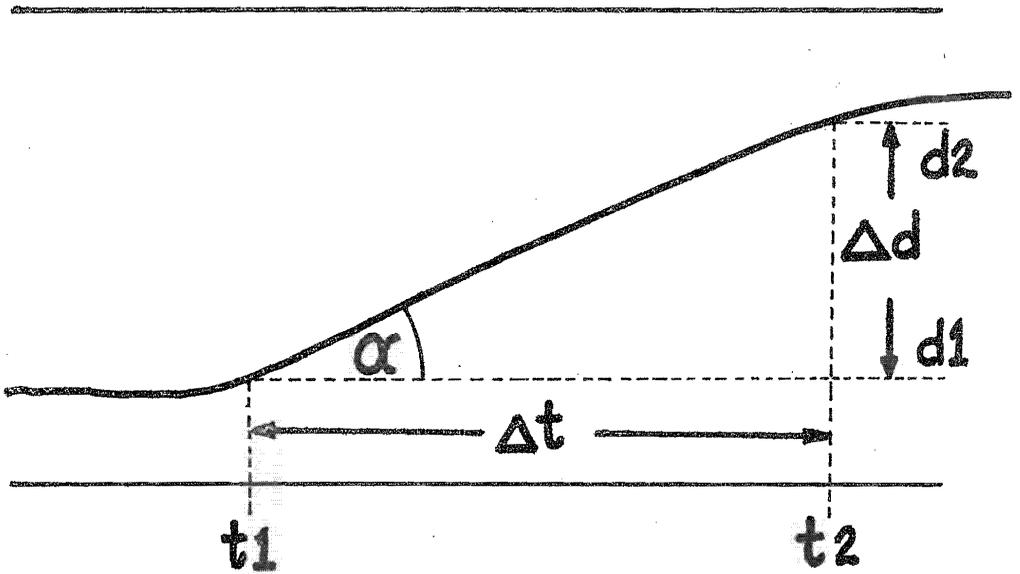


FIGURA 22

cente a  $\alpha$  es  $\Delta t$ , de tal manera que el cociente  $\frac{\Delta d}{\Delta t}$  puede expresarse como el valor de la tangente del ángulo  $\alpha$ . Así, se tiene:

$$V_k = \tan \alpha \quad (3)$$

Debido a que el registro puede estar en proporción menor, mayor o igual al tamaño real del ambiente en donde se desplaza un organismo, puede agregarse un factor gracias al cual la expresión final de  $V_k$  contenga la corrección de la proporción del registro. Así, la ecuación queda como sigue:

$$V_k = \tan \alpha \left( \frac{1}{\rho} \right) \quad (4)$$

en donde  $\rho$  es la proporción del registro con respecto al tamaño real del ambiente. El cociente  $\frac{1}{\rho}$ , que es el valor recíproco de  $\rho$ , permite la expresión de  $V_k$  en las proporciones reales.

De esta manera, la velocidad de recorrido en un intervalo específico de tiempo puede estimarse en cualquier momento del registro, con sólo tener inicialmente el valor del ángulo que la línea de registro forma con la abscisa.

A P E N D I C E    II  
DESCRIPCION CONTINUA DE LOS MOVIMIENTOS  
Y LA POSICION

En esta sección se desarrolla un modelo que simplifica la descripción continua de los movimientos y la posición de una parte corporal, ofreciendo la posibilidad de dar cuenta de la magnitud (amplitud) de los movimientos, así como de su frecuencia. Este modelo se desarrolla a partir de:

- 1) La selección de un punto representativo de una parte corporal. Trochim (1976) ha registrado la localización de varios puntos de partes corporales específicas en humanos, y ha desarrollado un método para describir tridimensionalmente la posición de todo el cuerpo.
  
- 2) La determinación de un eje con respecto al cual se representa la posición de una parte corporal. - Al caminar, por ejemplo, los movimientos de una extremitad se efectúan hacia delante y hacia atrás - con respecto al cuerpo (véase Grillner, 1975). - El eje con respecto al cual se representa la posición de una extremidad puede ser, entonces, una -

línea perpendicular a la dirección de los movimientos, y en la que se localiza la extremidad cuando se encuentra en posición normal.

3) La representación continua del tiempo.

Con estos tres elementos, el movimiento periódico de una parte corporal puede ser descrito mediante la ecuación:

$$P = A \operatorname{sen} \omega t \quad (1)$$

en donde  $P$  es el punto representativo de la parte corporal,  $A$  es la amplitud del movimiento de la parte corporal, evaluado como su distancia al eje perpendicular al sentido del movimiento,  $t$  es el tiempo, y  $\omega$ , la duración de un período del movimiento de la parte corporal, expresada con el cociente  $\frac{360^\circ}{L}$  o  $\frac{2\pi}{L}$ , en que  $360^\circ$  o  $2\pi$  representan un ciclo (en grados o en radianes, respectivamente), y  $L$  es una cantidad de períodos. De esta manera,  $A$  es un coeficiente de la magnitud del movimiento, y  $\omega$ , de la frecuencia.

La representación gráfica del movimiento periódico de una parte corporal es como en la figura 23. El tiempo se representa de manera continua en la abscisa, y el eje con respecto al cual se representa la posición de una parte corporal tiene un valor de 0 en la ordenada. La amplitud de los movimientos se define por su diferencia con 0.

Figura 23. Representación gráfica del movimiento periódico de una parte corporal. (véase explicación en el texto.)

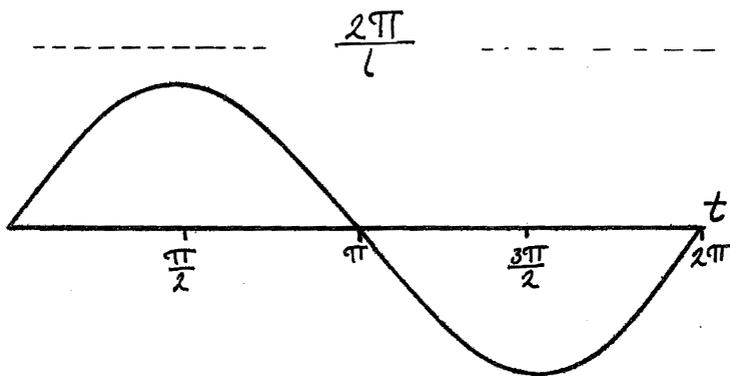


FIGURA 23

La ecuación (1) puede ser utilizada para describir - el movimiento de una extremidad de un animal al caminar. - Puede observarse que al caminar, el ciclo de un paso de una extremidad consiste básicamente en dos fases: la fase de balanceo, cuando el pie se encuentra separado del suelo y se mueve hacia adelante, y la fase de descanso, cuando el pie se encuentra apoyado y la extremidad se mueve hacia atrás, con respecto al cuerpo (Grillner, 1975). La distancia del punto representativo de la extremidad, al eje en un momento determinado, se expresa como el valor de la amplitud, positivo, cuando la extremidad se encuentra adelante, en fase de balanceo, y negativo, cuando la extremidad se encuentra atrás, en fase de descanso (véase figura 24). La frecuencia con que se repite un período representa la cantidad de pasos dados, y la distancia recorrida con esa extremidad, es igual al valor de la amplitud, multiplicado por la frecuencia.

Los patrones de secuencia con que las extremidades se mueven al caminar varían según el animal camine lento o rápido (Wilson, 1966). En principio, la relación de tal patrón con la velocidad, es el mismo en animales tan diversos como una cucaracha y un gato (véase Pearson, 1976). - Las descripciones con que se denota el patrón de secuencias,

Figura 24. Movimientos periódicos de una extremidad al caminar, representados mediante un senoide. (Véase explicación en el texto.)

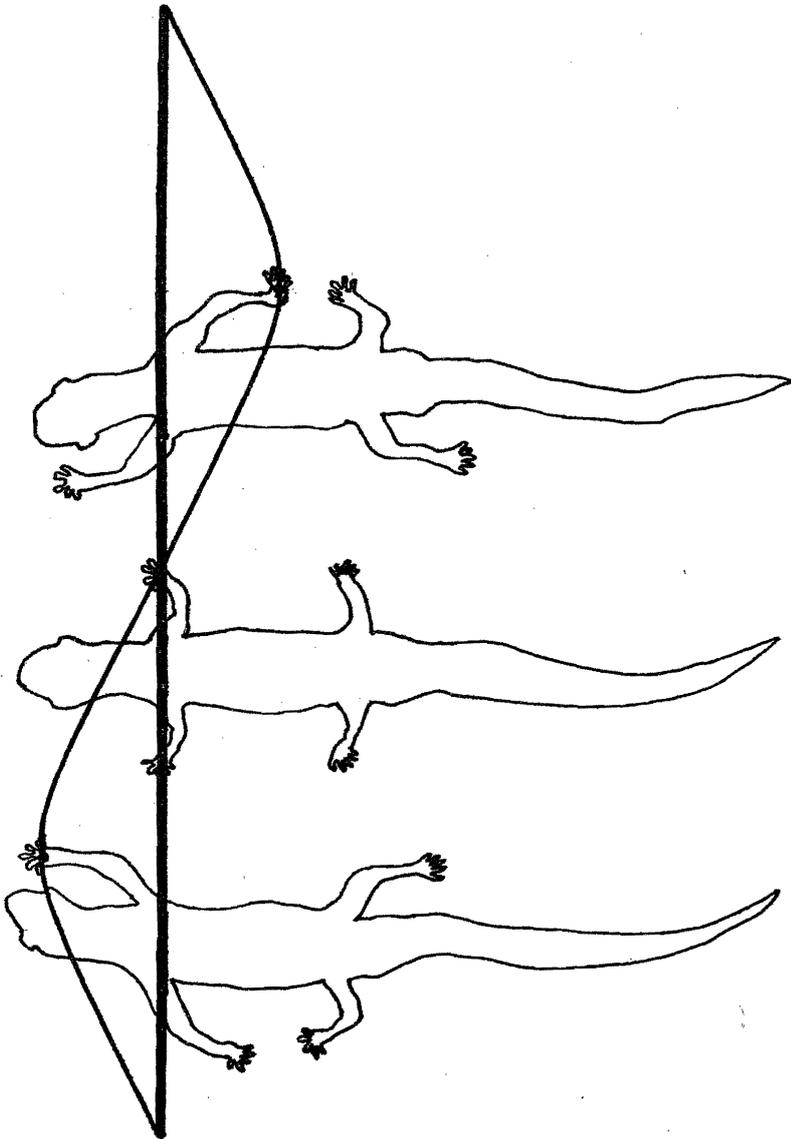


FIGURA 24

son relativamente complicadas y no permiten una apreciación continua de su relación con la frecuencia del movimiento de las extremidades. Sin embargo, con base en la ecuación (1) el movimiento de varias extremidades, y la secuencia con que se da, puede ser descrito sencillamente al agregar un coeficiente que exprese la sincronía o diacronía de los movimientos de una extremidad, con respecto a los de una extremidad ya descritos. Así, se tiene la ecuación:

$$P = A \text{ sen } \omega(t-t_0) \quad (2)$$

en donde  $(t-t_0)$  expresa cuánto tiempo después de alcanzado el valor máximo de la amplitud de una extremidad, se alcanza tal valor en otra extremidad. El producto  $\omega(t-t_0)$  representa la relación entre las variaciones en el patrón con que las extremidades se mueven al caminar, y la frecuencia de los movimientos de las extremidades. Los movimientos de las extremidades delanteras, izquierda  $I_1$  y derecha  $D_1$  del animal representado en la figura 24, son opuestos. Esto es, mientras  $I_1$  está adelante,  $D_2$  se encuentra detrás del eje de referencia. Así:

$$I_1 = A \text{ sen } \omega t; \quad D_1 = A \text{ sen } \omega(t-t_0) \quad \text{o} \quad D_1 = I_1 - t_0$$

La representación gráfica de los movimientos de  $I_1$  y  $D_2$ , es como en la figura 25. Se entiende que en este ejemplo particular,  $t_0$  es igual a la mitad del tiempo de duración del período.

Figura 25. Representación gráfica de los movimientos periódicos de dos extremidades al caminar, que son totalmente opuestos.  $I_1$ : extremidad delantera izquierda;  $D_1$ : extremidad - delantera derecha.

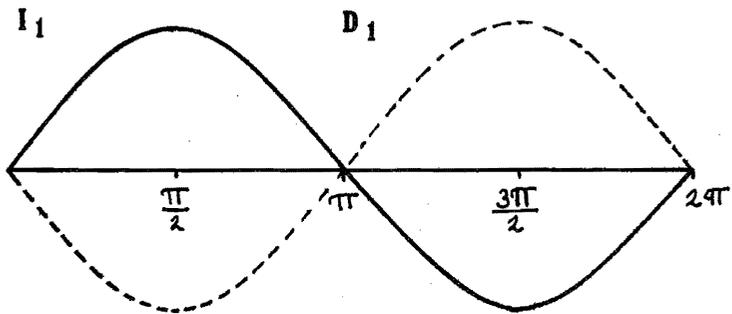


FIGURA 25

En virtud de que los movimientos de la extremidad de recha trasera  $D_2$  son sincrónicos con los de  $I_1$  y, por su parte, los movimientos de la extremidad izquierda trasera  $I_2$  son sincrónicos con los de  $D_1$ , los movimientos de las cuatro extremidades pueden ser descritos así:

$$I_1 = D_2 = A \text{ sen } \omega t ; D_1 = I_2 = A \text{ sen } \omega(t - t_0)$$

o simplemente:

$$I_1 = D_2 = A \text{ sen } \omega t ; D_1 = I_2 = I_1 - t_0$$

A la ecuación (1) puede agregarse un coeficiente con el que puede describirse el movimiento de una parte corporal, cuando el punto representativo de la misma oscila alrededor de un valor diferente al 0 del eje de referencia. Así, se tiene:

$$P = A_0 + A \text{ sen } \omega \quad (3)$$

en donde  $A_0$  es el coeficiente mencionado.

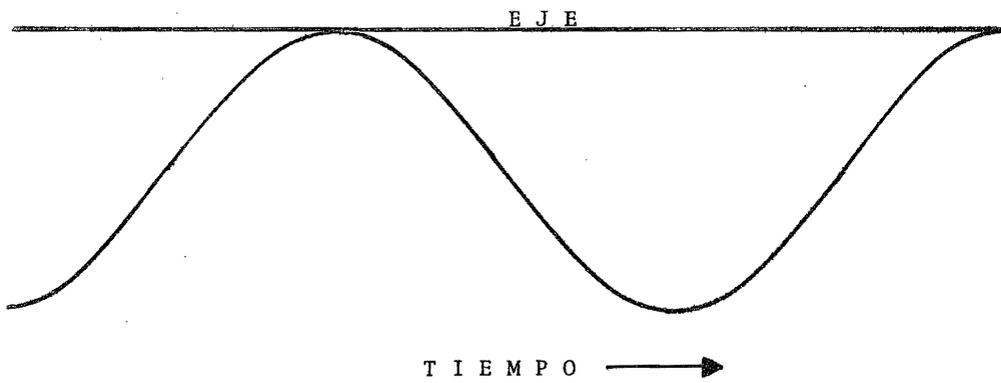
El coeficiente  $A_0$  es aplicable en la descripción de los movimientos mandibulares de la masticación. Los movimientos mandibulares que la rata exhibe al masticar, por ejemplo, son exclusivamente propalinales (Weijs, 1975). No obstante que otro roedor, el hamster, exhibe además movimientos laterales que dependen en gran medida de la consistencia del alimento consumido (Gorniak, 1977), el movimiento mandibular de la masticación puede, en general, ser des-

crito satisfactoriamente por la ecuación (3), en donde el valor de  $A_0$  debe ser tal, que la posición del punto representativo de la mandíbula siempre sea igual a, o menor de 0, pero nunca mayor de 0. (véase figura 26).

Concluyendo, la descripción del movimiento periódico de una parte corporal puede ser descrito por la ecuación general:

$$p = A_0 + A \operatorname{sen} \omega (t - t_0) \quad (4).$$

Figura 26. Representación gráfica de los movimientos periódicos de la mandíbula durante la masticación. El eje representa al maxilar superior.



**FIGURA 26**

## N O T A S

1.- Las diferentes variedades de ratas de laboratorio provienen en realidad de la rata silvestre Rattus norvegicus. El proceso de domesticación ha dado lugar a importantes diferencias en el comportamiento entre la especie silvestre y las variedades, y aún entre estas últimas, lo -- cuál plantea importantes implicaciones para la investigación en conducta. Lockard (1968) ofrece una interesante discusión a este respecto.

## REFERENCIAS

## BIBLIOGRAFICAS

- BANKS, C.J. (1957) The behaviour of individual coccinellid larvae on plants. British Journal of Animal Behaviour, 5, 12-24.
- BINDRA, D. (1961) Components of general activity and the analysis of behavior. Psychological Review, 68, 205-215.
- BINDRA, D. y BLOND, J. (1958) A time-sampled method for measuring general activity and its components. Canadian Journal of Psychology, 12, 74-76.
- BOLLES, R. C. (1960) Grooming behavior in the rat. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 53, 306-310'.
- BOLLES, R. C. (1963) Effect of food deprivation upon the rat's behavior in its home-cage. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 56, 456-460.

BROWN, R. y HERRNSTEIN, R. J. (1975) Psychology.

London: Methuen.

CAMPBELL, B. A. (1954) Design and reliability of a new activity-recording device. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 47, 90-92.

CAMPBELL, B. A. y SHEFFIELD, F. D. (1953) Relation of random activity to food deprivation. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 46, 320-322.

COFER, C. N. y APPLEY, M. H. (1964) Motivation: Theory and Research. New York: Wiley.

DETHIER, V. G. (1957) Communication by insects: physiology of dancing. Science, 125, 331-336.

EAYRS, J. T. (1954a) An apparatus for analysing the pattern of spontaneous activity in laboratory animals. British Journal of Animal Behaviour, 2, 20-24.

EAYRS, J. T. (1954b) Spontaneous activity in the rat. British Journal of Animal Behaviour, 2, 25-30.

FINGER, F. W., REID, L. S. y WEASNER, M. H. (1957) The effect of reinforcement upon activity during cyclic food deprivation. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 50, 495-498.

FRAENKEL, G. S. y GUNN, D. L. (1940) The orientation of animals: kineses, taxes and compass reactions. Clarendon Press, Oxford. (1961 Dover edition. New York: Dover).

GORNIAK, G. C. (1977) Feeding in golden hamsters, Mesocricetus auratus. Journal of Morphology, 154, 427-458.

GRILLNER, S. (1975) Locomotion in vertebrates: central mechanisms and reflex interactions. Physiological Reviews, 55, 247-304.

GROSS, C. G. (1968) General Activity. En Weiskrantz, L. (Ed.): Analysis of behavioral change. New York: Harper & Row.

KILLEEN, P. (1975) On the temporal control of behavior. Psychological Review, 82, 89-115.

LAFAYETTE INSTRUMENT COMPANY (1973) A catalog of scientific and laboratory instruments for the life sciences. Catalog no. 1170.

LAF, J. y GOLLOVA-HEMON, E. (1969) Permanent effects of nutritional and endocrinological intervention in early ontogeny on the level of nonspecific excitability and on lability -- (emotionality). Annals of the New York Academy of Sciences, 159, 710-720.

LEHIGH VALLEY ELECTRONICS (1971) 1971 mini catalog. Equipment for the analysis, control and modification of behavior.

- LOCKARD, R. B. (1968) The albino rat: a defensible choice or a bad habit? American Psychologist, 23, 734-742.
- LOEB, J. (1918) Forced movements, tropisms and animal conduct. Philadelphia: Lippincott. (1973 Dover edition. New York: Dover).
- NAUMAN, D. J. (1968) Open field behavior of the mongolian gerbil. Psychonomic Science, 10, 5, 163-164.
- PEARSON, K. (1976) The control of walking. Scientific American, Dec., 72-86.
- RICHTER, C. P. (1922) A behavioristic study of the activity of the rat. Comparative Psychology Monographs 1. (Serie no. 2).
- RICHTER, C. P. (1927) Animal behavior and internal drives. Quarterly Review of Biology, 2, 307-343.

SCHOENFELD, W. N. (1972) Problems of modern behavior theory. Conditional Reflex, 7, 33-65.

SHEFFIELD, F. D. y CAMPBELL, B. S. (1954) The role of experience in the "spontaneous" activity of hungry rats. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 47, 97-100.

SHETTLEWORTH, S. J. (1975) Reinforcement and the organization of behavior in golden hamsters: hunger, environment and food reinforcement. Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes, 104, 56-87.

STEWART, C. C. (1898) Variations in daily activity produced by alcohol and by changes in barometric pressure and diet, with a description of recording methods. American Journal of Physiology, 50,596-600.

STRONG, T. N. (1957) Activity in the white rat as a function of apparatus and hunger. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 53, 242-244.

- SZYMANSKI, J. S. (1914) Eine Methode zur Untersuchung der Ruhe und Activitaetsperioden bei Tieren. Archiv fuer die gesamte Physiologie, 158, 343-385.
- TEGTHSOONIAN, R. y CAMPBELL, B. A. (1960) Random activity of the rat during food deprivation as a function of environment. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 53, 242-244.
- TREICHLER, F. R. y HALL, J. F. (1962) The relationship between deprivation, weight loss and several measures of activity. Journal of Comparative and Physiological Psychology, 55, 346-349.
- TROCHIM, W. M. (1976) The three-dimensional graphic method for quantifying body position. Behavior Research Methods & Instrumentation, 8, 1-4.
- ULLYOTT, P. (1936) The behaviour of Dendrocoelum lacteum I. Responses at light-and-dark boundaries. Journal of Experimental Biology, 13, 253-264.

- WEIJS, W. A. (1975) Mandibular movements of the albino rat during feeding. Journal of Morphology, 145, 107-124.
- WIGGLESWORTH, V. B. (1941) The sensory physiology of the human louse Pediculus humanus corporis De Geer (Anoplura). Parasitology, 33, 67-109.
- WILSON, D. M. (1966) Insect walking. Annual Review of Entomology, 11, 103-122.
- WOLMAN, B. B. (Ed.) (1973) Dictionary of behavioral sciences. London: MacMillan.
- WOODWORTH, R. S. (1918) Dynamic psychology. New York: Columbia University Press.
- ZANATTA, N. (1977) Desplazamiento de un organismo como medida continua de la conducta. Tesis de Maestría. Facultad de Psicología. Universidad Nacional Autónoma de México.