

2af.
211



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Ciencias

CORRELACION ENTRE PESOS CEREBRALES E
INDICES DE CONDUCTA EN EL RATON
(MUS MUSCULUS)

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
LICENCIADO EN BIOLOGIA
P R E S E N T A :
JORGE DE LA VEGA ALFARO



México, D. F.

1986



Universidad Nacional
Autónoma de México



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 está 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.

I N D I C E

	pag.
I. RESUMEN	1
II. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES	3
2.1 Cerebro y conducta: teorías y abordajes	3
2.2 Cerebro y conducta: algunos datos experimenta - les	6
2.3 Objetivo e hipótesis	11
III. MATERIAL Y METODO	12
3.1 Animales y lugar de vivienda.....	12
3.2 Aparatos para el registro conductual	13
3.3 Etograma	21
3.4 Procedimiento: tipos de pruebas y método de re gistro.....	23
3.5 Indices conductuales	28
3.6 Datos físicos y disección cerebral	32
3.7 Análisis de datos	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	36
4.1 Datos estadísticos generales	36
4.2 Matriz de correlación entre todos los datos ...	41
4.3 Análisis de factores	48
V. CONCLUSIONES	60
VI. BIBLIOGRAFIA	63

I. RESUMEN

En el presente trabajo se intenta establecer una correlación entre los pesos de diversas partes del cerebro con algunos índices de conducta en el ratón (*Mus Musculus*). Las pruebas de tipo conductual utilizadas fueron: a) Exploración de un laberinto, b) Exploración de un campo abierto, c) Respuesta a un estímulo sonoro aversivo, d) Nado y e) Aseo inducido por el nado. Esta batería de pruebas fue aplicada a un grupo de 50 ratones pertenecientes a la cepa albina Balb/C AnN. Después de que todos los animales realizaron la batería de pruebas fueron sacrificados para extraerles el cerebro, disectarlo y pesar diferentes regiones (cerebelo, tallo cerebral, diencéfalo, telencéfalo y prosencéfalo), también se les extrajeron y pesaron los testículos.

Los datos obtenidos fueron procesados en la computadora del P.U.C. (Programa Universitario de Cómputo) para obtener matrices de correlación de Pearson y Spearman y un análisis de factores.

Los resultados reflejan que en algunos casos las medias contenidas para el mismo parámetro conductual difieren ampliamente según la prueba utilizada, por lo que se infiere que no representan el mismo estado funcional. Se encontraron algunas correlaciones bajas ($r = 0.26-0.44$)

pero significativas entre pesos cerebrales e índices de -- conducta. El análisis de factores agrupó varios perfiles -- que incluyeron datos encefálicos y del comportamiento. Se puede afirmar que además de la bien establecida relación -- funcional que tiene la actividad de ciertas áreas cerebrales con algunas conductas, existe también una correlación morfológica. Este resultado implica que ciertas caracte-- rísticas epigenéticas se manifiestan en el peso de áreas -- del cerebro y en características peculiares de ejecución -- motora, lo cual tiene relevancia en la genética y las ba -- ses cerebrales del comportamiento.

II. INTRODUCCION Y ANTECEDENTES

2.1 Cerebro y conducta: teorías y abordajes

No obstante que en la actualidad se considera a la mente y a la conducta como "funciones" del cerebro, la forma como éste las integra no es aún bien conocida. Innumerales factores de diversos tipos pueden alterar o modificar la conducta normal o patológica del hombre y de los animales, por lo que existe una gran controversia acerca de la importancia relativa de cada uno de ellos. Esta discrepancia tiene su origen tanto en la complejidad del problema mismo como en la naturaleza disímbola de las ciencias que se ocupan de su estado.

Algunos tipos de comportamiento están fuertemente ligados a alguno de los múltiples factores que determinan la conducta general. Por ejemplo, el comportamiento condicionado depende directamente del cambio del medio ambiente que le dió origen y la conducta de sueño está en relación estrecha con la actividad de ciertas estructuras diencefálicas y del tallo cerebral. Es así que una pauta dada de conducta se encuentra relacionada con factores determina-

tes de muy diversa índole, pero necesariamente está modulada por la actividad cerebral.

El estudio de la mente y la conducta es lícito desde cualquier punto de vista que se aborde y los resultados obtenidos son igualmente válidos y útiles para elaborar una comprensión creciente del problema (Guzmán, 1968).

Los términos de "mente" y "conducta" eluden una definición precisa y su connotación cambia dependiendo de la teoría usada y a medida que los conocimientos sobre las funciones del cerebro se expanden. Puede decirse que "mente" abarca tanto las facultades de conciencia, memoria, razonamiento y voluntad, así como la actividad de cada una de ellas. De manera similar "conducta" se refiere a actividades peculiares como alimentación, aseo, agresión, sexo, etc., así como toda pauta de actividad muscular expresiva de procesos psiconeurales.

Los conocimientos recientes sobre las funciones del cerebro, adquiridos gracias a la aplicación de técnicas multidisciplinarias, han permitido que el enigma de la asociación cerebro-mente-conducta, postulada desde el siglo V.a. C. por Alcmeón de Crotona, comience a ser abordado. Quizá el postulado más importante de Alcmeón fue el concepto de cada tipo de sensación tenía un territorio de localización en el cerebro. Un siglo más tarde, en su clásico tratado sobre la enfermedad sagrada, Hipócrates postula claramente que el cerebro es el responsable tanto de la conducta normal y anormal como de todas las funciones que entran en la esfera de la actividad mental. Los conocimientos aportados por Erasístrato y posteriormente por Galeano, fortalecen la relación entre las funciones mentales y el cerebro. A fines del siglo XVIII y principios del XIX Franz

Joseph Gall desarrolló la Frenología que constituye el primer intento de especificar localizaciones cerebrales. Posteriormente Ramón y Cajal y Sherrington establecen las bases necesarias para la neuroanatomía y neurofisiología modernas.

El desarrollo cerebral en los primates superiores y sobre todo en el hombre muestra un predominio de las estructuras telencefálicas, principalmente de la corteza cerebral. El análisis comparado permite afirmar que las estructuras filogenéticamente nuevas están ligadas fundamentalmente a funciones motrices. La mayor complejidad de las funciones en la escala filogenética conduce a establecer una relación entre el peso cerebral y la talla corporal, ya que si se considera solamente el peso absoluto del cerebro, el hombre resultaría colocado por debajo de la ballena y el elefante, cuyos pesos cerebrales lo duplican o triplican. La relación peso cerebral/peso corporal demuestra que el hombre es el mejor dotado en la escala animal (Jerison, 1973) pero no aclara la relación que existe entre el cerebro y las funciones mentales o la conducta.

A medida que se incrementa la complejidad cerebral la proporción de neuronas por unidad de tejido nervioso disminuye, aumentando progresivamente el "índice gris" (espacio intercelular/neuronas). El índice glia/neurona se eleva también progresivamente, esto es, el número de células gliales colocadas alrededor de las neuronas aumenta directamente con el desarrollo cerebral (Escobar, 1968).

Si el crecimiento del tamaño cerebral está relacionado con el número de elementos en el sistema información - procesamiento del cerebro y el grado con el cual estos elementos pueden afectar a otros, la capacidad total del sis-

tema información-procesamiento es la suma de las capacidades de éstos y de sus interacciones.

El usar índices morfológicos para correlacionarlos -- con la conducta es un abordaje que puede producir información relevante al problema cerebro/conducta. La dificultad con los índices, desde el momento que se expresan con números, es que sugieren una precisión no siempre justificada o significativa. Los métodos numéricos asociados con el desarrollo de los índices siempre necesitan un análisis cuidadoso. Eso puede ser útil, por ejemplo, si un trabajo plantea un modelo teórico del crecimiento y desarrollo del cerebro entre especies. Este modelo puede, en la forma de ecuaciones precisas, relacionar el tamaño cerebral con el tamaño corporal y el tamaño de las partes -- del cerebro con el tamaño de éste y del cuerpo (Jerison, 1973).

2.2 Cerebro y conducta: algunos datos experimentales

Un estudio importante de las correlaciones cerebrales con la conducta fue llevado a cabo en un grupo de Berkeley, Rosenzweig y col. (1960) correlacionaron los niveles de -- acetilcolina en varias regiones del cerebro con ciertas medidas de conducta, usando mediciones de actividad de la -- acetilcolinesterasa y la conducta adaptativa en un laberinto. Los antecedentes genéticos pueden ser un factor importante en esta relación; por ejemplo, los descendientes de la cepa "Maze Bright" (que tiene habilidad para el aprendizaje del laberinto) tienen significativamente mayor cantidad de acetilcolinesterasa que los descendientes de la -- cepa "Maze Dull". Estudios posteriores indicaron que el --

nivel de acetilcolinesterasa estaba positivamente relacionado con la facilidad de aprendizaje en algunas cepas pero negativamente en otras.

Rosenzweig y col. (1960) indicaron que la experiencia de las ratas en medios ambientes diversos tienen una marcada influencia sobre las concentraciones de acetilcolinesterasa en el cerebro de la rata y aún sobre el peso y la densidad dendrítica de la corteza cerebral. Realizaron un experimento en el cual colocaron un grupo de ratas en un medio "enriquecido" y otro en un medio ambiente "empobrecido". Los resultados indicaron que el primer grupo tuvo un crecimiento significativo de la corteza cerebral y una cantidad significativamente mayor de acetilcolinesterasa en la corteza. Inicialmente esto podría sugerir que los niveles de acetilcolina pueden relacionarse con la conducta en una forma simple, es decir en una relación positiva entre la facilidad de aprendizaje y el contenido cortical de acetilcolina.

Salas y col. (1980) han sugerido que la disminución de la actividad locomotora, de acicalamiento y posiblemente de la frecuencia de los movimientos de los miembros anteriores que normalmente ocurre en la rata entre los 15 y 17 días post-natales, pudiera estar reflejando desarrollo de los sistemas de regulación locomotora o del tallo cerebral. Observaron que durante la actividad de nado, la neocorteza y el hipocampo presentan actividad electroencefalográfica de marcada actividad. La región caudal del diencéfalo (hipotálamo posterior) es otra de las regiones cerebrales que participan en la locomoción y consecuentemente en la actividad de nado. El laberinto y los núcleos vestibulares también intervienen de manera importante regulando la orientación en el espacio, los movimientos volunta-

rios y el equilibrio que son esenciales para la realización de la conducta de nado. Los movimientos del cuello, cabeza y de las extremidades que ocurren durante el nado se encuentran estrechamente ligados a la función del laberinto y de los núcleos vestibulares. También se ha visto que el cerebelo participa activamente en la regulación de la postura, la orientación del cuerpo con respecto a la gravedad y a -- los movimientos corporales como los que ocurren durante la conducta. Salas concluye que, formando parte de las vías anatómicas que regulan la conducta de nado, se encuentran - el área motora de la corteza cerebral, el laberinto, los núcleos vestibulares, la médula espinal y el cerebelo. En lo que se refiere a la posible "localización" de los sistemas neurales involucrados en la expresión motora de una conducta determinada, se puede decir que carecemos de modelos - precisos. La intervención de grandes sectores cerebrales en comportamientos específicos se puede ejemplificar con - el trabajo de Salas.

Hasta hace muy pocos años se consideraba definitivo que la dotación neuronal era invariable y que las excepciones en el cerebro de los peces y de algunos roedores después de la pubertad, eran ejemplos de neurogénesis prolongada. Los trabajos de Nottebohm de la Universidad de Rockefeller en canarios han modificado radicalmente esa concepción. El canto de los canarios ocurre en los machos durante el apareamiento de la primavera y se suspende al término del verano. En el otoño inician el aprendizaje de un nuevo repertorio para la próxima estación de apareamiento. Un sector del cerebro anterior; el núcleo ventral hiperestriado, parte caudal (HVC) tiene neuronas reactivas al sonido conectadas al núcleo robusto del arquiestriado que a su vez se proyecta al núcleo motor del hipogloso. Cuando los canarios empiezan a balbucear al mes de edad, el HVC tiene

apenas 1/8 del tamaño correspondiente al del adulto. El crecimiento es proporcional a la etapa del aprendizaje y al estado funcional. Así, los canarios bien dotados para el canto tienen un HVC mucho más desarrollado que los menos favorecidos y el tamaño del núcleo se reduce durante el otoño comparativamente al de la primavera. Dado que el aprendizaje del canto está bajo control hormonal, las hembras inyectadas con testosterona son inducidas a cantar y el HVC aumenta su volúmen en un 53% en tanto que el área dendrítica se incrementa en un 49%.

El hallazgo más trascendente fue que cuando se administraba timidina (H^3), un precursor del ADN, se encontró que había marca neuronal del ADN en 1.5% de las neuronas/días, lo que equivaldría a una duplicación del número de neuronas del HVC cada 40 días. El seguimiento de la marca reveló que el origen de las nuevas neuronas era una zona adyacente al HVC, denominada zona ventricular. El trayecto a recorrer es de 1 mm, lo cual se logra en dos semanas. Estas interneuronas descargan en respuesta a estímulos auditivos. La cuantificación del recambio ha mostrado que existen variaciones importantes en el número de neuronas, entre el verano y la primavera, de 25,000 a 41,000 en el HVC. Estudios similares en otras áreas del sistema nervioso central han mostrado que el fenómeno está presente en el cerebelo, el tronco y la médula de los canarios y de otras aves (Goldman y Nottebohm, 1983).

El recambio, muerte y neoformación neuronal descritos en las aves, son congruentes con lo encontrado por Merzenich (1983) en sus estudios sobre el mapa cerebral sensorial de los monos. Se acepta que las áreas o proyecciones cerebrales, en el caso particular de las sensaciones táctiles, están no sólo determinadas, sino que son fijas o per-

mantentes. Sin embargo se ha encontrado que al amputar el dedo, los impulsos sensoriales procedentes de las áreas adyacentes al dedo removido, se extienden progresivamente al área cerebral correspondiente a la proyección del dedo extirpado. La posibilidad de reorganización puede tener un origen central. En lesiones de la corteza sensorial, el mapa somatosensorial se puede movilizar a las áreas adyacentes a la lesión, con un margen de translación hasta de 1,200 micrómetros. La relación que pueden tener esos cambios y la capacidad de modificar circuitos con el aprendizaje y el entrenamiento, es una línea de investigación actualmente en marcha (véase Kumate, 1985).

En referencia a la correlación entre la morfología del cerebro y la conducta en términos de una posible conexión genética se puede citar que el tamaño de los ventrículos cerebrales tiene mayor correlación entre gemelos humanos monocigóticos que en dicigóticos (Reveley y col., 1982). Una de las pocas evidencias de disfunción cerebral en la esquizofrenia es el incremento en el volumen ventricular-- (Johnstone y col., 1976, Weinberger y col., 1983). estas dos evidencias sugieren un comportamiento genético que asocia ambos factores. Esta correlación fue respaldada experimentalmente en un estudio de los Institutos Nacionales de Salud Mental en Washington (De Lisi y col., 1985) en el que un análisis de varianza de doble vía resultó significativo en asociar el tamaño ventricular con el diagnóstico de esquizofrenia en familias. Sin embargo, esta asociación aún no demuestra una causa genética de ambos factores pero si asocia una variable morfológica del cerebro con un diagnóstico psiquiátrico que incluye alteraciones de la conducta.

Estos trabajos ilustran diversos tipos de estudios que

asocian la morfología del cerebro con la ejecución conductual y permiten postular que pueden existir relaciones entre la talla y la forma de zonas cerebrales con la frecuencia de presentación y/o la duración de algunas conductas específicas. Tal asociación sería el reflejo de un mecanismo epigenético según el cual los individuos presentarían diferencias en sus fenotipo cerebral-conductual.

2.3 Objetivo e hipótesis

El objetivo del presente trabajo fue analizar posibles relaciones entre el peso del cerebro y algunas de sus partes con algunos eventos conductuales en el ratón (Mus musculus). Tal relación se intentó establecer mediante matrices de correlación y análisis de factores.

La hipótesis a probar fue la posibilidad de que existan relaciones entre el tamaño de ciertas zonas cerebrales o del cerebro completo con algunos parámetros cuantitativos de ejecución motora. Tal relación no hablaría de una localización funcional, sino de una asociación fenotípica entre el desarrollo del tejido nervioso y la ocurrencia de conductas específicas en una especie.

El uso de una cepa pura de ratones albinos del laboratorio se plantea de interés inicial por constituir un modelo de gran pureza genética muy bien estudiado en muchas de sus características fenotípicas tanto morfológicas como funcionales y conductuales (véase Crispen, 1975 . Sestims; 1979).

III. MATERIAL Y METODO

3.1 Animales y lugar de vivienda

Se usaron 50 ratones (Mus Musculus) de la cepa Balb/C AnN, machos y adultos de ocho semanas de edad, con un peso promedio de 25 g al inicio del experimento, y que alcanzaron un promedio de 32 g al final. Los animales procedían del bioterio del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la U.N.A.M.

La caja de vivienda se construyó con base de madera de 100 x 29.5 x 3.0 cm. en la cual se colocaron dos peceras de vidrio de 50 x 25 x 30 cm. a las cuales se les quitó un lado menor para comunicarlas entre sí. El techo fue construido con dos tapas de malla de alambre y se colocó aserrín en el piso. Se introdujeron dos ruedas de alambre con escalera en la parte central, así como dos torretas de alambre a ambos lados de las ruedas. En los extremos de las tapas se colocaron dos gradillas metálicas y en los extremos de la caja dos escaleras para que los animales pudieran subir a éstas. En cada extremo de la caja y en la parte frontal se colocó un comedero colgante y los bebederos se

colocaron entre las ruedas y los comedores. Los ratones tenían acceso constante a compromidos de alimento (purina) y al agua (figs. 1a y 1b). La caja de vivienda se colocó a 3 metros de una ventana con orientación al sur por la cual entra luz natural, así los animales estuvieron sometidos a ciclos naturales de luz obscuridad de 12 hrs. aproximadamente. Los animales ingresaron a la caja de vivienda el día 9 de enero de 1984.

El marcaje de los ratones para su reconocimiento individual se realizó en la cola usando la clave Morse con plumones de color rojo y azul. Veinticinco animales se marcaron con color rojo y 25 con azul. Los individuos fueron remarcados y pesados cada 5 ó 6 días, realizándose un total de 36 pesadas para el grupo azul y 30 para el rojo.

En forma cualitativa se observó que los animales, al poco tiempo de haber sido introducidos a la caja de vivienda, distribuyeron el espacio en zonas de aseo, orina y defecación, así como el uso de un dormitorio, predominando el localizado en el lado izquierdo de la caja.

3.2 Aparatos para el registro conductual

Laberinto:

Construido con una caja de madera de 42.5 x 42 x 10.5 cms. de color negro, a la cual se le adicionaron dos cajas de madera de 16 x 10.5 x 10.5 cms. que funcionan como entrada y salida del laberinto y colocadas en ángulos opuestos; ambas tienen piso de madera y una puerta corrediza --

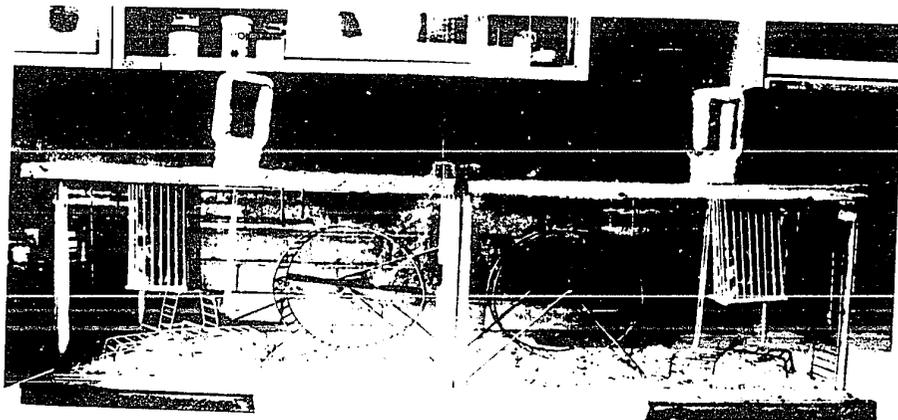


Fig. 1a. Caja de vivienda

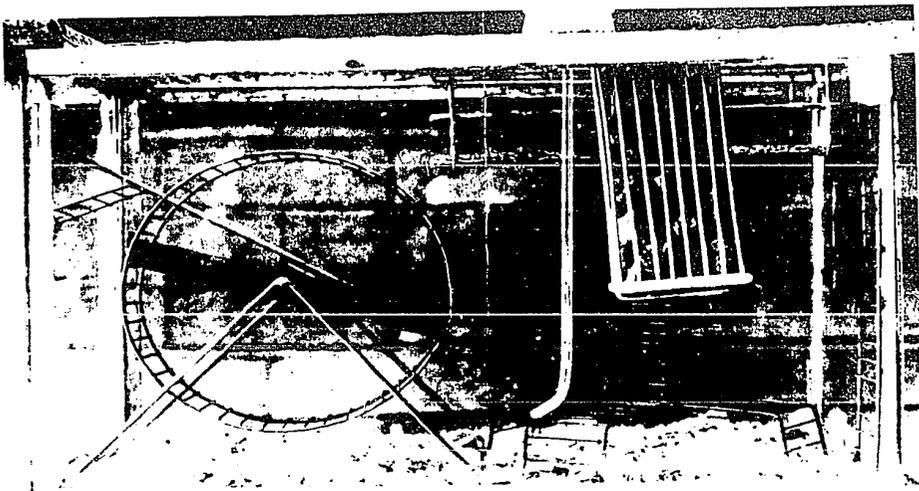


Fig. 1b. Caja de vivienda

vertical. Se colocó un vidrio de 42.5 x 42 cm. sobre el la berinto para evitar que los animales se salieran. En las paredes interiores se hicieron una serie de ranuras en las que se insertaron pequeñas divisiones de madera de color negro y con una longitud variable (fig. 2).

Campo abierto:

Formado por una caja de madera de 44 x 43 x 42 cm. de color negro, sin techo ni pared frontal, ésta última era sustituida con la ventana de la caja sonoamortiguada. El piso se dividió en 9 cuadrantes de 13 x 13.5 cm. y fue numerado de izquierda a derecha y de arriba a abajo, así mismo contaba con una caja de madera de 11 x 11 x 11 cms. de color negro colocada en el cuadrante número siete, situado en el ángulo frontal izquierdo cuya función fue el sitio de salida al campo abierto. En la pared trasera se colocó un espejo de 39 x 10 cm. como auxiliar de observación durante la grabación (fig. 3).

Caja sonoamortiguada:

Consiste de una caja de madera de 102 x 82 x 71 cms. de color negro, con una ventana en la parte frontal de 38.5 x 38 cm. En el techo también se encuentra una ventana de 38.5 x 38 cm. a cuyos lados están instaladas dos lámparas circulares de luz blanca de 35 W para iluminar mejor el campo abierto colocado en su interior. En el ángulo superior izquierdo de la parte trasera está colocado un zumbador que produce un sonido de 100 dB (fig. 4).

Pecera:

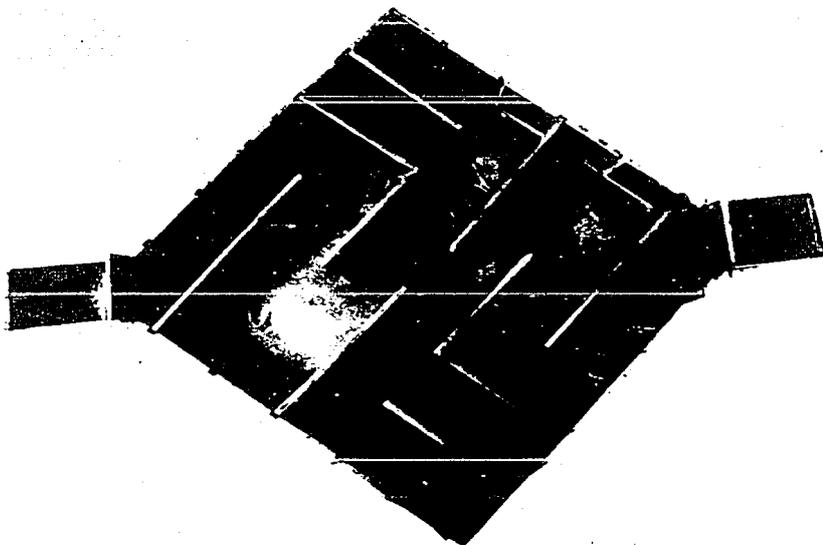


Fig. 2 Laberinto

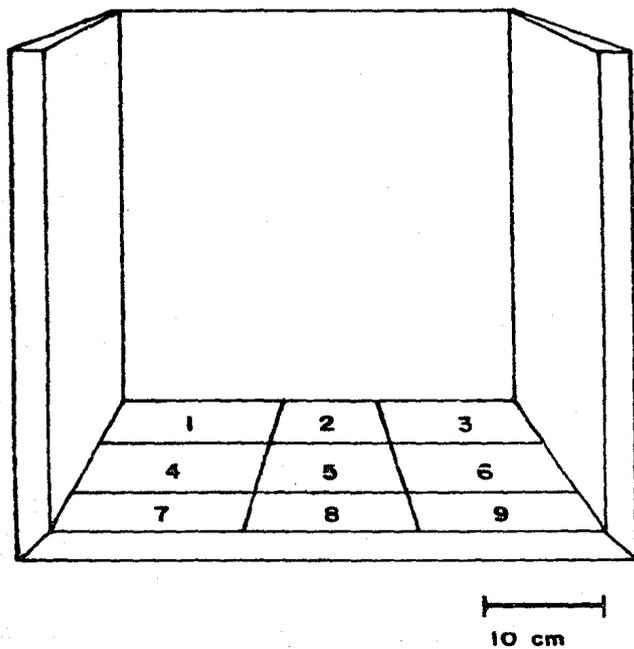


Fig. 3 Campo abierto

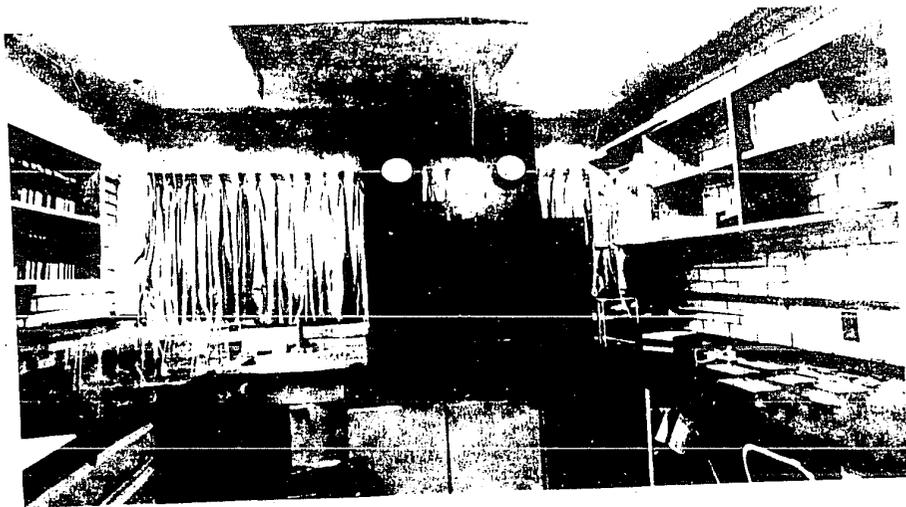


Fig. 4 Caja sonoamortiguada

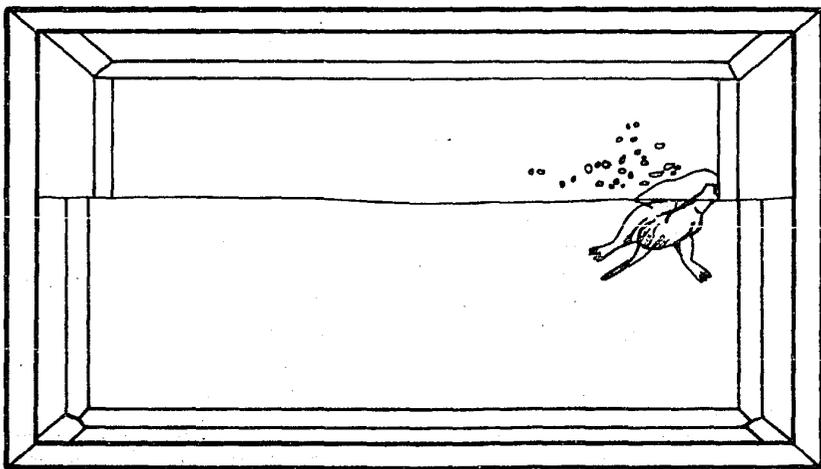


Fig. 5 Pecera

Compuesta de paredes de vidrio de 40 x 20 x 25 cm. con perfiles de aluminio (fig. 5).

Sistema de video-tape:

Consta de una cámara, consola de grabación, monitor y video-cintas.

3.3 Etograma

El etograma elaborado es un inventario sistematizado de la conducta libre de los ratones observados en condiciones de aislamiento en su medio de registro. Existen etogramas disponibles de la especie (Mackintosh y Chance, 1977). Con base en estos estudios en un principio se identificaron una serie de pautas fundamentales de comportamiento o unidades conductuales consistentes en posturas y acciones características de la especie. La postura es una disposición -- particular de los segmentos del cuerpo con una duración estática en contraste con el movimiento que caracteriza la acción. Una serie determinada de posturas y acciones a las que se les nota una función adaptativa evidente constituyen actividades generales. Las posturas y acciones pueden presentarse en una variedad de formas dinámicas o estáticas y una vez reconocidas se clasifican de acuerdo a criterios objetivos que permitan su registro y análisis.

En la tabla 1 se muestra el etograma en el que nos basamos para la realización de los registros conductuales (véa-

TABLA 1. Etograma de las posturas, acciones y actividades del roedor aislado

Actividades		Acciones	Posturas
Denominación	Definición		
<u>Dormido o sueño</u>	Inmovilidad Relajación Apoyo total Ojos cerrados	No hay	Acostado Agazapado Ovillo
<u>Quieto o descanso</u>	Inmovilidad Apoyo parcial Ojos abiertos o Semicerrado	Reacomodos	Recostado Echado Agazapado Sentado
<u>Aseo</u>	Limpieza de sí mismo	Lame Rasca Mordisquea Roe	Específicas (no definidas)
<u>Alimentación</u>	Comida y Movili- zación del mate- rial alimentario	Mordisquea Rasca Acarrea Acomoda Deambula	Agazapado Sentado Parado Erguido
<u>Ejercicio Vertical</u>	Actividad genera- lizada con des- plazamiento; in- cluye exploración y juego	Deambula Corre Roe	Sentado Parado Erguido Apoyado Trepado Colgado
<u>Ejercicio Localizado</u>	Actividad genera- lizada sin des- plazamiento	Husmea Escudriña	Sentado Parado Erguido Apoyado

se Santis y Díaz, 1983 . Murillo, 1981). Existen varias acciones y posturas que se repiten en diversas actividades, pero estas se pueden discriminar fácilmente tomando como referencia la función adaptativa de cada actividad definida con los criterios especificados en la tabla.

El aseo fue disecado en acciones-posturas específicas que se clasificaron y denominaron de acuerdo a los segmentos corporales que se ponen en contacto (tabla 2).

3.4 Procedimiento: tipos de pruebas y método de registro

El lote completo de cincuenta animales fue sometido a una batería de pruebas conductuales.

La exploración del laberinto se realizó durante los días 26, 27 y 30 de enero de 1984. Los individuos de lote se dividieron en tres grupos de registro correspondiendo con los días de las pruebas. Los dos primeros grupos constaron de 15 animales cada uno, en tanto que el tercero fue de 20. La primera prueba consistió en la determinación de los parámetros de latencia de salida, tiempo de llegada y frecuencia de presentación de los períodos de aseo durante el lapso. Esta fase se consideró de exploración y no de aprendizaje, en virtud de que cada animal fue introducido en el laberinto una sola vez. El tiempo total de cada prueba no fue limitado, sino que estuvo en función del tiempo empleado por los individuos en llegar a la salida del laberinto.

La latencia de salida es el tiempo que tarda el animal en abandonar la caja de salida e introducirse completamente

TABLA 2. Acciones-posturas específicas del aseo según los segmentos corporales que se ponen en contacto.

Acciones-posturas	Definición
Manos-cara	El animal se apoya sobre sus patas traseras arqueando su cuerpo ligeramente hacia adelante, y se frota la cara con las manos.
Manos-orejas	El individuo se sostiene en sus patas traseras haciendo ligeramente el cuerpo hacia adelante y con las manos se frota las orejas.
Boca-manos	El sujeto, apoyándose en sus extremidades posteriores, arquea su cuerpo un poco hacia adelante y con la boca mordisquea y lame sus manos.
Boca-flanco derecho	El animal apoyado en sus patas traseras arquea el cuerpo hacia su costado derecho para que con la boca lama esa región del cuerpo.
Boca-flanco izquierdo	En la misma posición de la acción anterior, el individuo arquea el cuerpo hacia su costado izquierdo para que con la boca lama esa zona de su cuerpo.
Boca-abdomen	El sujeto se sienta sobre sus patas traseras y arquea el cuerpo de tal manera que pueda con la boca lamer su abdomen con movimientos rápidos de la cabeza.
Boca-genitales	El animal se apoya sobre sus patas traseras, levantando la pata derecha o izquierda y arquea el cuerpo de tal manera que pueda con la boca lamer sus genitales.
Boca-cola	El individuo se sienta sobre sus patas traseras, inclinando el cuerpo hacia el lado derecho o izquierdo, para que con las manos sujete su cola y la muerda y lama.
Boca-pie derecho	El animal se sostiene sobre sus extremidades posteriores y flexiona su cuerpo hacia el costado derecho para poder mordisquear y lamer el pie con la boca.

Continuación TABLA 2.

Acciones-posturas	Definición
Boca-pie izquierdo	En la misma posición de la acción anterior, el sujeto flexiona el cuerpo hacia su lado izquierdo para poder mordisquear y lamer el pie con la boca.
Pata derecha-cabeza	El animal apoyado en sus cuatro patas y en posición horizontal gira un poco la cabeza hacia su lado derecho y con las uñas de la pata restrega su cabeza.
Pata izquierda-cabeza	En la misma posición de la acción anterior, el individuo gira un poco la cabeza hacia su costado izquierdo y con las uñas de la pata restrega su cabeza.
Pausa breve	El sujeto suspende por menos de 5 seg. el aseo de sí mismo sin presentar otra actividad, para reanudarlo inmediatamente.
Pausa prolongada	El animal suspende la limpieza de sí mismo por un período mayor de 5 seg., para reanudarlo después de presentar otras actividades.

en el primer corredor del laberinto. A partir de este momento se computó el tiempo de llegada, es decir, el tiempo empleado en cruzar el laberinto y llegar al límite de la caja en el extremo opuesto. Simultáneamente se registró la frecuencia de los períodos de aseo durante el desarrollo de la prueba, sin computarse el tiempo empleado en cada uno de ellos. Una vez finalizada la prueba, el animal fue regresado a la caja de vivienda y el laberinto se desmanteló lavándose con alcohol etílico, para eliminar la orina, heces fecales y olores que el animal en turno de registro haya dejado. El laberinto se vuelve a armar en forma idéntica para ser usado con el siguiente sujeto.

En una segunda fase se analizaron las respuestas conductuales de los individuos sometidos a ambientes y estímulos diversos; la exploración de un campo abierto, la respuesta a un estímulo sonoro aversivo, la conducta en un medio acuático y la de aseo inducido después del nado. Para esta etapa se usaron los mismos animales, divididos en dos grupos de veinticinco ratones cada uno. El grupo azul fue registrado durante el período comprendido entre el 28 de marzo y el 17 de mayo de 1984, en tanto que el grupo rojo del día 18 de mayo al 20 de junio de 1984.

El desarrollo de cada una de las pruebas en esta batería fue en forma secuencial durante 60 minutos para cada ratón. El estudio se inició con la introducción del animal en la caja pequeña del campo abierto. El cómputo del tiempo se inicia al liberarse al sujeto, y se toma el tiempo que tarda en salir de cuadrante inicial (No. 7) como latencia de salida y el número de cuadrantes cruzados como recorrido. Se determina el tiempo de aseo en el sitio preferencial como pT (Santis y Díaz, 1983); se computa la frecuencia de los períodos de aseo. Al finalizar esta prueba, que

duró 10 minutos, se suministró el estímulo sonoro aversivo (100 dB x 2 seg) y se registró durante 5 minutos el tiempo de congelamiento o inmovilidad, la frecuencia y el tiempo de los períodos de aseo posteriores al estímulo aversivo, así como la frecuencia de presentación de las acciones de erguido y apoyado.

Una vez concluidas las pruebas de exploración y sobresalto, el animal fue extraído del campo abierto y se introdujo en la pecera para la siguiente prueba. El cómputo del tiempo se inicia en el momento en que se introduce el animal al agua y se mantiene por espacio de un minuto, durante el cual se registran la distancia en centímetros (recorrido) y la frecuencia de intentos vigorosos de subir por las paredes (No. paredes). Al final del minuto el animal se saca del agua y se introduce nuevamente en el campo abierto para el registro por un período de 30 minutos del aseo inducido por el nado. El tiempo total empleado en la aplicación de la batería de pruebas fue de 56 minutos, los 4 minutos restantes se emplearon en la manipulación del animal y enfoque de la cámara hacia los diferentes medios de registro.

El registro de las actividades desarrolladas por cada uno de los individuos del lote completo sometidos a la batería de pruebas se realizó por medio de grabación con equipo de video-tape, a una velocidad de tres cuadros por segundo. La forma de grabación fue continuo y focal del sujeto en cada una de las pruebas e interrumpiéndose para sacar al animal del campo abierto e introducirlo al medio acuático, así como su regreso para el registro del aseo inducido por el nado. Al final de la aplicación de la batería de pruebas, el animal es regresado a la caja de vivienda y los medios de registro se limpian, quedando listos para el registro.

del siguiente animal. La batería de pruebas se aplicó a solo un animal diariamente a la misma hora del día (17:00 a 18:00 hrs.).

Una vez obtenidos los registros conductuales de los animales del lote completo, se procedió a analizar las grabaciones y obtener la información conductual de cada sujeto. En las pruebas de exploración del campo abierto, aplicación del estímulo sonoro aversivo (sobresalto) y de aseo inducido por el nado se analizaron a la misma velocidad de grabación, anotándose la frecuencia y tiempo de cada una de las actividades desarrolladas por el individuo. En tanto que para la prueba en el medio acuático se efectuó cuadro a cuadro, anotándose el número de toques en las paredes de la pecera y midiendo sobre la pantalla del monitor la distancia recorrida para después ser transformada a un valor real de desplazamiento.

Toda la información obtenida de las grabaciones se trasladó a hojas de registro conductual, diseñadas especialmente, con la finalidad de tener toda la información de cada sujeto en la batería de pruebas.

3.5 Indices conductuales

Las pruebas conductuales que se aplicaron fueron: a) exploración del laberinto; b) exploración del campo abierto; c) respuesta a un estímulo sonoro aversivo (sobresalto); d) nado y e) aseo inducido por el nado.

Los índices conductuales registrados fueron los si - -

güientes:

- 01) Orden de captura. Es la disposición secuencial con la que fueron atrapados los animales para su marcaje (índice ordinal 1 al 50).

Laberinto:

- 02) Latencia de salida. Segundos que tarda el individuo de abandonar la caja de salida y entrar totalmente al laberinto.
- 03) Tiempo de llegada. Segundos que invierte el sujeto en encontrar la salida y llegar a ella.
- 04) Número de aseos. Frecuencia de períodos de acicalamiento del animal en el laberinto.

Exploración:

- 05) Latencia de salida. Segundos que tarda el sujeto en abandonar el cuadrante de salida (cuadrante No. 7) y comenzar a explorar el campo abierto.
- 06) Recorrido. Número de cuadrantes que cruza el individuo durante la exploración del campo.
- 07) Número de aseos). Frecuencia de períodos de acicalamiento.
- 08) Duración total de aseo. Segundos que duran todos los episodios de aseo.
- 09) Duración media del aseo. Es el tiempo promedio que du-

ra cada episodio de aseo (duración total/frecuencia de aseos).

- 10) Tiempo de aseo en pT. Probabilidad de selección de un sitio preferencial en términos de frecuencia de episodios de aseo

$$(pT = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n})$$

- 11) Número de erguidos. Frecuencia de presentación de la postura de erguido y apoyo vertical.
- 12) Número de quietos. Frecuencia de la presentación de la postura de quieto.
- 13) Duración total de quieto. Segundos que duran los episodios de quietud.
- 14) Duración media de quieto. Tiempo promedio en segundos de cada período de quietud (duración total/frecuencia).

Sobresalto:

- 15) Tiempo de quieto. Segundos que permanece el animal en estado de quietud después de haber sido aplicado el estímulo sonoro aversivo.
- 16) Número de aseos. Frecuencia con la cual el sujeto se acicala después del estímulo sonoro.
- 17) Duración total del aseo. Segundos que duran los episodios de aseo después del estímulo sonoro.
- 18) Duración media del aseo. Tiempo promedio en segundos

de cada episodio de aseo después del estímulo sonoro (duración total/frecuencia).

- 19) Número de erguidos. Frecuencia con la cual el animal presenta la postura de erguido y apoyo vertical después del estímulo sonoro.

Nado:

- 20) Recorrido. Es la distancia en centímetros que recorre el sujeto durante el minuto que permanece en el medio acuático.
- 21) Número de paredes. Número de toques en las paredes que el individuo realiza durante la prueba de nado.

Aseo inducido por nado:

- 22) Número de episodios. Frecuencia de la presentación de los episodios de aseo después del nado.
- 23) Duración total del aseo. Segundos que duran todos los episodios de aseo después del nado.
- 24) Duración media del aseo. Tiempo promedio en segundos que dura cada episodio de aseo después del nado (duración total/frecuencia).
- 25) Número de acciones. Frecuencia con la cual se presentan las distintas acciones y/o postura de aseo después del nado.

Los índices 26 al 39 son las frecuencias de las acciones específicas del aseo ya definidas en la tabla 2.

3.6 Datos físicos y disección cerebral

De los pesos corporales tomados semanalmente en todos los ratones se incluyeron en el análisis el peso del día de la aplicación de la batería de pruebas conductuales (índice No. 40) y el peso máximo alcanzado por el sujeto (índice No. 41).

El sacrificio y la necropsia de los 44 animales que quedaron del lote original de 50 ratones se llevó a cabo del 27 de junio al 3 de julio de 1984. Cada animal se introdujo a una cámara sellada que contenía cloroformo para procurarles una muerte rápida y sin dolor. Inmediatamente después de la muerte se extrajo el cerebro mediante una incisión postero-anterior y medial del cráneo a partir de la articulación del atlas con unas tijeras finas sin llegar a lesionar la superficie. El encéfalo fue cortado a nivel del bulbo raquídeo y los bulbos olfatorios fueron eliminados. El exceso de sangre se eliminó con una gasa y se pesó el cerebro (índice No. 42). Todos los pesos cerebrales se hicieron al miligramo más próximo en una balanza mecánica August Sauter. El cerebro fue entonces disecado rápidamente. El cerebelo fue separado con un corte de los pedúnculos cerebrales y se pesó (índice No. 43). El tallo cerebral fue cortado a nivel de los tubérculos cuadrigéminos superiores por un corte frontal y pesado (índice No. 44). El remanente anterior, que corresponde a los hemisferios cerebrales, fue expuesto en su cara inferior y se realizó un corte en forma de cuña entre los dos rebordes del hipocampo como límites laterales y el quiasma óptico y los pedúnculos cerebrales como límites antero-posteriores. Esta sección, que incluye fundamentalmente al hipotálamo y parte del tálamo fue denominada "diencéfalo" y pesado (índice No. 45).

El resto de los hemisferios fueron denominados "telencéfalo" y fueron pesados (índice No. 46). Finalmente las dos cifras anteriores se sumaron para darnos el peso completo de los hemisferios al que denominamos "prosencefalo" (índice No. 47).

Los testículos fueron extraídos del escroto, liberados del epidídimo y del corpus albeus y su peso es expresado en miligramos (índice No. 48). El tiempo promedio desde la muerte hasta la última pesada fue de 4 minutos para cada animal.

Aparte de los pesos crudos de los órganos y regiones se introdujeron en el análisis 7 índices correspondientes al producto de dividir el peso de cada uno en miligramos sobre el peso corporal del día de la prueba. Esto se llevó a cabo para neutralizar posibles correlaciones del tamaño individual con los órganos medidos. En la tabla 3 aparece una hoja de un ratón individual con los 55 índices y el número de dígitos de cada uno, que fue la que se utilizó para captar los datos para la computadora.

3.7 Análisis de datos

Captura de datos: Los datos vertidos en la hoja individual fueron transmitidos a la computadora del Programa Universitario de Cómputo de la U.N.A.M. por medio de una terminal. Una vez transferidos todos los datos la computadora procedió a correr el programa requerido para obtener la matriz de correlación y el Análisis de Factores.

Ratón número _____ Clave _____

Variable	Dato crudo	Dato corregido (Log)
1.	Orden de captura	_____
2.	Laberinto: lat. salida	_____
3.	id Tpo. llegada	_____
4.	id no. aseos	_____
5.	Exploración: lat. salida	_____
6.	id recorrido	_____
7.	id no. aseos	_____
8.	id tpo. aseo	_____
9.	id dur. x aseo	_____
10.	id tpo. aseo pT	_____
11.	id no. erguidos	_____
12.	id no. quieto	_____
13.	id tpo. quieto	_____
14.	id dur. x quieto	_____
15.	Sobresalto: tpo. quieto	_____
16.	id no. aseos	_____
17.	id tpo. aseo	_____
18.	id dur x aseo	_____
19.	id no. erguidos	_____
20.	Nado: recorrido (cm)	_____
21.	id no. paredes	_____
22.	Aseo inducido por nado: no.	_____
23.	id duración total	_____
24.	id dur. x	_____
25.	id no. acciones	_____
26.	id manos-cara	_____
27.	id manos-orejas	_____
28.	id boca-manos	_____
29.	id boca flanco d.	_____
30.	id boca flanco i.	_____
31.	id boca-abdomen	_____
32.	id boca-genitales	_____
33.	id boca-cola	_____
34.	id boca-pie d.	_____
35.	id boca-pie i.	_____
36.	id pie d.-cabeza	_____
37.	id pie i.-cabeza	_____
38.	id pausas breves	_____
39.	id pausas largas	_____
40.	Peso corporal: día prueba	_____
41.	id máximo	_____
42.	Peso cerebro	_____
43.	id cerebelo	_____
44.	id tallo cerebral	_____
45.	id diencéfalo	_____
46.	id telencéfalo	_____
47.	id prosencéfalo	_____
48.	id testículos	_____
49.	Indice cerebro	_____
50.	id cerebelo	_____
51.	id tallo cerebral	_____
52.	id diencéfalo	_____
53.	id telencéfalo	_____
54.	id prosencéfalo	_____
55.	id testículos	_____

Datos estadísticos generales: Otros datos que la computadora aporta fueron la media, la desviación standard y el error standard de los 55 índices.

Matríz de correlación: Se obtuvieron de la computadora las matrices de correlación de Pearson y Spearman las cuales salieron similares. En los resultados se presenta la correlación de Pearson y se señalan las diferencias con la de Spearman. Se tomaron en cuenta solamente las correlaciones significativas ($p < 0.05$).

Análisis de factores: Se tomaron en cuenta solamente los factores de FINGVALOR superiores a 1.0. Como se sabe, el análisis de factores no es una prueba de hipótesis previa sino un generador de hipótesis (Colgan, 1978 . Kim, 1975) lo cual es precisamente lo que se intenta en el presente estudio. Cada factor es un cúmulo de conductas asociadas entre sí a las que hay que buscar la razón de su agrupación. Por ello cada factor es bautizado con un nombre indicativo de la interpretación funcional que se le dá.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Datos estadísticos generales

En la tabla 4 se enlistan la media, la desviación standard y el error standard de los 55 índices numéricos utilizados en el presente estudio.

El orden de captura es el único índice ordinal por lo que sus datos estadísticos no tienen significado funcional. La latencia de salida en el laberinto fue de 12 seg. en tanto que en el campo abierto fue de 6 seg. la diferencia se -- puede deber a que en el caso del laberinto se levantaba una compuerta que permitía una visión limitada del pasillo inicial, en tanto que en el campo abierto se retiraba la caja pequeña que dejaba al animal expuesto a todo el campo. La latencia media de llegada a la meta del laberinto fue de 250 seg. y el número de aseos muy escaso (1 en promedio) lo cual hace que este parámetro no sea muy significativo para los análisis siguientes. En la exploración del campo abierto, el recorrido durante los 10 minutos fue mayor de 100 cuadrantes y el aseo fue mucho más frecuente que en el laberinto llegando a cerca de 6 episodios con una duración de

TABLA 4. Datos estadísticos generales de los parámetros conductuales, corporales y cerebrales usados.

Prueba y parámetro conductuales	media	desviación s	error s
01) Orden de captura (ordinal)	26.19	14.05	2.16
Exploración del laberinto			
02) Latencia de salida (seg)	12.29	7.83	1.21
03) Latencia de llegada (seg)	249.29	172.05	26.55
04) Número de aseos (frec.)	1.00	1.36	0.20
Exploración de campo abierto			
05) Latencia de salida (seg)	5.93	13.19	2.03
06) Recorrido (cuadrantes)	116.26	39.05	6.03
07) Aseos; número (frec)	5.79	1.75	0.27
08) Duración total (seg)	238.00	87.74	13.54
09) Duración media (seg)	42.86	16.00	2.47
10) \bar{x} en sitio preferente (pT)	0.96	0.84	0.13
11) Número de erguidos (frec)	51.26	21.92	3.38
12) Quietos; número (frec)	1.95	2.53	0.39
13) Duración total (seg)	39.19	81.14	12.52
14) Duración media (seg)	7.69	13.10	2.02
Pos-sobresalto			
15) Tiempo quieto (seg)	128.31	111.94	17.27
16) Aseos; número (frec)	1.86	1.66	0.26
17) Duración total (seg)	117.00	113.65	17.54
18) Duración media (seg)	38.67	43.67	6.74
19) Número de erguidos (frec)	11.19	12.24	1.89
Nado			
20) Recorrido (cm)	1341.12	140.26	21.65
21) Paredes (frec)	21.86	10.42	1.61
Aseo inducido después del nado			
22) Número de episodios (Frec)	2.67	1.10	0.17
23) Duración total (seg)	997.48	476.42	73.52
24) Duración media (seg)	295.00	176.34	27.21
25) Número de acciones (frec)	148.86	120.76	18.64
26) Manos-cara (frec)	8.64	12.42	1.92
27) Manos-orejas (frec)	12.40	7.68	1.19
28) Boca-manos (frec)	28.19	11.04	1.70
29) Boca-flanco derecho (frac)	20.12	10.85	1.67
30) Boca-flanco izquierdo (frec)	19.45	10.09	1.56
31) Boca-abdomen (frec)	6.38	10.95	1.69
32) Boca-genitales (frec)	0.88	1.48	0.23
33) Boca-cola (frec)	0.40	1.23	0.19
34) Boca-pie derecho (frec)	3.52	2.51	0.39
35) Boca-pie izquierdo (frec)	3.60	2.62	0.40
36) Pie derecho-cabeza (frec)	1.60	1.71	0.26
37) Pie izquierdo-cabeza (frec)	2.26	2.23	0.34
38) Pausas breves (frec)	28.76	11.89	1.83
39) Pausas largas (frec)	1.76	1.12	0.17

Continuación TABLA 4

Prueba y parámetro conductuales	media	desviación s	error s
Peso corporal			
40) Día de la prueba (gr)	29.78	2.34	0.36
41) Máximo (gr)	31.82	1.74	0.27
Peso cerebrales			
42) Cerebro completo (mgr)	435.29	14.57	2.25
43) Cerebelo (mgr)	55.71	3.05	0.47
44) Tallo cerebral (mgr)	86.95	6.03	0.93
45) Diencéfalo (mgr)	35.64	4.53	0.70
46) Telencéfalo (mgr)	256.95	12.65	1.95
47) Prosencéfalo (mgr)	292.81	12.70	1.96
48) Testículos (mgr)	204.79	32.06	4.95
Indices cerebrales (mgr/gr peso corporal x 10)			
49) Cerebro completo	1392.12	98.17	15.15
50) Cerebelo	178.12	15.52	2.40
51) Tallo cerebral	277.36	26.00	4.01
52) Diencéfalo	113.69	15.06	2.32
53) Telencéfalo	821.90	66.34	10.24
54) Prosencéfalo	936.24	80.01	12.35
55) Testículos	653.45	104.08	16.06

238 seg., lo cual implica un tercio del tiempo de análisis en esta prueba. La mayor parte del aseo se ejecutaba en un sitio definido para cada animal (índice No. 10). Las posturas verticales fueron muy abundantes durante este período aproximadamente 5 por minuto. La conducta de quieto es poco frecuente (2 episodios en promedio) y acumula 40 seg. en promedio con una gran variabilidad.

En cambio, después del sobresalto la conducta de quieto sube a 130 seg. en los 5 minutos de análisis y tiene menos variación. Los aseos mantienen las mismas proporciones en esta situación que en la anterior, y el número de posiciones verticales es menos de la mitad. Esto puede ser debido al sobresalto o bien a la habituación al sitio.

La prueba de nado dió dos índices bastante constantes; el recorrido que fue de 13 metros en un minuto con una variabilidad muy baja y el número de intentos de salir por las paredes (toques), que fue de 22.

El aseo inducido después del nado proporcionó 17 índices cuantitativos (22-39). El número de episodios fue bajo (2.7) pero su duración muy prolongada (1,000 seg.) o sea el 60% del tiempo de análisis. Se trata de una actividad compuesta por 12 acciones que sumaron cerca de 150 episodios en promedio para cada animal. De ellas las más frecuentes fueron la de boca-manos y pausas breves con 28 presentaciones cada una. Boca-flancos se presentó 20 veces para cada lado, por lo que, si se considera como una sola acción sería, con mucho, la más frecuente. En orden de frecuencia siguen las acciones de manos-orejas (12 presentaciones); manos-cara (9); boca-pies (7.); boca-abdomen (6); pies cabeza (4) y finalmente boca-genitales y boca-cola con menos de un episodio cada una.

En general los índices de conducta, como es bien sabido, tienen grandes variaciones y es frecuente observar que la desviación standard corresponde a la media o bien la sobrepasa.

Robert Fagen (1978) ha estudiado datos de varios autores sobre la abundancia de conductas en diversos estudios y en general encontró que la distribución log-normal de Poisson se ajusta más a los datos que las distribuciones normales. Este tipo de análisis se ha usado en ecología, pero no se sabe cual es la N apropiada para considerar una muestra como representativa. En este estudio se presentan una gran variedad de índices cuantitativos de conducta directa e indirecta en términos de frecuencias o tiempos lo que no hay que esperar que presenten una distribución normal. En contraste, los índices de pesos corporales y cerebrales tienen desviaciones característicamente cercanas al 5% de la media. La única región de mayor variabilidad fue el diencéfalo con 13% de la media, lo que expresa una menor seguridad en la disección. El peso corporal fue de 30 gr. y el cerebro de 435 mg. El peso del cerebro representa el 1.45% del peso corporal (índice cerebral). Esta proporción es muy alta en la escala filogenética ya que en comparación, en el humano es de 2% y en muchos primates es alrededor de 1.0% (Jerison, 1973).

El hecho de que una misma conducta morfológica se presenta en frecuencias y tiempos distintos de acuerdo con las circunstancias señala que lo que varía es el estado interno (neural y emocional) del animal con lo cual cambian sus parámetros de ejecución de la misma conducta. Precisamente por esto es que las correlaciones que se obtienen entre estos índices de conducta y pesos del cerebro tienen que ver con características individuales. En este sentido se puede

señalar que el presente estudio tiene una similitud metodológica mayor con la antropología física que con la biología clásica. Esto es así porque de acuerdo con Juan Comas (1983) lo que distingue a la antropología de la anatomía y fisiología humana es que no estudia al sujeto como ser es tandarizado, sino que por el contrario, trata de poner de manifiesto sus diferencias con otros de la misma especie. De bido a esto no hay un grupo control ni otro experimental si no que se busca encontrar grupos de características conductuales y cerebrales que distingan a los individuos de la muestra y que se relacionen entre sí para formar subgrupos.

4.2 Matriz de correlación entre todos los datos

Los 55 índices numéricos obtenidos fueron correlacionados en una matriz de correlación de Pearson que sumó 1485 correlaciones. En la figura 6 se presentan las correlaciones que resultaron significativas ($r > 0.340$; $p < 0.05$).

En la matriz de correlación, los datos se encuentran ordenados de izquierda a derecha y de arriba a abajo, según el orden cronológico en que fueron obtenidos. Los 55 índices están agrupados según las pruebas usadas; orden de captura (1 índice); laberinto (3 índices); exploración del campo abierto (10 índices); post-sobresalto (5 índices); pesos corporales y cerebrales (9 índices) e índices de pe so (7 índices).

De las 1485 correlaciones, 231 resultaron significativas (15.6%). Se puede observar en la disposición general de las correlaciones significativas que éstas ocurren pre -

dominantemente entre índices de la misma prueba y sólo algunas se dan entre pruebas conductuales diversas. Finalmente las correlaciones significativas cerebro-conducta son 25, las cuales son de mayor interés para el presente trabajo. Las correlaciones que se dan en la misma prueba suelen tener una explicación evidente en términos de inversión de tiempo. Por ejemplo, en la exploración del campo abierto hay correlaciones negativas entre la distancia recorrida y el tiempo de quietud o entre el tiempo de aseo y el número de erguidos. En otros casos hay correlaciones positivas obligadas entre variables de la misma conducta, por ejemplo entre las frecuencias y los tiempos acumulados del aseo los índices de quietud en todas las pruebas. En el caso de las mediciones después del sobresalto, llama la atención la correlación entre el número de erguidos y aseos (0.48). Como era de esperarse hay una correlación obligada entre la distancia recorrida en el nado y el número de paredes tocadas (0.48). En lo que se refiere al aseo inducido por el nado hay correlaciones muy altas entre el número de episodios y las pausas largas, la cual es una correlación por definición. En otros casos hay correlaciones entre acciones particulares, por ejemplo manos-cara y boca-abdomen (0.93), boca-abdomen y boca-cola (0.82). Es notorio que la acción de manos-cara se correlaciona más con acciones de aseo del cuerpo, en tanto que la acción de manos-orejas se correlacionan con acciones de aseo de la cabeza, de los flancos y de boca-pies. Esto se debe a la secuencia de conducta según la cual después de una pausa breve, el episodio de aseo se inicia por la acción de boca manos o manos-orejas y termina con las de boca-flancos o boca-pies. Todo esto indica que las correlaciones significativas obtenidas en el aseo inducido por el nado están expresando una probabilidad de secuencia entre las mismas, lo cual hemos analizado por separado (Díaz y de la Vega, 1985).

En lo que se refiere a los pesos corporales llama la atención que no hayamos obtenido una correlación significativa entre el peso corporal y el peso del cerebro ($r < 0.15$). De hecho las correlaciones entre el peso corporal y el peso cerebral se dan entre las especies, lo cual constituye el coeficiente de encefalización. Incluso entre especies la correlación cerebro: cuerpo es relativamente baja (0.66; Jerison, 1973). Desconocemos si existen datos de las correlaciones -- entre individuos de la especie Mus Musculus. Es también de gran interés, la ausencia de correlaciones entre los pesos de las áreas cerebrales, con la excepción del telencéfalo y el prosencéfalo, pero esta se debe a que el telencéfalo corresponde a la mayor parte del prosencéfalo. Esta independencia de tamaño entre las regiones cerebrales sugiere un desarrollo relativamente independiente entre ellas. En contraste, los índices cerebrales están en general significativamente correlacionados entre sí, aunque la r es muy distinta para cada caso. En general, pareciera ser que el tallo cerebral, y en particular el diencefalo, son más independientes que las otras variables.

Como se puede observar en la matriz de correlación, los índices y parámetros usados se correlacionan primeramente entre índices que pertenecen a la misma prueba. Esto suele tener una explicación evidente en términos de inversión de tiempo, por ejemplo, la relación positiva entre la distancia recorrida y el número de toques en las paredes durante la prueba de nado, o negativa como la que se encuentra entre la distancia recorrida y el tiempo de quietud durante la exploración del campo abierto. A estas correlaciones se les puede considerar de tipo obligado en tanto que las que se establecen entre los índices de pruebas diferentes o entre la conducta y el peso cerebral no son obligadas por lo que se necesitan ser explicadas.

Hasta aquí hemos descrito las correlaciones obtenidas para cada prueba, en adelante se examinarán las pruebas independientes. El orden de captura tiene correlaciones negativas (-0.4) con el tiempo de salida del laberinto y positivas con la acción de boca-manos (0.42), con las pausas breves del aseo inducido (0.39) y con el peso corporal del día de la prueba (0.46). Estas correlaciones indican que los animales más eficaces para evitar ser atrapados son más pesados, tienen un aseo más vigoroso y salen a explorar el laberinto rápidamente. Se trata entonces de un conjunto de conductas que manifiestan probablemente vigor físico y asertividad. El tiempo de salida del laberinto se correlaciona con el tiempo de quietud en la exploración (0.34), lo cual asocia dos parámetros indicativos de aprensión o temor. El tiempo de salida tiene una correlación negativa -- con el número de aseos después del sobresalto y la acción-- de pie derecho-cabeza. La distancia recorrida en el campo abierto tiene una correlación positiva con el número de episodios del aseo inducido. Esta asociación podría también constituir un factor de vigor físico o de asertividad emocional. Las variables de aseo en la exploración tiene una correlación con las mismas variables después del sobresalto y con la acción de boca-pies del aseo inducido. Curiosamente, la variable del tiempo de aseo en el lugar preferencial durante la exploración, que se había utilizado previamente (Santis y Díaz, 1983) tiene correlaciones muy altas con otros índices; en particular tiene relación con las acciones sobre el tronco del aseo inducido y la de manos-cara - (0.91) y también una correlación muy elevada con el número de paredes tocadas en el nado. Es posible que el aseo en un sitio preferencial se asocie a acciones localizadas del tronco, lo cual implicaría una diferente "funcionalidad" de este tipo de aseo, en comparación con el que involucra los pies. Lo que es muy difícil de explicar es la muy -

elevada correlación entre el número de paredes tocadas durante el nado, que implica un gran vigor físico, y el tiempo de aseo en un lugar preferente durante la exploración. El tiempo de quieto, durante la exploración y después del sobresalto tienen correlaciones muy diferentes, lo que revela que un sólo comportamiento medido en dos circunstancias distintas representa diferentes cosas desde el punto de vista funcional. De esta forma el tiempo de quietud después del sobresalto, que constituye un "congelamiento" en respuesta a un estímulo sonoro inesperado y aversivo se correlaciona con las variables del nado y las acciones de aseo del tronco después de nado. Curiosamente su perfil de correlación es muy similar al del tiempo de aseo en el sitio preferencial, con lo cual se asocian tres conductas características por la fijación del animal en un sitio o localidad determinadas. Se puede proponer que estos índices podrían significar un factor de territorialidad o de ubicación de "casa". De hecho ya se había demostrado que el refugio después del sobresalto ocurría en el lugar preferencial de aseo (Santis y Díaz, 1983). Las variables de aseo después del sobresalto, como sucede con las mismas variables de la exploración se relacionan con diversas acciones del aseo inducido.

Hasta aquí las correlaciones significativas entre las diversas pruebas conductuales. En la última sección nos referiremos a las correlaciones entre pesos corporales y cerebrales y los índices de conducta. El peso corporal tiene una correlación negativa con la distancia recorrida en la exploración, lo cual implica que los animales más pesados recorren distancias menores. En experimentos independientes del laboratorio se ha encontrado que los ratones socialmente dominantes son los más pesados y los que menos distancias recorren en la exploración (López-Luján, Mondragón, Ma

yagoitia y Díaz, 1982). Otras correlaciones del peso corporal son con los tiempos de aseo o de quietud en varias pruebas, lo cual probablemente se puede entender en términos de los dicho anteriormente para los ratones dominantes. En lo que se refiere al peso del cerebro sólo se encontró una correlación negativa y débil (-0.31) con el número de episodios del aseo inducido por el nado. Esta variable conductual mantiene correlaciones negativas similares con el peso e índice diencefálico y con el peso del prosencéfalo, por lo que podría emplearse quizás como un factor conductual para predecir pesos cerebrales. El índice cerebeloso muestra una correlación positiva con la acción de boca-genitales (0.38). El tallo cerebral y su índice tienen una correlación baja con la duración media de los episodios del aseo inducido. El peso del diencefalo y en algunos casos el índice diencefálico tiene diversas correlaciones con conductas indicativas de emocionalidad. Hay una correlación positiva con la latencia de salida al campo abierto y los factores de quietud en esa misma prueba y una correlación negativa con la distancia recorrida y el número de episodios y de pausas largas en el aseo inducido. Esta relación morfológica de las áreas hipotalámicas con la conducta emocional será discutida de nuevo en el análisis de factores. El prosencéfalo tiene correlaciones bajas y negativas (-0.31) con el número de erguidos en el campo abierto y con el número de episodios y las pausas largas del aseo inducido; de ellas la más interesante es la relación con la conducta de erguido. El peso e índice de los testículos no tienen correlaciones significativas excepto entre sí.

Para explicar las correlaciones que se establecieron entre el cerebro y la conducta, se podrían plantear tres hipótesis: una hipótesis epigenética, otra hipótesis causal cerebro-conducta y una hipótesis causal alternativa conduc-

ta-cerebro. La hipótesis epigenética es la más viable porque la biología del cerebro y las características de emocionalidad de un animal, que se expresan en peculiaridades de ejecución conductual son el resultado de un proceso epigenético. Según este modelo: "El desarrollo mental se analiza desde un punto de vista evolutivo y se relaciona a un interjuego dinámico de programación genética, estadios de maduración e influencias ambientales" (Wilson, 1978). O sea que la interpretación global de nuestros experimentos se da en el marco de la conducta y la morfología del cerebro como resultado de un proceso de desarrollo determinado por influencias genéticas y ambientales conjuntas. Esto no se contradice con las hipótesis alternativas de que pueden existir influencias causales entre nuestras dos variables; es decir el hecho de que el desarrollo de zonas cerebrales se exprese en determinadas conductas (hipótesis causal cerebro-conducta) o bien que las características de la conducta puedan influir en el desarrollo cerebral (hipótesis causal - conducta-cerebro).

4.3 Análisis de factores

El análisis factorial listó 41 factores de EIGENVALOR superior a cero y de ellos consideramos solamente los 14 factores de valores superiores a 1.0 (Tabla 5).

Factor 1 "Factor de aseo del tronco"

Este primer factor agrupa fundamentalmente variables del aseo. Los valores más altos corresponden a acciones del aseo inducido por el nado, fundamentalmente el número

TABLA 5. Análisis de factores de los parámetros conductuales, corporales y cerebrales usados.

Prueba y parámetro conductuales	1	2	3	4	5
01) Orden de captura					
02) Laberinto: lat. salida				-0.28	
03) id tpo. llegada					
04) id no. aseos					
05) Exploración: lat. salida					
06) id recorrido				0.39	
07) id no. aseos					0.25
08) id tpo. aseo					
09) id dur. x aseo					
10) id tpo. aseo pT	0.95				
11) id no. erguidos				0.40	
12) id no. quietos				-0.75	
13) id tpo. quieto		-0.25		-0.85	
14) id dr. x quieto				-0.87	
15) Sobresalto: tpo. quieto	0.68		-0.28	-0.42	
16) id no. aseos			0.37	0.57	
17) id tpo. aseo	0.27		0.36	0.45	
18) id dur.x aseo	0.44	-0.28	0.28	0.29	
19) id no. erguidos	0.28			0.32	
20) Nado: recorrido	0.39				
21) id no. paredes	0.91				
22) Aseo inducido por nado: no					
23) id duración total	0.88		0.33		
24) id duración x			0.30		
25) id no. posturas	0.98				
26) id manos-cara	0.96				
27) id manos-orejas			0.84		
28) id boca-manos	0.51		0.48		
29) id boca-flanco d.	0.84		0.26		

Continuación TABLA 5.

Prueba y parámetro conductuales			1	2	3	4	5
30)	id	boca-flanco i.	0.87		0.26		
31)	id	boca-abdomen	0.96				
32)	id	boca-genitales		0.34	0.40		
33)	id	boca-cola	0.84				
34)	id	boca-pie d.		0.25	0.60		
35)	id	boca-pie i.			0.68		
36)	id	pie d.-cabeza			0.47		
37)	id	pie i.-cabeza			0.71		
38)	id	pausas breves	0.24		0.76		
39)	id	pausas largas					
40)	Peso corporal: día prueba			0.62			
41)	Peso corporal: máximo			-0.90			
42)	Peso del cerebro						0.86
43)	id	cerebelo					
44)	id	tallo cerebral					
45)	id	diencéfalo			-0.34		
46)	id	telencéfalo					0.93
47)	id	prosencéfalo					0.92
48)	id	testículos		-0.25			
49)	Indice cerebro			0.94			
50)	id)	cerebelo		0.80			
51)	id	tallo cerebral		0.60			
52)	id	diencéfalo		0.33		-0.25	
53)	id	telencéfalo		0.89			
54)	id	prosencéfalo		0.92			0.42
55)	id	testículos					

Continuación TABLA 5

Prueba y parámetro conductuales	6	7	8	9	10
01) Orden de captura	0.40				
02) Laberinto: lat.salida					
03) id tpo. llegada					
04) id no. aseos					
05) Exploración: lat.salida		0.83			
06) id recorrido	-0.62	-0.34			
07) id no. aseos					
08) id tpo. aseo	0.76				
09) id dur. x aseo	0.74		-0.25		
10) id tpo. aseo pT					
11) id no. erguidos	-0.64				-0.26
12) id no. quietos		0.29			
13) id tpo.quieto					
14) id dur. x quieto					
15) Sobresalto: tpo. quieto					
16) id no. aseos			-0.34		
17) id tpo. aseos	0.29		-0.45		
18) id dur. x aseos	0.28	0.33	-0.33		
19) id no. erguidos					-0.38
20) Nado: recorrido					
21) id no. paredes					
22) Aseo inducido por nado: no			0.91		
23) id duración total					
24) id duración x		0.29		0.41	
25) id no. posturas					
26) id manos-cara					
27) id manos-orejas					
28) id boca-manos					
29) id boca-flanco d.					
30) id boca-flanco i.					
31) id boca-abdomen					
32) id boca-genitales			0.36		

Continuación TABLA 5

Prueba y parámetro conductuales	6	7	8	9	10
33) id boca-cola					
34) id boca-pie d.	0.48	-0.26			
35) id boca-pie i.					
36) id pie d.-cabeza					0.33
37) id pie i.-cabeza					
38) id pausas breves					
39) id pausas largas			0.90		
40) Peso corporal: día prueba	0.50				
41) id máximo					
42) Peso del cerebro					0.30
43) id cerebelo					
44) id tallo cerebral					0.94
45) id diencéfalo		0.80	-0.27		
46) id telencéfalo					
47) id prosencéfalo					
48) id testículos				0.94	
49) Índice cerebro					
50) id cerebelo					
51) id tallo cerebral					0.73
52) id diencéfalo		0.79			
53) id telencéfalo					
54) id prosencéfalo					
55) id testículos				0.96	

Continuación TABLA 5

Prueba y parámetro conductuales	11	12	13	14
01) Orden de captura	0.64			0.33
02) Laberinto: lat.salida	-0.80			
03) id tpo.llegada		0.90		
04) id no. aseos		0.84		
05) Exploración: lat.salida				
06) id recorrido				
07) id no. aseos			-0.82	
08) id tpo. aseos			-0.27	
09) id dur. x aseo			0.33	
10) id tpo. aseo pT				
11) id no. erguidos				
12) id no. quietos				
13) id tpo. quieto				
14) id dur. x quieto				
15) Sobresalto: tpo. quieto				
16) id no. aseos	0.35			
17) id tpo. aseo		-0.30		
18) id dur.x aseo				
19) id no. erguidos	0.43			
20) Nado: recorrido			0.45	0.27
21) id no. paredes				
22) Aseo inducido por nado: no				
23) id duración total				
24) id duración x			0.42	
25) id no. p posturas				
26) id manos-cara				
27) id manos-orejas				
28) id boca-manos				
29) id boca-flanco d.	0.41			
30) id boca-flanco i.				
31) id boca-abdomen				
32) id boca-genitales	-0.28			0.27
33) id boca-cola				

Continuación TABLA 5

Prueba y parámetro conductuales	11	12	13	14
34) id boca-pie d.			-0.25	
35) id boca-pie i.			-0.48	
36) id pie d.-cabeza	0.35			0.32
37) id pie i.cabeza	-0.25			
38) id pausas breves	0.26			
39) id pausas largas				
40) Peso corporal: día prueba				0.27
41) id máximo				
42) Peso del cerebro				
43) id cerebelo				0.91
44) id tallo cerebral				
45) id diencéfalo				
46) id telencéfalo				
47) id prosencéfalo				
48) id testículos				
49) Índice cerebro				
50) id cerebelo				0.54
51) id tallo cerebral				
52) id diencéfalo				
53) id telencéfalo				
54) id prosencéfalo				
55) id testículos				

de los mismos, la acción de manos-cara, boca-abdomen y boca-flancos. Con valores superiores de 0.9 entran también el tiempo de aseo en el sitio preferencial durante la exploración y el número de paredes tocadas durante el nado. El número de erguidos después del sobresalto y el recorrido del nado son los únicos índices fuera del aseo que se agrupan en este factor.

Factor 2 "Factor de índices cerebrales"

En este factor se agrupan principalmente los índices cerebrales usados. Sin embargo el tallo cerebral y el diencéfalo tienen valores muy inferiores al resto de las regionales. Con valor negativo se encuentran los pesos corporales y de los testículos debido a la fórmula utilizada para el cálculo de los índices. Cuatro índices conductuales entran también en este cúmulo. Con signo positivo las acciones de boca-genitales y boca-pie derecho, y con signo negativo el tiempo de quieto durante la exploración y la duración media del aseo después del sobresalto. Este factor tiene interés debido a la posibilidad de predecir animales macrocefálicos utilizando la combinación de los cuatro índices conductuales asociados. Por ahora no se pueden proponer hipótesis viables para explicar la asociación de estas conductas con el peso relativo al cerebro.

Factor 3 "Factor del aseo posterior"

Este factor es muy similar al factor 1. La diferencia central entre ambos es que en el primero está ausente la acción de manos-orejas, en tanto que en este factor la acción es la de más alto valor y se agrupa con acciones de la parte posterior del cuerpo. Como en el caso del factor 1, entran las variables del aseo después del sobresalto y

las pausas breves con mayor valor. Un análisis de transición de las variables del aseo inducido podría explicar este diferente agrupamiento de acciones relacionadas por su función. Se puede sin embargo, establecer la hipótesis de que en el aseo de los segmentos del tronco es relativamente independiente del de las posteriores, que el primero se asocia a la acción de manos-cara y el segundo a la de manos - orejas.

Factor 4 "Factor de emocionalidad-diencefalo"

En este factor se acumulan centralmente y con signo negativo los índices de inmovilidad durante la exploración y después del sobresalto. En el mismo sentido se encuentran el peso e índice del diencefalo y la latencia de salida al laberinto. Con signo contrario se agrupan algunos índices de actividad exploratoria, como son las variables del aseo después del sobresalto, el número de erguidos en las mismas condiciones y el recorrido en la exploración. Este factor está muy relacionado y se complementa con el factor 7, por lo que los discutiremos en conjunto al describir este último.

Factor 5 "Factor cerebro anterior-número de aseos"

Este factor asocia el peso e índice del prosencefalo con el peso del telencefalo, del cerebro y el número de aseos durante la exploración. Podría considerarse un factor complementario con el factor 2.

Factor 6 "Factor de dominancia"

En este factor también se presentan variables del aseo primordialmente su duración durante la exploración y el so-

bresalto asociados al peso corporal y al orden de captura , y con signo negativo el recorrido y el número de erguidos durante la exploración. Los animales más pesados del día de la prueba serán los más difíciles de atrapar y presentarían una exploración caracterizada por aseos largos y, poco recorrido y posturas verticales. Este conjunto de características recuerdan a los ratones socialmente dominantes (López-Luján, Mondragón, Mayagoitia y Díaz, 1982).

Factor 7 " Factor de diencéfalo-emocionalidad"

Este factor es el complementario del factor 4 y asocia centralmente el peso e índice del diencéfalo con la latencia de salida a la exploración y duración media del aseo después del sobresalto y del aseo inducido. Con signo negativo entra también el recorrido durante la exploración. De esta manera por la conjunción de los factores 4 y 7 se puede establecer que las características emocionales de temor (expresadas por latencia de salida y tiempo de quietud al - tos) en oposición a características emocionales de tranquilidad o asertividad (expresadas por el número de erguidos, el recorrido y el aseo después del sobresalto) se asocian específicamente a diencéfalos pesados. Una gran cantidad de investigación neurofisiológica ha mostrado el papel central de las estructuras diencefálicas en la expresión de la conducta emocional (véase Brooks y Koizumi, 1980). Sin embargo este parece ser el primer reporte de una asociación entre la conducta emocional y el peso de zonas diencefálicas.

Factor 8 " Factor aseo-diencefalo"

Se trata de otro factor de aseo que agrupa los episodios de aseo inducido (expresados por el número y las pau -

sas largas) en oposición a índices de aseo después del sobresalto y durante la exploración. Lo interesante de este factor es la inclusión del peso del diencéfalo con signo negativo, lo cual viene a reforzar a los factores 4 y 7.

Factor 9 " Factor testículos versus erguidos"

Aquí se acumulan el peso e índice de los testículos con la duración media de los aseos inducidos y, con signo opuesto, el número de erguidos después del sobresalto y la exploración del campo abierto. Este resultado implicaría una inhibición de las hormonas masculinas en la expresión de la conducta de erguidos y presenta una oportunidad muy especificada de analizar la neuroendocrinología de una acción eminentemente exploratoria.

Factor 10 "Factor tallo cerebral-aseo inducido"

Asocia el peso e índice del tallo cerebral con el peso del cerebro y la acción de pies derecho-cabeza. En un análisis independiente de los datos, hemos encontrado (Díaz y De La Vega, 1985) que la transición entre algunas acciones del aseo inducido tienen una correlación significativa con el tallo cerebral. Para profundizar en el significado funcional de esta asociación es necesario llevar a cabo nuevos experimentos en los que se analice la dimensión de núcleos particulares del tallo cerebral en relación a la presentación y transición de acciones del aseo inducido.

Factor 11 "Factor de emocionalidad"

En el centro de este factor se colocan con significado opuesto la latencia de salida al laberinto, el número de erguidos después del sobresalto y algunas variables del aseo.

Este factor pone en evidencia la oposición de la expresión conductual de los ratones temerosos y de los tranquilos o asertivos ya discutida para los factores 4, 6, 7, y 8.

Factor 12 "Factor de ejecución en el laberinto"

Este factor asocia el tiempo de llegada con el número de aseos en el laberinto, lo cual es una relación obligada,

Factor 13 "Factor de vigor físico"

Otro conjunto de conductas de aseo en el que la frecuencia y el tiempo de aseo en la exploración y las acciones de boca-pies se oponen a las duraciones medias de los aseos. Unicamente el recorrido en el nado entra en este grupo que parece fundamentalmente asociar conductas relacionadas con el vigor físico.

Factor 14 "Factor cerebelo-coordinación motora"

Se trata de otro conjunto que incluye una variable cerebral: el peso e índice del cerebelo el cual se asocia al peso corporal, al orden de captura, al recorrido durante el nado y a las acciones de boca-genitales y pie derecho-cabeza. Como sucede con los factores 4, 7 y 8 que asocian el peso diencefálico con índices de emocionalidad, en este caso varios índices de coordinación motora, de bien establecida función del cerebelo por experimentos neurofisiológicos (véase Thach, 1980) tiene también una relación morfológica en términos de peso.

V. CONCLUSIONES

1. Un conjunto de evidencias previas permite postular una correlación entre variables morfológicas del cerebro con índices de ejecución de conducta.

2.- Se estableció una definición de conductas espontáneas en el ratón (Mus musculus de la cepa BALB/C) y un método de medición de 39 índices de conducta que incluyeron frecuencias, latencias y duraciones de presentación de los comportamientos definidos en 5 pruebas diferentes. En el mismo lote de 50 animales se obtuvieron datos físicos de peso corporal y peso de las siguientes regiones encefálicas obtenidas en fresco inmediatamente después de la muerte: cerebro completo, cerebelo, tallo cerebral, diencéfalo, telencéfalo y prosencéfalo. A todos los índices numéricos obtenidos se les sometió a tres análisis distintos: distribución (media y desviación standard), matriz de correlación (Pearson y Spearman) y análisis de factores.

3.- Los datos conductuales no se ajustaron en general a distribuciones normales, y la desviación standard es de magnitudes cercanas a la media. En contraste, los pesos corporales y cerebrales tienen una distribución normal y desviación standard de cerca de 5% de la media. Las medias

obtenidas para el mismo parámetro conductual difieren ampliamente según la prueba utilizada, por lo que se infiere que no representan el mismo estado funcional.

4.- La matriz de correlación de los 55 índices numéricos sumó 1485 correlaciones de las que 231 (15.6%) resultaron significativas ($r > 0.304 = p < 0.05$). La mayor parte de las correlaciones significativas ocurren entre índices de la misma prueba y son en gran parte explicables en términos de inversión de tiempo o de secuencia. No se obtuvo una correlación significativa entre el peso corporal y el peso cerebral ($r < 0.15$). Tampoco hay correlaciones entre las áreas del cerebro, lo que sugiere una independencia en el desarrollo de las áreas cerebrales.

5.- Se obtuvieron algunas correlaciones significativas de interés entre índices de diversas pruebas de conducta, las cuales pueden reflejar individualidades de ejecución. Entre ellas se puede mencionar que el orden de captura tiene correlación negativa con la latencia de salida del laberinto y con el peso corporal. Otras combinaciones reflejan estados fisiológicos o emocionales diferentes. Se obtuvieron 25 correlaciones significativas cerebro-conducta. El peso del cerebro tiene una correlación negativa con el número de episodios del aseo inducido. Varios índices de "emocionalidad" se relacionan al peso del diencéfalo y otros índices de movilidad fina se relacionan al peso del cerebelo. El análisis de factores listó 14 grupos de índices de EIGENVALOR superior a 1. Varios de ellos asocian índices de "emocionalidad con el peso del diencéfalo y otros del cerebelo con la coordinación motora.

6.- Como conclusión general se puede afirmar que además de la bien establecida relación funcional que tiene la

actividad de ciertas áreas cerebrales con algunas conductas, existe también una correlación morfológica. Este resultado implica que ciertas características epigenéticas se manifiestan en el peso de áreas del cerebro y en características peculiares de ejecución motora, lo cual tiene relevancia en la genética y las bases cerebrales del comportamiento.

VI. BIBLIOGRAFIA

Brook, M. Chandler and Koizumi, Kiyomi. (1980). The autonomic system and its role in controlling body functions. In : Medical Physiology. Edited by Vernon B. Mountcastle. The C. V. Mosby Company. Vol. 1 4^aedition p.p. 837-858.

Colgan, W. Patrick and Smith, J. Terry. (1978). Multidimensional contingency table analysis. In: Quantitative Ethology. Edited by Patrick W. Colgan. A Wiley-Interscience Publication; p.p. 145-174.

Comas, Juan. (1983). Manual de Antropología Física. Instituto de Investigaciones Antropológicas, U.N.A.M.

Crispens, Charles G. (1975). Handbook on the Laboratory Mouse. Charles C. Thomas Publisher, U.S.A.

DeLisi, Lynn E. et al. (1985). Cerebral ventricular enlargement as a possible genetic marker for schizophrenia. Psychopharmacology Bulletin. Vol. 21 p.p. 365-367.

Díaz, José Luis y De la Vega Jorge. (1985). Aseo inducido por el nado en el ratón; etograma y análisis de transición entre acciones específicas. Memorias del XVIII Congreso -

Nacional de Ciencias Fisiológicas. Puebla, México. Resumen 114.

Escobar, I. Alfonso. (1968). El problema cerebro-mente. Gaceta Médica de México. Vol.98 (6) p.p. 737-746.

Fagen, Robert. M. (1978). Repertoire analysis. In: Quantitative Ethology. Edited by Patrick W. Colgan. A Wiley-Interscience Publication; p.p. 25-42.

Goldman, Steven A. and Nottebohm, Fernando. (1983). Neuro-nal production, migration and differentiation in a vocal control nucleus of the adult female canary brain. Proc. Natl. Acad. Sci. Vol. 80 (8) p.p. 2390-2394.

Guzmán, F. Carlos. (1968). Cerebro-Conducta. Gaceta Médica de México. Vol. 98 (6) p.p. 747-753.

Jerison, Harry. J. (1973). Evolution of the brain and intelligence. Academic Press; p.p. 74-77.

Johnstone, E.C. Crow, T.J. Frith, C.D. Husband, J. and Kreek, L. (1976). Cerebral ventricular size and cognitive impairment in chronic schizophrenia. Lancet; p.p. 924-926.

Kim, Jae-On. (1975) Factor analysis. In: SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Second edición. Edited by Norman H. Nie and Handlai C. Hull. McGraw-Hill Book Company; p.p. 468-513.

Kumate, Jesús. (1985). Las neurociencias y los institutos nacionales de salud. Salud Mental. Vol. 8 (1) p.p. 4-5.

López-Luján, Mondragón, Mayagoitia y Díaz. (1982). Rango social, exploración y aprendizaje de un laberinto en ratones albinos BALB/G y negros C57/BL/6J. Memorias del XXV Congreso Nacional de Ciencias Fisiológicas. Guadalajara, México; p.p. 114.

Maackintosh, J.H. Chane M.R.A. and Silverman A.P. (1977). The contribution of ethological techniques to the study of drug effects. Handbook of Psychopharmacology. Edited by Inversen L. L. Inversen S.B. and Snyder S.H. Plenum Press. Vol. 7 cap. 1 p.p. 3-35.

Merzenich, M.M. et al. (1983) Topographic reorganization of somatosensory cortical areas 3b and 1 in adult monkeys following restricted deafferentation. Neurosciencie; p.p. 8-33.

Murillo, J.R. (1981). Efecto de apomorfina y haloperidol sobre las actividades generales del ratón. Tesis Licenciatura. Fac. Química, U.N.A.M.

Reveley, A.M. et al. (1982). Cerebral ventricular size in twins discordant for schizophrenia. Lancet; p.p. 540-541.

Rosenzweig, M.R. and Krech, D. (1960). A search for relations between brain chemistry and behavior. Psychology Bulletin. Vol. 57 p.p. 476-492.

Salas, M. y Torrero, C.. (1980), La conducta de nado en la rata como un modelo para evaluar el desarrollo cerebral. Boletín de Estudios Médico Biológicos de México. vol 31 (3) p.p. 161-168.

Santis, D. Marcela and Díaz, José Luis. (1983). Location -

response to a startling noise depends on the preferred grooming site in mice. *Physiology and Behavior*. Vol. 30 p.p. 551-555.

Sestims, M.F.W. (1979). *Inbred strains in biomedical research*. Mc Millan Press LTD London, England.

Tach, W.T. (1980). *The cerebellum*. In: *Medical Physiology*. Edited by Vernon B. Mountcastle. The C.V. Mosby Company. Vol. I 4^a edition p.p. 859-886.

Weinberger, D.R. et al. (1983). *Neuropathological studies of schizophrenia: A selective review*. *Schizophrenia Bulletin*. Vol. 9 p.p. 193-212.

Wilson, Ronald S. (1978). *Synchronies in mental development: An epigenetic perspective*. *Science*. Vol. 202 p.p. 939-948.