

103
2e;



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
IZTACALA**

**EVALUACION DE LOS EFECTOS DISOCIATIVOS DE LA
KETAMINA SOBRE LA MEMORIA DE AVERSION
GUSTATIVA Y OLFATIVA EN RATAS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
LICENCIADO EN PSICOLOGIA
P R E S E N T A N :
JOSE ANTONIO SALAS LOPEZ
BLANCA SANCHEZ TORRES

DIRECTOR DE TESIS: M.C. FLORENCIO MIRANDA HERRERA



LOS REYES IZTACALA, EDO. DE MEXICO

1983

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



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.

INDICE

Resumen	1
Introducción	2
1.0 AVERSIÓN GUSTATIVA	4
1.1 Evolución de la conducta alimenticia	4
1.2 Comportamiento predador y antipredador	5
1.3. Miedo al sebo	5
1.4 El experimento típico	7
2.0 DIFERENCIAS CON EL CONDICIONAMIENTO CLÁSICO	9
2.1 Condicionamiento demorado de aversión	9
2.2 Especificidad entre señal-consecuencia	11
2.3 Potenciación	12
3.0 Explicaciones de la potenciación	15
3.1 Potenciación versus obscurecimiento	15
3.2 La explicación asoslacionista	16
3.2 La explicación convergente	16
4.0 MÉTODOS DE DISOCIACIÓN	19
4.1 Método conductual	19
4.2 Método quirúrgico	19
4.3 Método farmacológico	20
MÉTODO GENERAL	22
Sujetos:	22
Soluciones, Drogas y Materiales	22
i) soluciones:	22
.....	22

ii) droga:	23
iii) materiales:	23
Procedimiento:	23
1) Habitación	23
2) Ensayo de adquisición único	23
3) Prueba de preferencia	23
Experimento 1	23
Procedimiento:	24
Resultados y discusión	24
Experimento 2	25
Procedimiento:	25
Resultados y discusión	25
Discusión General	26
REFERENCIAS	29

Dentro del contexto del aprendizaje gustativo se define a al potenciación de la siguiente manera; el olor es una señal de poca fuerza asociativa en relación con el malestar gástrico mientras que el sabor es una señal de mucho mayor fuerza asociativa con las sensaciones gástricas, sin embargo al unir el sabor con el olor en un compuesto condicional seguido de un malestar gástrico se observa como el olor aumenta su capacidad aversiva

Varios estudios se realizan con la intención de disociar la aversión gustativa de la olfativa, para así determinar el papel de los elementos del compuesto dentro del fenómeno de la potenciación, utilizando métodos conductuales, quirúrgicos y farmacológicos. Dentro de la investigación farmacología en el presente estudio evaluó los efectos disociativos de la Ketamina, en diferentes dosis, sobre la potenciación. Para estos fines se utilizaron 6 grupos de ratas (de 10 sujetos cada uno) repartidos en dos experimentos: En el experimento 1 en primer grupo (O/S-Li) los sujetos fueron expuestos, en un solo ensayo, a un olor (almendra) simultáneo a un sabor (sacarina) 30 minutos después se aplico una inyección de Cloruro de Litio (Li), en tanto que en el segundo grupo (O/S-Li-K15) los sujetos recibieron el mismo tratamiento que el grupo anterior solo que 5 minutos después de la inyección de Li los sujetos recibieron una inyección de Ketamina (K) de 15m/kg. ip., por su parte en el tercer grupo (O/S-Sa-K15) los sujetos fueron expuestos a los mismas manipulaciones del segundo grupos solo que en esta ocasión enves de recibir la inyección de K recibieron una inyección de suero salino (Sa). Por su parte en el experimento 2, todos los grupos (O/S-Li, O/S-Li-K30 y O/S-Sa-K) tuvieron el mismo tratamiento que en el experimento 1 solo que las dosis de K como de Sa fueron aumentadas a 30 m/kg. En todos los experimentos un día después del ensayo de condicionamiento los sujetos fueron sometidos a dos pruebas de preferencia ante el olor y ante el sabor.

Los resultados de las pruebas de preferencia indicaron que la K no tubo ningún efecto sobre la potenciación, pero en los grupos donde la K fue aplicada directamente (O/S-Sa-K15 y O/S-Sa-K30) se observo una disminución del consumo de liquido durante las pruebas de preferencia, lo que nos indicaría cierta capacidad aversiva de la K. En un estudio piloto posterior al presente estudio se evalúa esta capacidad aversiva de la K de manera independiente con cada elemento del compuesto, encontrandose que esta substancia es capaz de producir una forma de aversión olfativa lo cual indicaría que la K en relación con un compuesto condicional produce una forma de potenciación inversa; pues en lugar de que el sabor potencie el condicionamiento del olor es el mismo olor el que potencia el condicionamiento del sabor. estos planteamientos son fundamentados des de el punto de vista de la acción farmacológica y farmacocinetica de la substancia.

Los organismos en la naturaleza normalmente se enfrentan a cambios constantes de su medio, tanto interno como externo, y estos deben de aprender sistemas conductuales de defensa y adaptación a estos cambios, y una de las formas de respuesta conductual más importante para la conservación de la especie es la conducta alimenticia; ya que por medio de este comportamiento los seres vivos pueden asimilar los nutrientes del medio. El comportamiento alimentación ha evolucionado a través del tiempo por medio de los constantes contactos de los sujetos de la especie con los cambios ambientales. Así podemos calificar en dos grandes grupos este comportamiento; especialistas y generalistas: mientras que en el primer grupo los sujetos mantienen un contacto más estable y constante con el medio; debido a que poseen un sistema altamente adaptado a un solo tipo de alimento, mientras que en el segundo grupo podemos ver que este comportamiento se mantiene de una manera demasiado variable y rica pero esta forma de alimentación ofrece un gran peligro de intoxicación los animales para poder suprimir esta carencia generan todo un repertorio conductual que sirve como defensa contra este peligro; se puede observar como un animal al enfrentarse a un alimento novedoso tanto en sabor como en forma tendera a no comérselo de un bocado sino que se comerá solo una parte y esperara si después de este tiempo el animal se siente enfermo no volverá a tomar ningún alimento con este sabor; como si el animal relacionara el sabor con el malestar.

García y colaboradores llamaron a este suceso aprendizaje gustativo, interesados en este inician una línea de investigación que los lleva a suponer que esta forma de comportamiento era una forma de aprendizaje específico del desarrollo evolutivo de las especies de comportamiento alimenticio generalista; pues se encontró que a diferencia de las formas más generales de aprendizaje, esta forma de aprendizaje denota grandes particularidades en contradicción con las formas de aprendizaje pavloviano; dentro de esta particularidades contradictorias se encuentra como la de mayor importancia el descubrimiento de la potenciación, ya que normalmente en el condicionamiento clásico cuando dos estímulos condicionados son asociados en un compuesto con un estímulo incondicional, el estímulo de mayor fuerza sensorial tendera a opacar el condicionamiento del estímulo de menor fuerza sensorial como si lo oscureciera, pero en el contexto del aprendizaje gustativo se observa que al unir un sabor (estímulo de mayor fuerza sensorial) con un olor (estímulo de menor fuerza) en un compuesto condicional y este ser asociado a una experiencia tóxica, al contrario de lo esperado en el condicionamiento clásico el olor adquiere una fuerte capacidad aversiva; como si el sabor diera mayor fuerza condicional al olor, así este descubrimiento fue nombrado potenciación pues se descubrió que el sabor tenía esta capacidad con otros estímulos de categoría sensorial distinta al mismo sabor solo por estar asociados en un compuesto condicional a este.

Con este descubrimiento surgieron dos líneas de investigación que intenta dar cuenta de la explicación de la potenciación: En una primera línea de trabajo se plantea a la potenciación como un fenómeno más del aprendizaje asociativo basado en las reglas del mismo. Mientras que en la segunda línea de trabajo se define a la potenciación como una forma particular de aprendizaje propia de la especie producto de la evolución de esta. Bajo el contexto de estos dos planteamientos surgieron variados diseños de investigación que tenían como objetivo la disociación de la aversión gustativa de la olfativa; ya que si el primer planteamiento era acertado era de esperarse que al disociación eliminara las dos aversiones, mientras que si el segundo planteamiento era cierto era de esperarse que la disociación solo eliminar una aversión pero no la capacidad potenciadora.

En el presente estudio se tuvo como objetivo la evaluación de los efectos disociativos de la Ketamina sobre el fenómeno de la potenciación, ya que este disociativo fue probado

en el contexto de aprendizaje de evitación pasiva teniendo efecto verdaderamente disosiativo sobre este aprendizaje en el presente estudio se evaluaron estos efectos en el contexto de la potenciación.

1.0 AVERSIÓN GUSTATIVA

1.1 Evolución de la conducta alimenticia

Cuando un organismo tiene una experiencia nociva la cual es antecedida por un estímulo del medio ambiente, en posteriores contactos con el estímulo el organismo lo evitará por estar asociado al fenómeno nocivo. Así, cuando un animal prueba un sabor novedoso y posteriormente se enferma, el animal no volverá a ingerir ningún alimento con este sabor ya que el sabor adquirió las propiedades nocivas de la enfermedad, a este suceso se le a llamado aversión gustativa; ya que el sabor tiene una importante participación como señal predictoría de peligro de enfermedad. Este comportamiento ha sido estudiado en diversos experimentos. En realidad es un hecho cotidiano de todos los organismos y en sí es producto de todo un proceso evolutivo de las especies, como un sistema de defensa contra las intoxicaciones que pueden producir ciertos alimentos. En este capítulo describiremos la forma como este comportamiento se ha desarrollado en el ambiente y su importancia biológica.

El comportamiento alimenticio juega un rol importante en el repertorio conductual de un animal, ya que por medio de este el organismo logra absorber del medio los nutrientes necesarios para su sobre vivencia. La observación ecológica de este comportamiento en el hábitat natural del animal ha permitido establecer una clasificación en dos grandes grupos: los especialistas y los generalistas. Mientras que los especialistas tienen hábitos alimenticios estrictamente específicos, por su parte los generalistas poseen hábitos alimenticios muy generales. Las distinciones entre estas dietas se deben a un proceso evolutivo heredado de generación en generación, mejorando sus adaptaciones a los cambios del medio ambiente (Welty, 1963). En las primeras explicaciones de los fenómenos de la evolución, los naturalistas encabezados por Darwin (1859;

traducción en Español, 1981) decían que el organismo eliminaría los comportamientos no efectivos al medio y aprenderían aquellos que asegurarán su sobre vivencia, y este proceso estaría regido por las leyes de la selección natural. Explicaciones posteriores (Mayr, 1963) mantienen una concepción genética: el comportamiento más adaptativo tenderá a ser integrado en la información genética de la especie a través de varias generaciones. En otras palabras, un comportamiento adecuado se inicia individualmente como una característica particular de la información genética de un animal y a través del éxito obtenido en el ambiente que le permite sobrevivir y alcanzar la madurez apareándose y heredando a su descendencia este potencial y a su vez, esto permitirá un desarrollo generalizado en toda la especie. Así, las diferencias de la conducta alimenticia se deben fundamentalmente a toda una historia de relación entre el organismo y su hábitat, es decir, la presión que ejerce el medio sobre el organismo producida tanto por la existencia suficiente de alimento como de la facilidad de su obtención (Alcock, 1972). Por ejemplo, se puede observar en el koala, cómo éste animal fluctúa su crecimiento poblacional en relación a la existencia de eucalipto en su hábitat natural (Welty, 1963). En este caso podemos deducir cómo el crecimiento poblacional de una especie es directamente dependiente al desarrollo poblacional de su alimento. Por otra parte, la observación ejecutada por Luuk Tinbergen (1960) en los hábitos del carbonero europeo, indica como esta ave varía sus preferencias de caza en relación con la dificultad de captura de la presa.

Estos ejemplos muestran como los especialistas (koala) y los generalistas (carboneros) se relacionan con su ambiente; los especialistas mantienen una relación más dependiente con los cambios ambientales debido a que su dieta es extremadamente pobre en variedad mientras que los generalistas tienden a ser más activos con el medio ya que poseen una riqueza de variedad en su dieta pues si un alimento llega a faltar, es venenoso ó simplemente es difícil en su captura solo cambian su presa. Así, la

adaptación de una especie a su medio es producto de la relación ecológica de la especie y su alimento.

1.2 Comportamiento predador y antipredador

En la sección anterior analizamos como es que el comportamiento alimenticio de las especies se adapta a las presiones del ambiente obligando al animal a desarrollar tácticas que mejoren su efectividad en la búsqueda de alimento en el medio. En esta sección nos centraremos más en la relación entre organismos.

Para que un animal se alimente debe de buscar, localizar, capturar y devorar su alimento. A este repertorio conductual se le llama predación ya que el animal debe de obtener sus nutrientes del medio con la muerte y destrucción de otro animal o planta.

Con esto se plantea que para que exista un predador debe de existir una presa, los cuales mantienen una mutua dependencia, y esto se puede comprender mejor en los fenómenos de desaparición de alguna especie predadora y de como este hecho altera el crecimiento poblacional de la presa produciendo serios estragos en el balance ecológicas del hábitat (Orians, 1971). Por lo tanto, el comportamiento predador no solo funge como el sostén vital de una especie sino como el catalizador del mejoramiento del comportamiento antipredador de la presa, ya que ésta se mantiene bajo una fuerte presión ejercida por el comportamiento predador y como producto de esta relación la presa ha desarrollado una gama muy amplia de conductas antipredadoras. Y de entre todas ellas una de las conductas que mantiene mayor relación con el comportamiento alimenticio es la conducta de rechazo. El predador es rechazado por la presa mediante la producción de sustancias tóxicas que intoxican al predador, causándole desde una experiencia desagradable hasta

la muerte, y esto se logra solamente por medio del contacto directo entre el predador y la presa, en la mayoría de los casos mediante el contacto oral, ya que el predador debe de ingerir estas sustancias para que tengan algún efecto en él, a su vez el predador debe de tener capacidades que nulifiquen este peligro: en el caso de los especialistas podemos encontrar grandes sistemas de defensa metabólicas ya que este tipo de animales se han especializado en un solo tipo de alimento logrando nulificar los tóxicos producidos por su presa. Pero en el caso de los generalistas podemos encontrar que estos animales no tienen una especialidad alimenticia devorando una gran variedad de alimentos, por lo tanto, el peligro de una intoxicación se maximiza debido a que no han producido sistemas metabólicos de nulificación; el animal debe de basarse en los indicios propios de las sustancias venenosas (olor, color, textura y sabor) relacionándolos con experiencia anteriores desagradables ó agradables (Bermúdez-Rattouí, Prado-Alcalá y Sánchez, 1986).

En resumen, la conducta antipredadora permite el desarrollo de diversas técnicas de nulificación por parte del predador, el cual según sus hábitos de alimentación, se las ingenia para lograrlo, se puede observar cómo los animales carentes de sistemas metabólicos de nulificación tóxica han adaptado su comportamiento a indicios externos logrando gran éxito en su relación con sus presas.

En la sección siguiente observaremos la relación particular entre predadores y sus presas en varios ejemplos de la relación contradictoria entre predador y presa.

1.3. Miedo al sebo

La mariposa monarca (*DANAUS PLEXIPPUS*) es un claro ejemplo de la evolución defensiva de los antipredadores. Esta mariposa, principalmente la que habita en el trópico, ha logrado nulificar el veneno producido por su alimento mediante la técnica de oviposición (la hembra desova

sus huevecillos en la planta que le sirve de alimento y resguardo produciendo cambios genéticos importantes en el desarrollo de la larva) logrando que en el metabolismo del animal se logre la producción de sustancias altamente tóxicas; cuando un miembro de la especie es capturado y devorado por algún pájaro, éste se intoxica y como consecuencia sufre de alteraciones gastrointestinales (mareo, vómito y dolor). Las observaciones de la conducta del pájaro han mostrado que después de este suceso el animal evitará cualquier contacto con otra mariposa de esta clase. Estudios de laboratorio (Brower, 1969) han comprobado que este suceso es producto del aprendizaje, ya que el pájaro relaciona el sabor característico de la mariposa con el malestar. Observaciones ecológicas han comprobado esto (Brower, 1969). Se ha visto que en las alas de las mariposas aparecen con frecuencia pequeñas lesiones muestra de intentos por parte de los pájaros de capturar y devorar a la mariposa pero al parecer cuando el ave prueba el sabor característico de la mariposa el sujeto la rechaza dejándola con vida. Este fenómeno se extiende a una especie de mariposa completamente distinta a la especie de la mariposa monarca, la mariposa virrey (LIMENITIS ARCHIPPUS), la cual a logrado imitar tanto las características morfológicas (color de alas) como las formas de vuelo de esta. Brower (1958) demostró experimentalmente que cuando el predador devora la mariposa virrey, este es capaz de volver a devorar a otra mariposa de esta especie pues su metabolismo no es tóxico pero si el animal tuvo una experiencia tóxica con la monarca este evitará cazar a toda costa la mariposa virrey, solo por su maravilloso parecido con la monarca que si es tóxica. Este ejemplo nos muestra que este tipo de defensa antipredadora más que buscar eliminar al predador tienen como objetivo el rechazo de este. Así, el animal en posteriores encuentros con la presa la evitará. Estas formas de defensa química se pueden ver en otras especies de antipredadores así como las formas de adaptación de los predadores a estas defensas químicas. Hay una especie de falángido (Vonones Sayi) que al ser atacado por hormigas, excreta una sustancia que mezcla con otra, a continuación el animal impregna sus patas anteriores con la sustancia química irritante y luego frota con ella a los atacantes (hormigas), los sujetos que han sido frotados con esta sustancia huyen precipitadamente (Eisner, 1971). Por otro lado, existen ejemplos de la adaptación

del predador, Barnett (1963) observó que las ratas tienen un hábito alimenticio muy especial. Los animales comen una pequeña parte del sebo encontrado, acto seguido el animal se espera unos minutos, si el alimento no le causa ningún daño, el animal lo devora completamente pero si le causa daño, el animal no vuelve a comer ese alimento. También pueden mandar al animal más viejo o débil para que pruebe el alimento, si el animal viejo no le pasa nada, la manada podrá comer este alimento. Domjan (1983) reporta un suceso parecido en lobos: pues en el sur de los Estados Unidos estos animales se habían convertido en una molestia ya que atacaban a animales domésticos (ovejas) causando grandes pérdidas a los pastores, se intentó solucionar este problema con la aplicación de un programa de control de la población de lobos, se colocaban cebos envenenados con una sustancia que poseía un sabor particular, pero se observó un fracaso del programa pues la población de lobos no era controlada. La investigación de las causas de este suceso demostró que los animales acostumbraban comer una parte de la carnada y esperar unos minutos, si la comida los enfermaba no volvían a comerla aun cuando les cambiaban de lugar el sebo. Lo que demuestra que no era la situación la que servía al animal como señal del peligro. Pero tampoco ocurría nada al cambiar el veneno de carnada y esto comprobó que el animal se basaba en el sabor como indicio del peligro ya que el veneno impregnaba la carne de un sabor característico lo que le indicaba al animal que esta estaba envenenada. A estos fenómenos descritos arriba se les llamó miedo al sebo. Este fenómeno se le extendió hasta la especie humana pues es un hecho muy conocido la experiencia desagradable con algunos alimentos. Por ejemplo, si uno llega a comer un alimento con un sabor muy particular (comida condimentada) y al poco tiempo se enferma uno del estómago tiende uno a relacionar este malestar con la comida. Ilene (1977) realizó un estudio poblacional clínico donde describe los efectos de probar un alimento antes de la radioterapia, si los sujetos (niños) por accidente llegaban a probar un alimento en el trayecto a la clínica y eran expuestos a la radioterapia, los niños no volvían a aceptar este alimento, pues relacionaban el sabor de este con el malestar que provoca la radioterapia, aunque el alimento no tuviera nada que ver con los efectos de la radioterapia.

Estos sucesos llaman la atención pues al parecer gran parte de las especies animales no poseen un metabolismo capaz de nulificar las sustancias tóxicas que producen animales y plantas como formas de defensa, por lo tanto, el predador tiene que aprender rápidamente a identificar el peligro de un envenenamiento a través de indicios interoceptivos (sabor). Esto nos indica que el sabor es un estímulo de gran importancia para la sobre vivencia de un animal ya que este mantiene una importante relación con los nutrientes y el peligro de toxicosis. En conclusión, este suceso de la vida animal es un producto de la evolución de las especies, una consecuencia de la presión ejercida por los métodos defensivos de algunos animales y plantas y que se ha desarrollado como un sistema altamente adaptativo y variable, y que es producto del aprendizaje.

1.4 El experimento típico

Los fenómenos descritos en la sección anterior llamaron la atención de investigadores como John García y sus colaboradores (1955), quienes dieron una descripción completa del suceso bajo el estricto sistema experimental. El objetivo del experimento era evaluar los efectos de la radiación simultánea al acceso a agua simple y endulzada. Para esto se utilizaron 80 ratas macho las cuales fueron expuestas a una situación concurrente ante agua simple y una solución de 0.1 % de sacarina. Esta prueba duró una sola sesión de 6 horas. En esta prueba se encontró una gran preferencia por la solución endulzada, se consumió un promedio de 90 mililitros en las 6 h. que duro la prueba, solo 20 animales mostraron una muy baja preferencia los cuales fueron eliminados. Los animales restantes fueron distribuidos en 6 grupos de 10 animales cada uno. Los grupos I y II los cuales sirvieron de controles, fueron expuestos a 0 radiaciones simultáneas al acceso al agua simple para el grupo I y agua endulzada para el grupo II, en tanto que los grupos III y IV recibieron el mismo tratamiento solo que estos grupos si recibieron radiaciones de 7 cobals 5 ra-

dianciones/h. en un periodo de 6h. equivalente a 30 radiaciones en todo el período. Por su parte los grupos V y VI que recibieron el mismo tratamiento que los demás grupos solo que en este caso la cantidad de las radiaciones a las que fueron expuestos los animales se aumentaron a 9 radiaciones/h. que equivalió a 57 radiaciones por todo el período de 6h.. Tres días después del tratamiento todos los grupos fueron probados en su consumo cada tercer día. La prueba consistió en una situación concurrente ante agua simple y endulzada. En los resultados de estas pruebas se pudo observar que los grupos que si recibieron radiaciones (30r y 57r) disminuyeron su consumo de agua exageradamente en los primeros días (0 ml. para 57r y 30 ml. para 30r) que fue aumentando en los subsecuentes días pero sin alcanzar nunca el promedio de consumo de los grupos control que fue de 85 ml. en el período de 6h; esto demostró una gran aversión. También se puede observar que los animales que recibieron mayor cantidad de radiaciones (57r) tuvieron una mayor aversión que los animales que recibieron menos cantidad de radiaciones (30r). Con esto se plantea una relación lineal entre la intensidad de las radiaciones y la fuerza de la aversión; a mayor intensidad de la radiación mayor fuerza de la aversión. Por otro lado los grupos que recibieron acceso a sacarina disminuyeron con mayor fuerza su consumo que los grupos que no recibieron acceso a sacarina, lo cual indica que la sacarina fungía como una señal gustativa predictoria del peligro de enfermedad.

Los resultados pueden ser interpretados como producto de una asociación, ya que el sabor puede funcionar como el Estímulo Condicional (EC) y este es apareado a la estimulación radioactiva que funciona como un Estímulo Incondicional (EI). El malestar producto de la radiación se entendió como la Respuesta Incondicional (RI). La Respuesta Condicionada (RC) es la repulsa a la sacarina en la situación de prueba. Este fenómeno se llamó aversión gustativa debido a que EC adquiría las propiedades aversivas del EI, solo por haber estado asociado en el tiempo con la experiencia aversiva, así, se comprueba que los animales son capaces de aprender del medio ambiente los indicios necesarios que los prevengan del peligro en su alimentación, y con esto se podría describir el comportamiento de algunos predadores generalista al evitar ciertos alimento solo por su sabor como los describen las obser-

vacaciones etiológicas citadas anteriormente.

En estudios que siguieron esta línea de trabajo se encontraron fuertes incongruencias con el modelo del condicionamiento que serán motivo de discusión del capítulo siguiente.

2.0 DIFERENCIAS CON EL CONDICIONAMIENTO CLÁSICO

Durante gran parte de este siglo las explicaciones del cómo se aprende han estado dominadas por los modelos del condicionamiento clásico y operante, los científicos han dado por hecho la generalidad explicativa de estos modelos apoyándose en la sistemática congruencia tanto de los experimentos como de la práctica del manejo de la conducta humana y animal. Es por eso el gran interés que despertó los increíbles resultados de los experimentos con la aversión gustativa; ya que este fenómeno rompió en varios parámetros con la sistemática congruencia de la mayoría de los fenómenos del aprendizaje. García y otros investigadores inician toda una línea de investigación para poder dar cuenta del porqué de esta incongruencia con los modelos clásicos del aprendizaje, y esta línea de investigación y sus resultados sorprendentes serán motivo de análisis en le presente capítulo.

2.1 Condicionamiento demorado de aversión

En el primer experimento realizado por García y sus colaboradores (1955), se comprobó cómo la aversión gustativa era producto del condicionamiento contigüo entre el sabor y la exposición a los rayos "X".

Pero estos resultados llamaron la atención en el siguiente sentido: es bien conocido el hecho de que los efectos de la radiación necesitan un intervalo de tiempo grande para presentarse, con esto se deduce que se rompe con el muy estricto criterio de contigüidad temporal entré el EI y el EC; ya que este período de tiempo es de algunas horas y se sabe que el intervalo para que se realice un condicionamiento es apenas unos

segundos y sin este criterio el condicionamiento no se da., pero en el condicionamiento gustativo si se da. En este sentido el fenómeno estudiado carecía de congruencia con el criterio de contigüidad; ya que el tiempo entre la exposición al agua endulzada y la aparición de los padecimientos propios de la radiación es muy grande y aun así se puede comprobar una fuerte aversión al sabor (Stewart, 1980: traducción al Español, 1982).

Estos resultados inician una gran controversia dentro de la psicología experimental pues este fenómeno parecía romper con la explicación del condicionamiento Pavloviano; algunos autores inician la discusión planteando la imposibilidad de que estos resultados fueran producto de la asociación entre estímulos ya que no respetaba el criterio, generalmente probado, de la contigüidad. Los estímulos estaban tan retirados temporalmente uno del otro que la posibilidad de que se diera una asociación entre receptoras en el sistema nervioso era muy pequeña y con esto el resultado conductual esperado sería una paulatina caída de la fuerza del reflejo directamente proporcional al retardo del reforzamiento, pero al contrario de lo esperado, en el condicionamiento gustativo la fuerza del reflejo se mantiene aun con retardos hasta de una hora o mas sin presentar alteración alguna en su correlato conductual. Y esta constancia de la fuerza del reflejo aun con grandes demoras del reforzamiento apoyó la idea de que el condicionamiento gustativo no fuese producto de la asociación entre estímulos (Domjan, 1980). Por otra parte se esgrime una hipótesis que intentaban dar cuenta de estos sucesos; se decía que la gran capacidad de la aversión gustativa de producirse aun con grandes demoras entre la señal y la consecuencia era un fenómeno de la regurgitación consecuencia del daño gástrico y esto permitía que después de más de una hora el animal pudiera asociar fácilmente el sabor con el malestar (García et al., 1976).

García (1966), realiza un experimento cuyo objetivo fue evaluar los efectos de

diferentes demoras en el reforzamiento sobre la aversión gustativa, así como la capacidad selectiva de este tipo de aprendizaje. El procedimiento de la investigación consistió en dos experimentos (A y B); para el experimento A se utilizaron 5 grupos (de 8 ratas cada uno) que fueron tratados de la siguiente manera: un grupo experimental (sac-apo); en el cual se permitió acceso durante 10 minutos a una solución de sacarina en agua (un gramo por litro de agua) los animales después fueron inyectados con apomorfina (7mg/kg I.P.) -que produce un gran malestar gastrointestinal. Un segundo grupo que sirvió como control (sac-sal) en el cual se utilizó el mismo tratamiento que en el grupo (sac-apo) solo que la inyección fue de una solución salina (con las mismas proporciones de la apomorfina). Mientras que el tercer grupo que sirvió como un segundo tipo de grupo control (agua insípida-apo); en este grupo se utilizó el mismo tratamiento que en el grupo (sac-apo) solo que esta vez se sustituyó la solución de sacarina por agua simple. En tanto que el cuarto grupo fue un grupo experimental adicional (sac-retar-apo); los animales se manipularon de la misma manera que el grupo (sac- apo) solo que las inyecciones se aplicaron con demoras en un intervalo de 15 a 22 minutos. Y en el último grupo (sac-shock) se aplicó la siguiente manipulación; los animales tuvieron acceso a la solución de sacarina en las mismas condiciones del grupo sac-apo solo que la consecuencia fue un choque eléctrico de 3Ma durante 0.5 segundos aplicado inmediatamente después del acceso a la solución endulzada.

Todos los grupos recibieron sus tratamientos cada tercer día durante un período de 4 sesiones, en una segunda etapa de extinción que se aplicó cada tercer día durante 3 sesiones los animales no recibían ninguna consecuencia (por ejemplo ni shock o apo).

Por su parte en el experimento B se utilizaron cinco grupos experimentales (de 6 ratas por cada grupo); a los cuales se les dio acceso por 10 minutos al agua azucarada (1 gramo por litro de agua), después se les inyectó apomorfina (15 mg/kg I.P.) con retardos de 30 minutos para el grupo uno y 45 minutos para el grupo 2, 75 minutos para el grupo 3 por su parte el grupo 4 recibió la inyección con un retardo de 120 minutos, mientras que el último grupo recibió el

reforzamiento con un retardo de 180 minutos.

Estas manipulaciones arrojaron los siguientes datos; en el experimento A se observó cómo los grupos en los que se utilizó como señal la sacarina y como consecuencia apomorfina (sac-apo y sac-retar-apo) los sujetos adquirieron una fuerte aversión a la sacarina estadísticamente superior a los grupos control (sac-sal y agua simple-apo); que casi no mostraron aversión alguna o una aversión insignificante. Así también se encontró que la magnitud de la consecuencia (4 inyecciones) como el retardo en el reforzamiento no alteraron la aversión. Mientras que en el experimento B los retardos superiores a 75 minutos alteraron la aversión sin alcanzarla a aniquilarla; pues los grupos siguieron mostrando aversión a la sacarina un tanto atenuada conforme se aumentaba la demora del reforzamiento. En el caso particular del grupo donde se maneja como consecuencia el choque eléctrico se observó que los sujetos no adquirieron ninguna aversión.

Domjam interpreta estos resultados como producto de la manipulación asociativa de un estímulo discriminativo; ya que para producir la aversión se necesitó de una sensación gustativa sobresaliente (sacarina) y cuando no se utilizó este estímulo la aversión no se logró (como lo demostró García en su estudio inicial 1955), por otro lado las demoras superiores a 75 minutos entre la señal y su consecuencia mostraron cierta atenuación de la aversión lo que indica que este fenómeno es producto de la asociación (Domjam 1980).

Así la discordancia entre la aversión gustativa y los criterios Pavlovianos del aprendizaje se deben de interpretar no como si la aversión gustativa fuera un hecho ajeno al aprendizaje sino como una forma específica del mismo. Como lo mostró el grupo donde la consecuencia era un choque eléctrico (sac-shock) pues este grupo no adquirió ninguna aversión a la sacarina; cosa que no ocurre cuando se asocia esta consecuencia previamente a una sensación exteroceptiva (como un tono o una luz) tal como se comprobó en toda la línea tradicional de trabajo experimental (Kimble, 1962; Ferster y Perrot, 1977).

Y todo esto se puede deber a un proceso

paulatino de selección natural; al parecer los animales de hábitos alimenticios generalistas (como la rata) han producido mecanismos específicos defensivos contra las intoxicaciones propias de los alimentos de su medio cambiante basándose en señales particulares (como el sabor y el olor de sus alimentos) e íntimamente relacionadas con su sistema digestivo y como consecuencia de este proceso tenemos formas específicas de aprendizaje producto de asociaciones funcionales particulares entre núcleos nerviosos. Con esto podemos entender cómo es que el aprendizaje se logra aun con grandes demoras pues esto es debido a la relación estrecha entre receptoras gustativas y digestivos.

Entonces si el condicionamiento de aversión gustativa es una forma específica de aprendizaje; admitiríamos la posibilidad de una dualidad en la regulación conductual (interna y externa); así si este fenómeno es una particularidad del aprendizaje los factores que lo producen deben de plantearse en relaciones específicas.

En la sección siguiente nos ocuparemos de esta forma selectiva de relación entre estímulos y de los hallazgos experimentales que comprobaron este hecho.

2.2 Especificidad entre señal-consecuencia

En la línea tradicional de trabajo experimental cuando se aparean condicionalmente dos estímulos (EC y EI) y después de varias presentaciones contiguas entre los estímulos se puede observar cómo la conducta se dependiza del primer estímulo que sirve ahora como señal de la aparición de la consecuencia, por ejemplo si se asocia un zumbido a la aplicación de una substancia ácida en el hocico de un perro de la siguiente manera; primero se expondrá al animal a la presentación de un zumbido (EC), 5 segundos después se le aplicará directamente al hocico una substancia ácida que provocará

una cuantiosa salivación; después de varios ensayos similares se observará como la respuesta de salivación (RC) se dependiza del EC al grado de producirse solo con la presentación EC (Pavlov, 1914; traducción al Español 1983). Y este fenómeno se a podido reproducir en muchos experimentos variando los tipos de estímulos empleados así como las especies utilizadas; obteniéndose los mismos resultados invariablemente (Hilgard y Marquis, 1985). Lo cual plantearía la posibilidad de poder combinar estímulos de clases sensoriales disímiles (como un tono con la presencia del alimento).

Pero en el caso particular del condicionamiento gustativo esto no ocurre, lo cual comprobó García (1966) parcialmente al observar cómo el grupo cuya consecuencia era un electroshock (sac-shock) no adquirió ninguna aversión a la sacarina lo cual hizo pensar a García en la posibilidad de que el condicionamiento gustativo fuera una forma particular de aprendizaje basada en relaciones estimulativas particulares (García et al, 1974).

García y sus colegas (1968) condujeron un experimento donde se buscaba evaluar la efectividad de la relación entre un tipo de señal y un tipo de consecuencia. Se tomaron dos características del alimento de clases sensoriales diferentes (tamaño y sabor) que fueron apareadas condicionalmente a dos tipos de consecuencia diferentes (dolor provocado por un electroshock y la exposición a radiaciones de rayos "x"); se hicieron 4 combinaciones entre estas señales y sus consecuencias, que fueron aplicadas a 4 grupos de ratas (de 8 sujetos cada uno), las condiciones aplicadas fueron las siguientes: Al grupo 1 se le dio acceso a alimento sólido insípido (pellet), de una medida homogénea de 9.3 mm que se apareó condicionalmente a exposiciones de radiación (50 r en un período de 4.5 minutos) inmediatamente después. En el caso del grupo 2 que recibió el mismo tratamiento del grupo 1 solo que para este grupo el pellet fue bañado de azúcar endulzándolo. Por su parte el grupo 3 recibió el mismo tratamiento del grupo 1 solo que la consecuencia manejada fue un choque eléctrico de 2ma conduración de .2seg. aplicado a las patas del animal. Y por último el grupo 4 recibió las mismas condiciones del grupo 3 solo que el pellet empleado fue endulzado como en el grupo 2.

Todos los grupos fueron habituados al espacio experimental durante una semana sin recibir ningún tratamiento; después de esta semana de habituación los animales recibieron sus tratamientos durante 5 sesiones de una hora de duración diariamente, después se emplearon dos sesiones de prueba de extinción; donde el alimento no tenía ninguna consecuencia durante estos días de prueba se midió latencia a comedor y consumo.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: se observó que el sabor funcionó como una eficiente señal de los efectos de la radiación; pues el grupo 2 tuvo una fuerte disminución del consumo de alimento, los animales respondían al comedero con una latencia muy baja pero en cuanto probaban el alimento no lo volvían a consumir. Pero esto no ocurría cuando era el tamaño la señal como se puede ver en el grupo 1 que no adquirió ninguna aversión.

En cambio cuando se manejó el electroshock como consecuencia el sabor demostró ser una pésima señal de la consecuencia (shock); pues en el grupo 4 los animales tuvieron una latencia al comedero muy alta pero en cuanto probaron el alimento continuaron consumiéndolo normalmente. No así ocurrió cuando el tamaño era la señal; en el grupo 3 los sujetos ni siquiera se acercaban al comedero obteniéndose una latencia grandísima.

De los datos anteriores se deduce que el sabor como el tamaño son señales efectivas en condiciones específicas, comprobándose la posibilidad de mecanismos duales de regulación conductual basados en relaciones estimulativas específicas producto de la selección natural en cuanto a relaciones sensoriales del organismo con su medio, y esto indicaría la selectividad del condicionamiento de aversión gustativa ya que para que un EC sea efectivo como señal debe de mantener no solo una relación temporal con el EI sino que también debe de mantener una relación funcional con este. Un análisis más profundo de la secuencia conductual de la alimentación muestra esta estrecha relación sensorial; primeramente se prueba el alimento y después se procesa en el aparato digestivo y son las consecuencias en este las que dan el valor (positivo o negativo) al sabor como señal. El predador

cuyos hábitos alimenticios son generalistas debe de aprender rápidamente esta relación como un método defensivo eficaz en el medio; y esto explicaría evolutiva mente la radical ineficiencia de las señales de clases sensoriales exteroceptivas ya que estas mantienen relaciones funcionales distintas con las sensaciones interoceptivas (García, 1974).

Desde un punto de vista neuronal (Shepherd, 1983) esta dualidad de procesos de aprendizaje se refiere a relaciones neurológicas distintas; pues las vías gustativas que parten de las papilas gustativas y llevan información de los sabores del medio, hacen sinapsis central en el núcleo del tracto solitario donde confluye la terminación central del décimo nervio craneal que lleva información visceral de intestinos, estómago, epitelio y pulmones, aparte de esta confluencia con las vías viscerales existen una bifurcación mantenida con el sistema límbico (tálamo, hipotálamo, hipocampo y amígdala) el cual mantiene una estrecha relación con los procesos emocionales y de consolidación de la memoria y aprendizaje, y la otra conexión se mantiene con áreas del neocórtex (frontal y pretemporal) que establecen la relación consciente de la calidad de las sensaciones del medio; lo cual explica fisiológicamente la facilidad de asociación entre sensaciones viscerales y sensaciones gustativas, así como el porqué de la rapidez de consolidación de este aprendizaje. En cambio la ruta tomada por las sensaciones exteroceptivas es distinta a la mencionada anteriormente; conexiones múltiples in específicas en el sistema límbico que se especifican en la corteza; teniendo relaciones mas complicadas entre las sensaciones. En este sentido diríamos que existe una predisposición condicional producto de una formación anatómica propia de la evolución de la especie (García, 1966).

2.3 Potenciación

Hasta el momento se a evaluado un sólo tipo de señal (sabor) en su efectividad como EC dentro del condicionamiento gustativo

comparándola con otro tipo de señal (shock) demostrando su gran efectividad como factor asociativo en situaciones específicas de relación interoceptiva. Pero observaciones ecológicas (citadas en Alcock, 1978; García, 1968 y García, 1974) han mostrado que los animales no solo se basan en señales gustativa (sensaciones del tipo interoceptivas) para discriminar los alimentos del peligro de toxicosis sino que también actúan basándose en señales exteroceptivas como olores, colores, texturas, etc.

García y sus colaboradores (1980) llevan a cabo un experimento donde se buscaba evaluar el papel del olor dentro de la aversión gustativa, para esto prepara el siguiente diseño: Se mantuvo a ratas adulto macho en un sistema de privación de agua de 23 horas por 5 minutos de acceso al agua en las cajas de condicionamiento durante diez días, este período sirvió como una fase de habituación al espacio experimental; los animales recibieron el agua en botellas invertidas cuya terminación era un tubo de 1 cm. de diámetro, se utilizaron como ECs un aroma de almendra impregnado en papel filtro el cual fue colocado en una tapa que se antepone al tubo, un sabor de sacarina diluido en agua (1 gr. por litro de agua), y como EI una inyección inter gástrica de cloruro de litio (LiCl), se contabilizaron los lengüetazos del animal sobre el tubo con un aparato diseñado para este fin. Los animales fueron distribuidos en 3 grupos de tratamiento (5 animales por grupo): Al grupo 1 se le presentó el olor junto con el agua insípida (sin sabor) posteriormente se les inyectó I.P. LiCl, para el grupo 2 se empleó el mismo tratamiento que el grupo 1 solo que el agua si tenía sabor (sacarina) y el papel filtro no estaba impregnado de la esencia, por último el grupo 3 recibió el mismo tratamiento que los grupos anteriores solo que el sabor como el olor fueron presentados simultáneamente en un compuesto condicional. Todos los grupos fueron probados ante el olor y el sabor por separado en los días subsiguientes.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: El grupo 1 ante la prueba de olor mostró poca aversión para el olor, mientras que el grupo 2 ante la prueba de sabor mostró una disminución radical de la conducta de lengüeteo, en tanto que en el grupo 3 en las pruebas de sabor como de olor los animales mostraron una fuerte aversión tanto

al olor como al sabor.

Estos datos indican cómo el olor por si solo es una pésima señal del envenenamiento (grupo 1), pero al ser acompañado por el sabor este adquiere las propiedades aversivas del mismo sabor (grupo 3). Este fenómeno fue conocido como potenciación ya que el estímulo que originalmente no era capaz de fungir como una señal del peligro de envenenamiento adquiriría una gran capacidad aperciba tan solo por haber sido presentado acompañado por un sabor característico en un compuesto condicional.

El fenómeno de potenciación fue posible repetirlo en variados experimentos subsiguiente que manejaron los mismos parámetros solo que se varió la relación entre estos.

En un estudio realizado por Rusiniak y colaboradores (1982) se manejó la cercanía espacial existente entre los elementos del compuesto (olor y sabor) : En un grupo se diluyó la esencia de almendra en el agua junto con el sabor (sacarina), mientras que en otro grupo el olor era especialmente separado del sabor; colocándolo en una tapa antepuesta al tubo de acceso al agua endulzada. Los resultados indicaron cómo el grupo que recibía el olor diluido en la solución azucarada disminuyó sensiblemente más su consumo en la prueba de olor en comparación con el grupo que recibió la solución azucarada separada de la esencia de almendra.

En otro estudio realizado por Coburn y sus colegas (1984) se manipuló el intervalo entre los estímulos del compuesto (olor y sabor) y el orden de aparición de estos: el grupo 1 se expuso primeramente a el olor y un minuto después al sabor después se procedió a inyectar LiCl I.P., en el grupo 2 se procedió de la misma manera que el grupo 1 solo que el intervalo entre el olor y el sabor en el compuesto se utilizó de 1 minuto, en el caso del grupo 3 se manejó la misma manipulación del grupo 1 solo que esta vez la presentación del olor como del sabor se hizo simultánea, en el caso ya de los grupos 3 y 4 los tratamientos fueron iguales que los grupos 1 y 2 respectivamente solo que el orden de apariciones se invirtió ahora el sabor se presentaba primero que olor. Se demostró en los resultados obtenidos que cuando mayor es el intervalo entre

los elementos del compuesto menor es la potenciación obtenida, y además el orden de aparición entre los mismos no es importante.

En otros estudios también se combinaron en el compuesto junto al sabor otros tipos de estímulos exteroceptivos; Galeff y Osbore (1978) en su estudio combinaron un sabor (sacarina) con una característica exteroceptiva del alimento sólido (el color claro) y como consecuencia los animales recibieron una inyección de LiCl. Se trabajó con 3 grupos: en el grupo 1 los animales recibieron el alimento con un color claro combinado con el sabor y en seguida se les aplicó la inyección de LiCl., en el grupo 2 los animales recibieron las mismas condiciones del grupo 1 solo que el alimento era insípido, en tanto que en el grupo 3 las condiciones fueron las mismas que en el grupo 1 solo que el alimento era incoloro; todos los grupos posteriormente fueron sometidos a una prueba separada de color y sabor. Los resultados mostraron que el color al igual que el olor por si solo no es una señal óptima del peligro de envenenamiento pero cuando este es unido en un compuesto con el sabor el color adquiere las propiedades aversivas del envenenamiento.

Otro estudio que comprueba la capacidad del sabor para potenciar un estímulo exteroceptivo es el realizado por Best, Brown y Sowel (1984) donde se combinó en el compuesto un sabor con las características difusas de la caja experimental y este compuesto fue apareado con una inyección de LiCl., y estas condiciones fueron aplicadas a 3 grupos de ratas de la siguiente manera: En el grupo 1 los animales recibieron en la caja experimental el sabor y después fueron inyectados, para el grupo 2 las condiciones fueron las mismas del grupo 1 solo que los animales recibían agua insaborada, en tanto los animales del grupo 3 eran colocados en la caja experimental sin recibir ninguna consecuencia solo recibían la inyección fuera de ella. Los resultados indicaron que los animales adquirieron una fuerte aversión al lugar solo si este fue asociado con el sabor.

Los estudios arriba citados coinciden en encontrar potenciación en sus preparados de aversión gustativa solo si el estímulo exteroceptivo es combinado a un sabor sobresaliente, en este sentido la potenciación quedaría como una divergencia empírica

mas con el condicionamiento clásico; pues en la línea tradicional del trabajo experimental se ha observado que al asociar en un compuesto un estímulo de carácter sensorial cercano a la consecuencia con un estímulo disímil a esta y este compuesto es contiguo a una consecuencia. En pruebas separadas de cada estímulo se advierte cómo uno de los estímulos (el más débil) casi no tiene o no tiene condicionamiento, mientras que el otro estímulo (el más fuerte) adquiere un gran condicionamiento; lo cual significa que uno de los estímulos oscurece el condicionamiento del otro. Este fenómeno es conocido como oscurecimiento; de este modo los efectos contradictorios encontrados en la potenciación establecen un campo de discusión teórico donde se esgrimen teorías que intentan dar cuenta de los factores que lo producen que serán motivo de la siguiente sesión.

3.0 EXPLICACIONES DE LA POTENCIACIÓN

En el capítulo anterior se plantearon las diferencias entre el condicionamiento gustativo y el condicionamiento clásico señalándose como último punto el fenómeno de la potenciación como una parte importante de estas diferencias. Así, la potenciación rompe con el concepto de obscurecimiento lo cual abre un campo de discusión dentro de las teorías del aprendizaje.

3.1 POTENCIACIÓN VERSUS OBSCURECIMIENTO

Para iniciar el análisis de las teorías de la potenciación haremos una pequeña pausa que nos servirá para comprender el antecedente experimental-teórico de la potenciación conocido en ese entonces como obscurecimiento y la importancia de este ante la misma potenciación.

En sus primeros trabajos experimentales del condicionamiento, Pavlov (1927) observó que cuando dos estímulos eran presentados en un compuesto y este compuesto era apareado condicionalmente a una consecuencia, en pruebas posteriores independientes de los estímulos del compuesto, se vio como uno de los estímulos adquiría mayor condicionamiento mientras que el otro no lo adquiría o adquiría un mínimo condicionamiento. Este fenómeno fue interpretado por el Pavlov como si el estímulo de mayor fuerza sensorial interfiriera con el condicionamiento del de menor fuerza sensorial llamándosele obscurecimiento. De lo anterior se vislumbra que la relación entre los receptores es general lo cual indica que la sobre saturación de una vía sensorial podía interferir con la entrada de otra vía produciendo el obscurecimiento. Pero los

hallazgos encontrados en la potenciación indican una posibilidad diferente; pues la relación perceptual entre el sabor y el malestar estomacal es del tipo interoceptiva lo que nos indicaría una mayor intensidad perceptual, mientras que la clase sensorial del olor es exteroceptiva. Lo cual mantendría una relación desigual dentro del compuesto; pues, el olor muestra poca fuerza perceptual con las sensaciones estomacales y es de esperarse que el olor adquiriera menor condicionamiento que el sabor que si guarda esta relación. Pero esto no ocurre en los preparados de aversión gustativa; pues el olor muestra en pruebas independientes una fuerza igual de condicionamiento que el sabor e incluso mayor, lo que indicaría un proceso diferente al observado en el condicionamiento de compuestos. Así el papel de la potenciación ante el condicionamiento clásico es el de un catalizador empírico de los conceptos teóricos tradicionales del aprendizaje.

Se han propuesto dos teorías desde diferentes puntos de partida: la teoría asociacionista (Durlach y Rescorla, 1980) que establece una relación general asociativa entre factores ambientales, y la convergente (Bermúdez-Rattoni et. al., 1988) que propone una predisposición condicional específica de carácter anatómico producto de la historia evolutiva de la especie. Cabe mencionar que en ambas teorías el sabor es un factor de crucial importancia asociativa, pero de la forma en que el sabor se combina con el otro estímulo del compuesto así como con la consecuencia, se establece la diferencia entre estas teorías. Y estas teorías y su importancia dentro de las concepciones del aprendizaje serán motivo del actual capítulo.

Ambas teorías serán motivo de discusión en las siguientes sesiones del capítulo, así como sus contradicciones teóricas.

3.2 LA EXPLICACIÓN ASOCIACIONISTA

En el apartado anterior se expresó la importancia teórica del suceso de la potenciación ante el concepto de obscurecimiento y de sus grandes diferencias encontradas en los laboratorios, y como este hecho atrajo la atención de la comunidad científica creándose dos teorías que intentan dar una explicación de la potenciación desde diferentes puntos de partida. En esta sesión trataremos la teoría asociacionista des de su punto de partida hasta sus alcances experimentales pasando por sus limitaciones teóricas como experimentales.

Lavin (1976) realizó un experimento que tenía como objetivo evaluar la posibilidad de formar una asociación sabor-sabor utilizando la técnica del precondicionamiento sensorial (Brogden, 1939); los animales fueron preexpuestos a dos sabores en un compuesto, paso siguiente uno de los sabores fué apareado condicionalmente a una substancia tóxica. Después los sabores fueron probados por separado en su preferencia observándose que el sabor que no había sido apareado a la toxicosis presentaba una fuerte capacidad aversiva, y esto solo se debía al hecho de haber estado asociado en el compuesto con el sabor directamente condicionado. Y este condicionamiento indirecto mostró que la relación entre los sabores se mantenía conforme el valor motivacional del estímulo directamente condicionado .

Ante el suceso de la potenciación Rescorla y colaboradores (1980) establece una explicación basándose en un experimento que partía de este fundamento. En este experimento los animales fueron preexpuesto a dos sabores y dos olores en dos compuestos de un sabor y olor, cada uno. Posteriormente uno de estos compuestos fue asociado a una substancia tóxica, después los elementos de los compuestos fueron evaluados en pruebas independientes de preferencia observándose que los estímulos indirectamente condicionados

adquirían capacidades condicionales aun no estando directamente relacionados con la toxicosis. De esto se plantea que la potenciación es un efecto de asociaciones intra-estímulo donde el olor se asociaba al malestar y por su parte el sabor es asociado al malestar también, y en un tercer suceso el olor se asocia al sabor creándose una cadena de asociaciones independientes ya que el olor no solo predice la presencia del sabor sino también la cercanía del malestar y esto indicaría un doble condicionamiento que permitiría una relación informativa doble, estableciéndose una maximación del condicionamiento del olor. A partir de esto, la potenciación es un sistema de múltiples asociaciones simple e independientes que se regían bajo las leyes generales de la asociación, el sabor funge en este sistema como un eslabón que permitiría el encadenamiento de la asociación entre el olor y la toxicosis .

Esta explicación del fenómeno de la potenciación se muestra coherente con el concepto tradicional del aprendizaje proponiendo un camino de investigación plausible.

Empero existe un punto de vista que parte de concepciones distintas a las analizadas anteriormente y que pueden dar una perspectiva igual de plausible a esta y que será motivo de la siguiente sesión .

3.2 LA EXPLICACIÓN CONVERGENTE

Al observar la ruta que sigue las sensaciones olfativas como gustativas dentro del Sistema Nervioso Central (S.N.C.) encontramos centros nerviosos específicos para cada sensación que se ubican en lugares equidistantes del S.N.C., lo cual indicaría relaciones separadas e independientes entre estas sensaciones, por lo tanto la potenciación vendría a ser un suceso imposible dentro del punto de vista anatómico; ya que es imposible una relación anatómica

entre los centros olfatorios y gustativos sin embargo la potenciación es un fenómeno que se presenta sistemáticamente en los preparados de condicionamiento gustativo.

García y sus colaboradores (1966) desde sus primeros estudios de aversión gustativa planteo que este fenómeno era un producto de la viabilidad nerviosa, consecuencia de un desarrollo evolutivo de la especie que servía como una forma de defensa alimenticia al medio; se observo que la relación que mantenían las sensaciones gustativas con las sensaciones interoceptivas era muy estrecha guardando un vínculo anatómico muy firme (ver figura 1); ya que las eferencias que partían del tracto digestivo a través de las fibras del X par hacían sinapsis en el núcleo solitario del menencefalo con las eferencias del núcleo gustopoteano que a su vez recibe eferencias de la corteza gustativa frontal y parietal lo cual permitía una relación mas directa impidiendo la entrada en el sistema a otros estímulos diferentes a las sensaciones gustativas como lo mostró la altísima selectividad de este tipo de condicionamiento; pues no se podía lograr gran condicionamiento entre un suceso gástrico y un suceso externo como también no son muy efectivas condicionalmente las combinaciones entre una sensación gustativa y

la ruta seguida es diferente (ver figura 2) pues estas se inician en el bulbo olfatorio que recibe eferencias de las células de la cavidad olfatoria y envía eferencias en dos relevos uno hacia la región límbica y otro hacia el piocortex, en la región límbica podemos encontrar una amplia participación de los núcleos tálamicos y hipotalámicos en relación con el neocortex en una comunicación difusa y genérica, mientras que en el caso del segundo relevo podemos encontrar una relación específica con los núcleos olfativos de la piocortex terminando en una pequeña confluencia con la amígdala. Esto indicaría que la ruta seguida por la sensación olfativa se difurca en dos líneas funcionales; una difusa y generalizada, sistema límbico, de estrecha relación

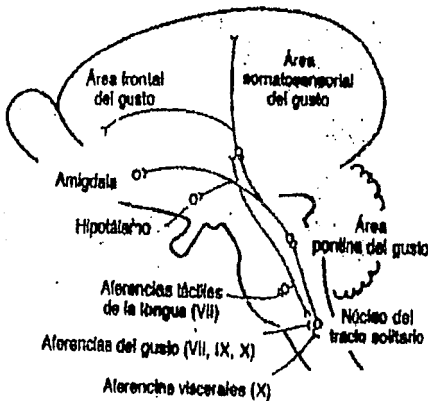


Figura 1: Vías del gusto en el S. N. C., de la ratona.

una sensación exteroceptiva o propioceptiva

En caso particular de las vías olfativa

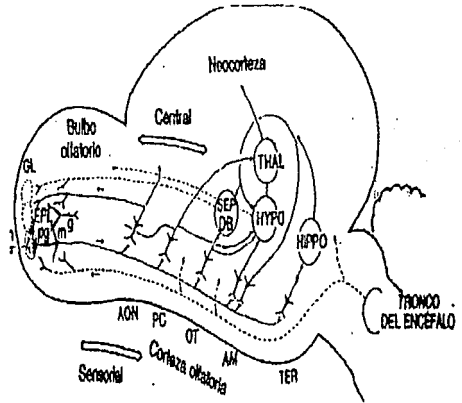


Figura 2: Vías olfativas; on=nervios olfativos; pg=células periglomerular; m=célula mitral; g=célula granular; GL=capa glomerular; BPL=capa plexiforme externa; AON=corteza olfatoria anterior; PC=corteza piriforme; OT=núcleos olfatorios; AM=amígdala; TBR=corteza torriana de transición; SHP-DB=regiones del sítium y banda diagonal; HYPPO=Hipocampo; THAL=tálamo; HIPPO=Hipocampo;

ción con la conciencia de la sensación y otra altamente específica, piocortex .

Esta poca confluencia anatómica entre las dos vías sensoriales explicaría el porque de la poca capacidad de el olor por si solo de ser un buen EC en situaciones de condicionamiento gustativo pues tanto el olor como el sabor siguen rutas poco confluentes en el S.N.C., que nos hablaría de relaciones funcionales independientes pues el olor guarda una muy estrecha relación

con situaciones del medio externo mientras que el sabor mantiene una correspondencia más específica con el medio interno. En este sentido la potenciación debe de ser explicada en términos de relaciones funcionales entre módulos preestablecidos evolutivamente de formas de aprendizaje sensorial específicas que se relaciona mediante un efecto de llave y cerradura, donde la presencia del sabor dentro del compuesto elicitaría la entrada del olor como una señal gustativa cosa que no pasa si el olor no es combinado con el sabor en el compuesto condicional. Así este efecto debe de ser producto de cierta convergencia funcional entre núcleos del S.N.C., hecho que ha sido demostrado ampliamente en experimentos de lesiones específicas de zonas del S.N.C. (Hankins et. al., 1974) se observó que la destrucción del neocortex gustativo antes del condicionamiento desvirtuaba la potenciación del olor hasta casi eliminarla, mientras que si esta destrucción ocurría después del condicionamiento la aversión del olor no era interferida y se mantenía con la misma fuerza aunque la aversión del sabor tendía a disminuir. Y este correlato experimental indica la importancia del sabor como llave de acceso al sistema ya que si este se encuentra presente en el condicionamiento permite la potenciación y aunque después el sabor sea eliminado la aversión del olor no se perderá ya que este se encuentra dentro del sistema y es tratado como tal, mientras que la eliminación del sabor durante el condicionamiento eliminará toda posibilidad de acceso del olor dentro del sistema. En un estudio posterior (Bermúdez-Rattóni et. al., 1983) se descubrió el lugar supuesto donde se daba esta convergencia funcional entre el sistema interoceptivo y el sistema exteroceptivo; era la amígdala pues al aplicarse microinyecciones de Novocaina en la amígdala, a diferencia de otros núcleos límbicos, se encontró los mismos efectos que cuando se destruyó el neocortex gustativo: lo cual indicaría que este sería el punto de convergencia entre los sistemas .

A partir de estos descubrimientos se estableció que el fenómeno de la potenciación era un proceso particular del desarrollo evolutivo de las especies y que no podía ser entendido como un suceso general del aprendizaje .

Hasta hora hemos descrito las dos explicaciones más firmes dentro del fenómeno

de la potenciación; como podemos ver las dos teorías resaltan la importancia del sabor como elicitor de la potenciación del olor pero en la forma en que este lo logró esta la diferencias entre ambas teorías. Mientras que la teoría asociacionista mantiene que el fenómeno de la potenciación es un proceso general del aprendizaje producto de una cadena asociativa entre los estímulos, donde el sabor funge como un eslabón asociativo entre el olor y el malestar , en el caso de la teoría convergente se establece que la potenciación es una particularidad de un fenómeno específico del desarrollo evolutivo de las especies, donde el sabor con el malestar guardan una relación ermetica y específica que no permitirá la producción de otras relaciones asociativas, pero si el sabor era relacionado especialmente como temporalmente a otro estímulo el sabor permitirá el acceso del otro estímulo dentro del sistema pues el estímulo será captado como un elemento propio del sistema .

Así la disociación entre los elementos de compuesto surge como una necesidad empírica que permitiría el descubrimiento de los factores que verdaderamente producen este fenómeno y su relación funcional dentro del mismo. En el siguiente capítulo analizaremos la línea de trabajo experimental que se abrió con relación a esta necesidad empírica .

4.0 MÉTODOS DE DISOCIACIÓN

En el capítulo anterior se vio como la disociación se formuló como una solución experimental al problema teórico de la potenciación. A partir de esta situación se han propuesto diversas técnicas de disociación experimental, que tienen como objetivo romper la relación que se guarda entre el sabor y el olor dentro del compuesto para descubrir la forma en que se juega esta relación.

Hasta la fecha podemos sintetizar estos métodos en tres técnicas fundamentales de disociación: a) conductual, b) quirúrgica y c) farmacológica, que serán motivo de descripción y análisis de este capítulo.

4.1 Método conductual

A Partir del trabajo clásico de Durlach y Rescorla (1980) se suscitaron trabajos fundamentados en esta idea. Lett (1984) intento eliminar la aversión al olor extinguiendo la aversión al sabor, notándose que la eliminación de la aversión gustativa mediante la extinción no afectaba la aversión olfativa. La autora plantea que estos resultados se deben a que el sabor como el olor mantienen con la consecuencia una relación independiente, lo cual indicaría que la potenciación del olor mediante el sabor es independiente a la aversión del mismo sabor. Y estos resultados irían acordes con el planteamiento de García y colaboradores (1980, 1983, 1985) indicando una contradicción con los datos obtenidos por Durlach y Rescorla pues estos autores observaron que la eliminación de la aversión gustativa mediante la extinción eliminaba la aversión olfativa. Y esto se puede deber al hecho que en el experimento de Durlach y Rescorla los animales fueron preexposados en varia ocasiones al olor y el sabor sin ningun

reforzamiento; lo cual provocó un sistema asociativo entre el sabor y el olor donde el condicionamiento del sabor se transfería al condicionamiento del olor lo cual produciría un encadenamiento de los condicionamientos. Con esto se sostiene que este procedimiento difiere del empleado para producir aversiones en un solo ensayo.

Siguiendo esta línea de trabajo Horlen y asociados (1987) evaluaron los efectos de la preexposición del sabor sobre la aversión olfativa, subrayando que la preexposición del sabor no afecta la aversión olfativa, y esto indicaría que el proceso de potenciación es independiente a la aversión gustativa ya que la preexposición del sabor atenuó la aversión al sabor sin afectar la aversión olfativa, y estos resultados corroboran lo visto por Lett (1984) en la extinción de la aversión gustativa.

Así esta independencia de procesos indicaría que la potenciación no es un encadenamiento de aversiones sino un efecto propio de una forma específica de aprendizaje alimenticio.

Todos estos trabajos son coherentes con los resultados obtenidos en la investigación neuroanatómica de la potenciación que serán vistos en la sesión siguiente.

4.2 Método quirúrgico

Ante la propuesta de García y colaboradores que mantenían que la potenciación debía ser entendida como una forma de integración funcional entre dos sistemas paralelos e independientes que se integran en un punto de convergencia dentro del S.

N. C. surgió la pesecidad de encontrar este punto mediante la disociación anatómica (Bernudez-Rattoni, 1985).

Lasiter y Glanzman (1982) analizaron el papel del neocortex gustativo mediante la producción de lesiones en las regiones dorsales del neocortex gustativo. Los resultados indicaron que estas destrucciones alteraron la aversión gustativa pero no produjeron ninguna alteración de la aversión olfativa, esto es, la capacidad potenciadora del sabor no es alterada por la lesión. Y esto indicaría que el neocortex gustativo tiene una participación específica con las sensaciones gustativas y gástricas mientras que el fenómeno de la potenciación debería de estar llevándose acabo en alguna región paralela del sistema. Estos datos son corroborados por un estudio realizado por Stephen Et. al. (1982), en este trabajo se utilizaron dos grupos en el primer grupos los sujetos sufrían la lesión antes del condicionamiento, en el segundo grupo los sujetos eran lesionando después del condicionamiento; observandose que cuando la lesión era antes del condicionamiento la destrucción del neocortes gustativo no alteraba la capacidad potenciadora del sabor, aunque la aversión gustativa sufría alteraciones, y en el caso en que la lesión era después del concicionamiento se podía ver solamente una cierta debilidad a la extinción del condicionamiento olfativo. Lo que indicaría que la corteza tiene poca participación dentro del proceso de la potenciación

4.3 Método farmacológico

Desde hace mucho tiempo se ha sabido de la estrecha participación del sistema límbico dentro de los procesos complejos de integración sensorial y de su contribución de este en los fenómenos de aprendizaje, motivación y apetitos (Lawrence et al, 1982; Grinberg-Zylberbaum, 1980), desde este puto de vista se concibe que en este sistema debe de existir este punto de convergencia (ver capítulo 3 del presente tra-

bajo).

Bernudez-Rattoni y asociados (1993) evaluaron la participación de la amígdala dentro del fenómeno de la potenciación como punto de convergencia entre dos sistemas perceptuales. Se aplicó micro inyecciones de novocanina, mediante una canula bilateral, en la zona lateroventral de la amígdala de los sujetos experimentales. Se observó que la aplicación de la substancia después del condicionamiento no alteraba las aversiones (tanto gustativa como olfativa, mientras que la aplicación de esta misma substancia antes del condicionamiento alteró radicalmente el condicionamiento del olor mientras que el condicionamiento del sabor no mostró ninguna alteración. Estos datos indican que la amígdala es un punto de convergencia funcional entre los dos sistemas sensoriales es la puerta de entrada del olor dentro del sistema interno, y es por eso que la inivición funcional de la amígdala antes del condicionamiento desvirtua el condicionamiento del olor sin alterar el condicionamiento del sabor pues el sabor continua manteniendo la relación emética con las sensaciones interoceptivas mientras que el olor pierde toda posibilidad de asociarse con el sabor pues la puerta de acceso a sido cerrada .

En un estudio posterior (Hatfield et. al., 1992) se advirtió que la lesión por medio farmacológico (nembutal) de la amígdala provocaba al igual que en el estudio de Bernudez-Rattoni una desvirtuación del condicionamiento del olor siempre y cuando esta aplicación fuese antes del condicionamiento, pero en este estudio aparte de lesionar la amígdala se lesionaron núcleos basales y se compararon los efectos, se vio que la comparación demostró que la amígdala a comparación de los núcleos basales tenía una mas amplia participación en el fenómeno de la potenciación; ya que cuando se leccionaban los nucleos basales no se obsevo ningún cambio inportante en la aversión olfativa y gustativa, pero al lecionar la amígdala si se observo sierta alteración en la aversión olfativa.

Así se puede mantener que la potenciación es el resultado del proceso de integración sensorial entre dos sistemas diferentes de información .

Ya en este punto de la discusión se

puede sintetizar que la potenciación i) es un proceso independiente de la aversión gustativa aunque se mantiene una fuerte vinculación con el mismo, y por lo tanto ii) la participación de la corteza gustativa dentro de el proceso de la potenciación es mínima; lo que nos hablaría de un fenómeno básico de evolución de las especies, en tanto que iii) los puntos del sistema límbico (principalmente la amígdala) por ser centros de asociación difusa entre diferentes vías sensoriales han demostrado tener una amplia participación en este fenómeno.

En este sentido surge el planteamiento de que el análisis de la potenciación debe de ser entendido dentro de un estudio funcional del sistema límbico como centro de convergencia funcional entre los sistemas interno y externos del organismo.

Desde el contexto farmacológico se ha logrado la disociación de formas de aprendizaje diferentes al aprendizaje gustativo con el empleo de anestésicos generales como la Ketamina, Wesierska, Macias-Gonzalez y Bures (1990) lograron eliminar la adquisición de un aprendizaje espacial de evitación pasiva a una plataforma oculta mediante la aplicación de una dosis de 15-30 ml/kg de Ketamina, por vía peritoneal. Los autores explican que este fenómeno se debe a los efectos farmacofisiológico de la Ketamina ya que esta sustancia tiene características invidoras de los procesos coléricos del sistema límbico impidiendo la excitación conjunta de núcleos nerviosos de este, y así eliminando la integración sensorial rompiendo con la posibilidad de una consolidación mónica. Con esto se da un papel central a el sistema límbico dentro de de los procesos de adquisición y mantenimiento del aprendizaje como un relevo importante de integración sensorial.

Desde esta perspectiva cabría preguntarnos si estos efectos disociativos también ocurren en el contexto de la potenciación; es decir si la Ketamina tendría la capacidad de disociar la aversión gustativa de la olfativa. En este sentido se plantea como objetivo del presente estudio la evaluación de los efectos disociativos de la Ketamina dentro del proceso de la potenciación, ya que es de esperarse que que si la potenciación sigue los lineamientos propios del aprendizaje asociativo cualquier rompimiento de la cadena asociativa tendría como consecuencia la pérdida de las dos aversiones, pero si la

potenciación es realmente una forma de particular y específica de aprendizaje donde se supone un efecto de convergencia neuronal la disociación tendría como consecuencia la pérdida de una de las aversiones previo de la potenciación en si ya que los estímulos son condicionados de manera independiente de el proceso de potenciación

MÉTODO GENERAL

Sujetos:

Se utilizaron 60 ratas Wistar machos en un promedio de peso entre los 250 a los 300 gr. provenientes del Bioterio General de la E.N.E.P. Iztacala, que fueron alojadas individualmente en cajas hogar de acero inoxidable, los animales fueron mantenidos en un sistema de privación temporal de agua de 23.50 horas durante todo el experimento, mientras que el acceso al alimento fue libre solo se restringía durante los ensayos de habituación, condicionamiento y prueba. Los sujetos fueron repartidos en 6 grupos de tratamiento según su consumo promedio que a su vez se dividieron en 2 experimentos (ver tabla 1)

Soluciones, Drogas y Materiales

1) soluciones:

- a) Sacarina en un 0.10% disuelta en agua
- b) Cloruro de litio administrado ip en una dosis de 2ml/peso de 0.6m c) Cloruro de sodio en una solución en un volumen equivalente al licl ip.
- d) esencia de almendra (McCormik), 1 ml/cm2 de papel filtro

Experimento 1			
grupo	Condicionamiento	prueba O	prueba S
O/S-Li	O/S-30Mi-Li	A+O-A	A+S-A
O/S-Li-K	O/S-30Mi-Li-5Mi-K	A+O-A	A+S-A
O/S-Li-SA	O/S-30Mi-Li-5Mi-SA	A+O-A	A+S-A
Experimento 2			
grupo	Condicionamiento	prueba O	prueba S
O/S-Li	O/S-30Mi-Li	A+O-A	A+S-A
O/S-Li-K	O/S-30Mi-Li-5Mi-K	A+O-A	A+S-A
O/S-Li-SA	O/S-30Mi-Li-5Mi-SA	A+O-A	A+S-A

Tabla 1: En esta tabla se muestra un resumen de las manipulaciones experimentales a las que fueron expuestos todos los grupos de tratamiento. O=olor, S=sabor, Mi=minutos, Li=LiCl, K=Katamina (en proporciones de 15mg para experimento 1 y 30mg para experimento 2), Sa=NaCl A=agua simple.

II) droga:

a) Ketamina que fue administrada ip a una dosis 15mg/peso para el experimento 1 y de 30mg/peso en el experimento 2

III) materiales:

a) 12 tapones de plástico con un diámetro de 3 cm de diámetro por 1.5 cm de altura con una perforación de 0.5 cm de diámetro por donde salva la pipeta del recipiente de agua

b) papel filtro cortado en los mismos diámetros de los tapones, este se colocaba en la parte interna de los tapones y fueron impregnado de la esencia de almendra

c) botellas bebedero de 100 ml de vidrio

d) tapones de hule de un diámetro de 2cm con una perforación de un diámetro de 0.5 cm por donde se colocaba la pipeta

e) pipeta de aluminio de un largo de 3 cm con un diámetro de 0.5 cm. Todos estos dispositivos de los bebederos fueron ordenados como se indica en la figura 3.

f) todas las sesiones del estudio se realizaron en una caja experimental de 28X17 cm, que constaba de 3 compartimientos individuales donde se colocaban una rata por cada compartimiento, en el compartimiento existía dos perforaciones por donde

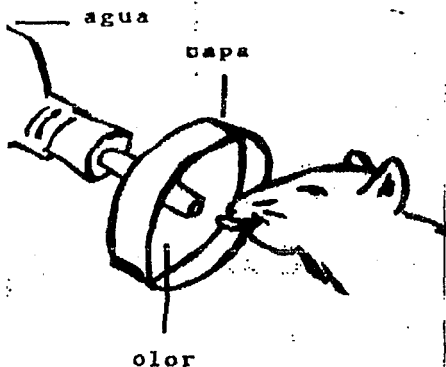


Figura 3: Distribución de los dispositivos del bebedero

Procedimiento:

1) Habitación

Antes de comenzar el experimento, a todos los sujetos se les restringió el acceso del agua en un período de 10 minutos al día durante dos semanas, el acceso al agua era solamente en la caja experimental para habitar a los animales a la caja experimental y a beber en el período de 10 minutos. Después de este período los animales fueron distribuidos en 3 grupos de tratamiento de 10 sujetos cada uno, en los dos experimento de acuerdo al consumo en esta fase

2) Ensayo de adquisición única

Después del período de habitación todos los grupos recibieron un ensayo de adquisición por una sola ocasión.

3) Prueba de preferencia

Un día después de las fase de adquisición única todos los sujetos de todos los grupos fueron expuestos a una situación concurrente ante una botella de agua endulzada con sacarina simultanea a una botella con agua insabora, un día después los sujetos fueron expuestos a otra situación concurrente pero en esta ocasión una de las botellas tienen el filtro impregnado con la esencia de almendra, las dos botellas contenian agua insabora .

Experimento 1

Este experimento tubo como fin evaluar los efectos de la Ketamina a una proporción de 15 mg/peso ya que en el estudio original de Wesierska y asociados (1980) la proporción mínima necesaria para lograr la

perdida del aprendizaje espacial fue de 15 mg lográndose la disociación, en el caso particular de la potenciación es de esperarse cierto efecto sobre la relación que mantienen el olor y el sabor dentro del compuesto condicional y así el fenómeno de la potenciación verse alterado.

Procedimiento:

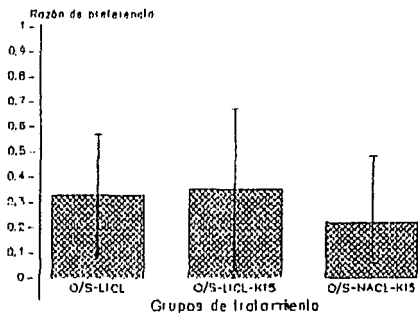
En este experimento la población fue dividida en 3 grupos de tratamiento (ver tabla 1): El grupo O/S-licl, el cual fungió como grupo control general de todos los grupos, los sujetos tuvieron acceso durante 10 minutos a agua endulzada con sacarina en presencia del olor de almendra mediante el filtro colocado en el tapón invertido. Terminado este periodo 30 minutos después a los sujetos se les aplicaba una inyección de licl en las proporciones indicadas en la tabla 1. En tanto que el grupo O/S-licl-K15 se hacía el mismo tratamiento del grupo anterior solo que 5 minutos después de la aplicación de licl los animales fueron inyectados con Ketamina 15ml/kg de peso (como se indica en la tabla 1). Por su parte en grupo O/S-Nacl-K15, que sirvió como control específico de la Ketamina, las ratas recibieron el mismo tratamiento del grupo anterior solo que en vez de recibir la inyección de licl recibieron una inyección de Nacl en el mismo volumen del licl.

Resultados y discusión

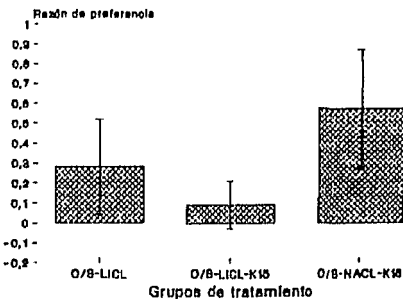
En la gráfica 1 se muestra las razones proporcionales de consumo durante la prueba de preferencia de olor, como se puede observar no existen diferencias significativas entre las razones de preferencia de todos los grupos ($F(2, 27)=0.57, P > 0.005$). Por su parte en la prueba de sabor estos mismos grupos mostraron diferencias significativas en sus razones de preferencia ($F(2, 27)=9.34, P < 0.005$), para comprobar la significancia de estas diferencias entre los grupos se utilizó la prueba Scheffé donde la "d" alcanzada fue de 0.28, y el grupo que alcanzo un promedio superior a este fue el O/S-Nacl-K15 lo que hablaría de que en este grupo el consumo fue más alto que en el grupo O/S-LICL, mientras que el

grupo O/S-LICL-K15 obtuvo el promedio más bajo de los tres grupos.

Estos datos advierten la poca influencia de la Ketamina sobre la asociación entre el compuesto y la consecuencia; pues se puede notar al comparar el consumo del grupo control (O/S-licl) con el grupo experimental (O/S-licl-K15) que estos son idénticos tanto en la prueba de olor como la de sabor sin advertir ningún cambio importante. Sin embargo es de notar que al asociarse directamente la Ketamina y el compuesto, como ocurrió en el grupo control (O/S-Nacl-K15), tiene un efecto singular pues se observa que en esta situación se produce una aversión olfativa pero no gustativa (compare gráfica 1 y 2). Y esto nos hablaría de que la Ketamina no afecta la relación aversiva entre el compuesto y la aplicación de el licl pero sin embargo al ser asociado en forma directa con el compuesto se produce



Gráfica 1: En esta grafica se muestra las razones de preferencias durante la prueba de olor (K15)



Gráfica 2: En esta grafica se muestra las razones de preferencias durante la prueba de sabor (K15)

una forma de aversión selectiva ya que solo se consigue aversión olfativa.

Experimento 2

En el experimento 1 los resultados señalaron que la ketamina no tuvo efecto sobre la potenciación, ya que tanto la aversión gustativa como la olfativa no fueron perturbadas y solo se encontró que cuando la ketamina se aplicaba directamente en relación al compuesto, esta producía aversión olfativa. Todo esto nos hace pensar que una de las cosas que pudieron dar como origen estos resultados es la posibilidad de que la proporción utilizada de la sustancia no era lo suficiente como para provocar cambios importantes en las aversiones, y es por eso que en el presente experimento se aumento la dosis de la droga de 15 mg/peso a 30 mg/peso con el fin de evaluar si el aumento de la dosis era un buen maximador de los efectos de esta droga sobre las aversiones al olor y al sabor.

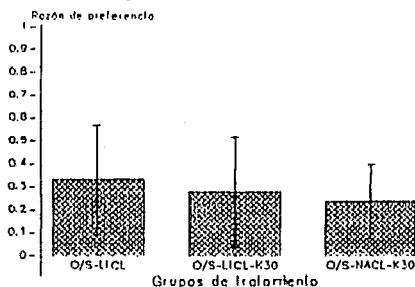
Procedimiento:

El procedimiento empleado en este experimento fue idéntico al usado en el experimento 1 tanto en las manipulaciones del condicionamiento como en las pruebas de preferencia olfativa y gustativa solo que en este experimento las dosis administradas fueron aumentadas a 30 mg/peso para los grupos O/S-lícl-k30 y O/S-NaCl-K30.

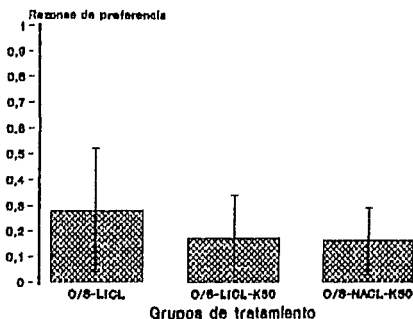
Resultados y discusión

Al comparar las razones de consumo en la prueba de preferencia de olor (ver gráfica 3), se puede distinguir que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las razones de preferencia de todos los grupos ($F(2, 27)=0.05, P > 0.005$). Por su parte en la prueba de sabor (ver gráfica 4) se puede advertir resultados análogos a la prueba de olor ($F(2, 27)=1.01, P > 0.005$).

Es de llamar la atención el hecho de que el aumento de la dosis de la ketamina permitió verificar que la Ketamina no afecta la asociación entre los componentes del compuesto condicional y la aplicación de la inyección del lícl, por otro lado continuó observándose que la aplicación de la sustancia directamente (como se puede ver en el grupo O/S-NaCl-k30), causa aversión pero en este caso la aversión se vio en ambas pruebas. Estos resultados puntualizan que la ketamina puede tener efectos aversivos, ya que se puede ver al comparar los promedios de consumo tanto del grupo O/S-Lícl con los grupos O/S-NaCl-k30 que realmente no existen diferencias entre estos. También es de notar que en el grupo O/S-Lícl-k30 la aversión se vio aumentada (ver gráfica 3 y 4), como si el efecto de la ketamina se añadiera al del Lícl en una sumación simple.



Gráfica 3: En esta gráfica se muestra las razones de preferencias durante la prueba de olor (K30)



Gráfica 4: En esta gráfica se muestra las razones de preferencias durante la prueba de sabor (K30)

Discusión General

Como hemos visto a lo largo de los capítulos del presente estudio, en el contexto del aprendizaje gustativo, se ha visto que cuando al asociar un sabor (estímulo fuerte) a un olor (estímulo débil) en un compuesto y este a su vez ser relacionado condicionalmente a una sustancia tóxica; se observa que el estímulo débil adquiere las propiedades aversivas del estímulo fuerte. Este fenómeno es conocido como potenciación; ya que el olor al ser asociado solo al tóxico no produce un gran condicionamiento pero si este es asociado en un compuesto condicional a un sabor, el olor adquiere las propiedades aversivas del mismo sabor como si el sabor potenciara el condicionamiento del olor. Este fenómeno ha llamado la atención en el mundo científico por su contradicción con el concepto de oscurecimiento surgiendo dos puntos de vista diferentes. En el primero, planteado por Durlach y Rescorla (1980), se mantiene que el fenómeno de la potenciación es producto de una suma de dos asociaciones (olor-malestar y olor-sabor) donde el sabor como señal de mayor fuerza asociativa dará mayor énfasis al valor informativo del olor dentro del compuesto, y este suceso está regido por las leyes generales del aprendizaje y así debe de ser tratado como un hecho general del mismo aprendizaje. Mientras que en la segunda propuesta, hecha por García y colaboradores (1980), se sostiene que este suceso es producto de la selección natural; donde las vías olfativas como gustativas no mantienen ninguna relación anatómica específica y solo cuando el olor es asociado en un compuesto con sabor se establece una relación funcional entre estas vías (principalmente en el sistema límbico amígdala); pues el sabor permite el acceso del olor dentro del sistema gustativo como si este fuera una señal gustativa. Con esto el fenómeno debe de ser entendido como una particularidad del aprendizaje producto de la adaptación de las especies a los cambios del medio ambiente.

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar los efectos disociativos de la Ketamina en el proceso de la potenciación, debido a que si la primera propuesta mantiene que la relación guardada entre el olor

y el sabor dentro del compuesto es una relación asociativa simple entre el olor y el sabor, donde el valor informativo del olor está sustentado por el sabor dentro del proceso de la potenciación y cualquier suceso que afecte esta relación afectará el condicionamiento de ambos estímulos. En tanto que en la segunda propuesta se mantiene que el olor como el sabor mantienen vías distintas que solo son unidas en una relación funcional específica debida al sabor y cualquier efecto sobre este no afectará la aversión del sabor solo la del olor debido a que el olor no tendrá ningún acceso al sistema gustativo. Era de esperarse que la Ketamina tuviera un efecto hacia cualquiera de estas explicaciones.

Los resultados del presente estudio muestran que la Ketamina no tuvo ningún efecto sobre el proceso de la potenciación ya que se observó que las aversiones, tanto gustativa como olfativa, no fueron afectadas por la administración de la Ketamina notándose poco consumo del sabor así como del olor en las pruebas de preferencia, con una sola variante en el experimento 1 ante la prueba de sabor (gráfica 2) que al aumentarse la dosis de la sustancia, como ocurrió en el experimento 2, este suceso no se repitió lo cual indico que este fenómeno del experimento pudo deberse a la cantidad administrada de la misma sustancia.

Por otro lado estos mismos resultados describen un efecto aversivo de la Ketamina; debido a que al ser asociada la sustancia directamente al compuesto asociativo, como ocurrió en los grupos O/S-Na-K15 y O/S-Na-K30, se vieron resultados análogos a los obtenidos con el LiCl solo.

Una posibilidad de explicación, de los datos, puede ser que la Ketamina, aun que no afecto directamente la potenciación, tendió a causar un efecto aversivo independiente al mismo tratamiento; ya que era de esperarse que si la Ketamina tuviera una consecuencia dependiente a la tratamiento aversivo está al ser unida al efecto del LiCl, como ocurrió en el grupo O/S-LiCl-K30, produciría una maximación de la aversión.

Pero esto no ocurrir como lo demostro la comparación de los resultados de la prueba de olor y sabor entre los grupos O/S-LiCl, O/S-LiCl-K30 y O/S-NaCl-k30 donde no existio diferencias significativas estadisticamente hablando, $F(2,27)=0.57, P>0.005$. Esto nos señalaría que el efecto de la Ketamina no se sumo al del LiCl, y así se puede mantener que la aversión provocada por la Ketamina es independiente al tratamiento gustativo empleado .

Lo anterior encuentra explicación dentro de la misma acción farmacológica de la Ketamina debido a que esta substancia tiene un sitio de ataque; que es especifico, se localiza en el centro corticotálmico acelerando la producción de alfa-adrenérgicos produciendo un bloqueo de los pasajes entre el tálamo y la corteza impidiendo la integración entre las diferentes sensaciones (Fuentes, 1989; Sumano y Ocampo, 1990). Así esta acción farmacológica de la Ketamina explicaría los resultados del estudio de Wesierska y colegas (1990); ya que el bloqueo de esta relación funcional entre el tálamo y la corteza impidió todo tipo de integración asociativa entre los estímulos. En este sentido los resultados del presente estudio pueden deberse más que aun efecto de aversión a un efecto farmacológico especifico independiente al mismo tratamiento gustativo , de esto podemos suponer que los núcleos nerviosos donde se lleva el proceso del aprendizaje gustativo son diferentes del aprendizaje espacial

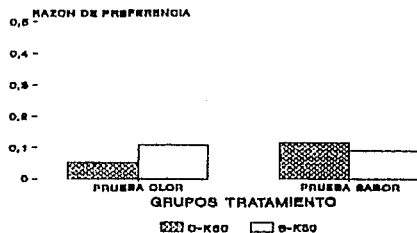
En este sentido la poca influencia de la Ketamina sobre el proceso de potenciación pudo deber a la eliminación de la primera aversión produciendose una segunda aversión propia de la misma Ketamina, así se explicaría el porque la similitud de resultados en entre los grupos experimentales .

Otra posibilidad de explicación de estos mismos resultados sería que la Ketamina tuvo un efecto aversivo por si sola ya que aun que no se notaron diferencias estadisticamente significativas entre los grupos de tratamiento esto se pudo deber a un efecto de piso, ya que las aversiones obtenidas fueron las máximas posibles y que la Ketamina no pudo aumentar estas aversiones aun más. Con esto se mantendría que la Ketamina no afecto realmente el proceso de potenciación debido a que su ataque farmacológico, como vimos anteriormente,

es sobre regiones del sistema distintas a las mencionada en estudios de bloqueo, destrucción y estimulación en el contexto de la potenciación (Willner, Gallagher y otros, 1992; Bermudez-Rattoni y otros, 1983; Lepiane y Phillips, 1978)

Así estas dos posibilidades apuntaban hacia la necesidad de responder a estas preguntas: a) "en el caso de que la Ketamina tuviera un efecto independiente del tratamiento, como lo menciona la primera posibilidad, ¿ que tipo de aversión provoco?, ¿ como pudo eliminar la primera aversión?; b) otra posibilidad es que la ketamina tuviera un efecto aversivo por si misma, pero en este sentido ¿ como evaluar si esto esta ocurriendo realmente?, ¿ y porque la Ketamina no afecto el proceso de potenciación como afecto el proceso de relación espacial en el aprendizaje de evitación pasiva? .

Estas preguntas se intentaron responde en un experimento piloto realizado posteriormente (Mirada y Salas, 1993), donde se evaluó los efectos de la ketamina asociada directamente a cada uno de los elementos del compuesto (al sabor y al olor respectivamente), para alcanzar estos objetivos se utilizaron dos grupos de ratas (de 10 ratas cada grupo) O-K30 y S-k30. En el grupo S-K30 se expuso a los animales a una bebida endulzada con sacarina durante 10 minutos 5 minutos después se les aplico una inyección de Ketamina a 30 mg/peso, en tanto que en el grupo O-K30 fue el mismo tratamiento que el anterior solo que los animales no recibieron nignu sabor en su lugar recibieron el olor de almendra. En los resultados se observó que al asociarse el sabor con la Ketamina no se produjo ningún efecto aversivo (como se puede ver en la gráfica 5), mientras al ser asociada la Ketamina al olor se comprobo un cierto efecto de aver-



Gráfica 5: Se muestran la comparación de de razones preferencia entre los grupos

sión en la pruebas de preferencia ver gráfica 5.

Los resultados arriba citado nos acercarian a la suposición de que la ketamina tiene un efecto independiente al tratamiento gustativo, ya que en los estudios tradicionales de aversión gustativa se ha notado que al asociar un sabor al tóxico este sabor adquiere una fuerte capacidad aversiva, mientras que en el caso del olor esto no ocurre. Al parecer lo observado en el estudio arriba citado nos hablaría más de una aversión del tipo exteroceptiva que fácilmente pudo ser asociada al olor y no al sabor como lo demostro el estudio piloto. Con todo esto se puede suponer que los datos del presente estudio; al parecer el efecto de la ketamina fue fundamentalmente un efecto de aversión de tipo exteroceptiva y al inverso del tratamiento gustativo, el olor fue el estímulo de mayor fuerza asociativa que al unirse en el compuesto con el sabor permitio que el sabor adquiriera las propiedades aversivas del olor.

Nos queda como una pregunta más por resolver, ¿si realmente la Ketamina afecto el proceso de la potenciación gustativa?, al parecer en realidad esta no afecto el proceso de potenciación como lo demuestran los resultados en las pruebas de preferencia del presente estudio; y esto se debe al hecho de que el ataque farmacológico de la sustancia es esencialmente en un nucleo distito (núcleo corticotalamico) de donde se lleva el proceso de la potenciación (amígdala principalmente). Y estos datos son coherentes con los resultados obtenido por Lepiane y Phillips (1978); donde se evaluo los efectos de la estimulación eléctrica en distintos núcleos basales y en diferentes situaciones (evitación pasiva y aversión gustativa), encontrandose que la estimulación con grandes intensidades de electricidad en la amígdala, despues del condicionamiento gustativo, provocaba una descomposición del aprendizaje aversivo en contraste con la situación de evitación pasiva donde no se observó ninguna alteración del aprendizaje. Interpretando estos resultados el autor nos explica ; esta especificidad anatomicofuncional refiere a una epesificidad del sucesos del aprendizaje, en este sentido la idea de Garcia y col. (1983) de que el aprendizaje gustativo es un producto especializado de la evolución de la especie parece ser más coherente con el fenómeno del aprendizaje gustativo ..

En este contexto concluiremos que el efecto de la Ketamina sobre el proceso de potenciación fue nulo por esta misma especificidad anatomico funcional lo que nos hablaría de que la region donde se dio la convergencia entre el sistema olfativo y gustativo es distinta a la ocupada por aprendizajes del tipo espaciales .

REFERENCIAS

- Alcock John (1985). Ecología del coprimiento animal . En: Comportamiento Animal. Barcelona España, edit. Salvat, 362-382.
- Bernandez-Rattoni Federico, Rusiniak W. Kenneth and Garcia John (1983). Flavor-illness aversions: potentiation of odor by taste is disrupted by application of novocaine into amygdala . En: Behavioral and Neural Biology. 37, 61-76.
- Bernstein L. Ilen (1978). Learned taste aversions in children receiving chemotherapy . En: Science. 200,
- Brower L. P. (1969). Ecological chemistry . En: Scientific American. 220, 22-29 .
- Cobur K. L., Garcia J., Kiefer S. W. and Rusiniak K. W. (1984). Taste potentiation of poisoned odor by temporal contiguity. En: Behavioral Neuroscience, 98, 813-819
- Darwin Charles (1960). La lucha por la existencia . México, Editorial Nacional, 96-103
- Donjam Michel (1980). Ingestional aversion learning: Unique and general processes . En: Rosenblatt J. S., Hinde C. R. & Busnel (Eds). Advances in the Study of Behavior. New York, Academic Press, Vol. 11, 275-336 .
- Durlach J. Paula and Rescorla A. Robert (1980). Potentiation rather than overshadowing in flavor-aversion learning: an analysis in terms of within-compound associations . En: Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes. 6,(2), 175-187.
- Eisner T. E. (1965). Insect scales are asset in defense . En: Natural History. 74, 26-31
- Eisner T. E. (1971). Defense of phalangid: Repellent administered by leg dabbing : En: Science. 173, 650-652 .
- Fuentes Hernandez V. O. (1985) Anestesia disociativa: Bases farmacológicas de la Ketamina (Ketalar) En: Farmacología y terapéutica veterinarias. México, Interamericana 343-347
- García J., Kimeldorf D. J. and Koelling R. A. (1955). Conditioned aversion to saccharin resulting from exposure to gamma radiation . En: Science. 122, 157-158.
- García John, Ervin R. Frank and Koelling A. Robert (1966). Learning with prolonged delay of reinforcement En: Psychon. Sci. 5, (3), 121-122.
- García John, Ervin R. Frank and Koelling A. Robert (1966). Learning with prolonged delay of reinforcement . En: Psychon. Sci. 5, (3), 121-122 .
- García John, Hankins G. Walter and Rusiniak W. Kenneth (1974). Behavioral regulation of the milieu interne en men and rat . En: Science. 185, 824-831.
- Hatfield Tammy, Graham Phillip W. and Gallagher (1992). Taste-potentiated odor aversion learning: role of the amygdaloid basolateral complex and central nucleus . En: Behavioral Neuroscience. 106,(2), 283-293.
- Holder D. Mark, Leon Matthew, Yirniya Raz and Garcia John (1987) . Effect of taste preexposure on taste and odor aversions . En: Animal Learning & Behavior. 15,(1), 55-

- Katzung G. Bertram (1986). *cetamina* . En: Farmacología Básica y Clínica . México, Manual Moderno , 299-300 .
- Kiefer W. Stephen, Rusiniak W. Kenneth and Garcia John (1982). Flavor-illness aversions: Gustatory Neocortex Ablations Disrupt Taste but not Taste-potentiated odor cues . Journal of Comparative and Physiological Psychology 96,(4),540-548.
- Lavin J. Michael (1976). The establishment of flavor-flavor associations using a sensory preconditioning training procedure . En: Learning and Motivation . 7,173-183.
- Lepiane G. Fredric and Phillips Anthony (1978). Differential effects of electrical stimulation of amygdala, caudate-putamen or substantia nigra pars compacta on taste aversion and passive avoidance en rats . En: Physiology & Behavior . 21,977-985.
- Lett Tong Bow (1980). Taste potentiates color-sickness associations in pigeons and quail . En: Animal Learning & Behavior . 8,(2),193-198.
- Lett Tong Bow (1984). Extinction of taste aversion does not eliminate taste potentiation of odor aversion in rats or color aversion in pigeons . En: Animal Learning & Behavior . 12, 414-420.
- Mayr E.. *Animal species and evolution* . En: Harvard University Press . Cambridge Massachusetts,.
- Orians G. H. (1971). Ecological aspects of behavior . En: Franer E. & King J. (edi.) Avian Biology . New York, Academic Press, Vol. 1 .
- Palmerino C. Claire, Rusiniak W. Kenneth and Garcia John (1980). Flavor-illness aversions: the peculiar roles of dor and taste in memory for poison . En: Science . 208,753-755 .
- Pavlov P. Ivan (1927). Conditioned Reflexes. Oxford, University Press, 198-235 .
- Rusiniak W. Kenneth, Palmerino C. Claire, Rice G. Anne, Forthman L. Debra and Garcia John (1982). Flavor-illness aversions: potentiation of odor by taste with toxin but not shock in rats . En: Journal of Comparative and Physiological Psychology . 96,(4),527-539.
- Savage Jay M. (1977). Las bases genéticas de la evolución . En: Evolución . México, 3ª edición, C.E.C.S.A., 41-60 .
- Shepherd M. Gordon (1985) *Sentidos químicos* . En: Neurobiología . Barcelona, Labor, Cap. 12, 203-226.
- Sumano López H. y Ocampo Cambreros L. (1988). Anestesia disociativa . En: Farmacología Veterinaria . México, McGraw-Hill, 407-413.
- Tinbergen Luuk (1960). The natural control of insects in pinewoods. Factors influencing the intensity of predation by songbirds . En: Archives Néerlandaises de Zoologie . 13, 265-343.
- Welty J., (1963). *The life of birds* . En: Knopf . New York,
- Wiesierska M., Macias-Gonzalez R. and Bures J (1990). Differential effect of Ketamine on the reference and working memory versions of the morris water maze task . En: Behavioral Neuroscience . 104,(1),74-83.