

Efecto de *Red Bull* sobre la conducta adictiva, la actividad motora y un condicionamiento instrumental en ratas machos

Carlos Enrique Guzmán Morales, Myriam Padilla-Rivera,
Melisa Cruz de Alba, Francisco Antonio Aguilar-Alonso
y Maritza García Montañez

Resumen

En humanos, las bebidas estimulantes han generado controversia en cuanto a si sus efectos son beneficiosos o dañinos para la salud de quienes las consumen. Los objetivos de este estudio fueron medir en ratas machos: 1) su posible efecto adictivo, 2) su efecto sobre la actividad motora y 3) su efecto sobre un condicionamiento operante. Resultó que sí es adictiva, no modifica significativamente la actividad

Abstract

In humans, the energy drinks have generated controversy as to whether its effects are beneficial or harmful to the health of those who consume them. The objectives of this study were measured in male rats: 1) its possible addictive effect, 2) its effect on motor activity and 3) its effect on operant conditioning. It turned out that if it is addictive, does not significantly alter motor activity and significantly alters learning in a T maze and generate

C. E. GUZMÁN-MORALES, M. PADILLA-RIVERA, M. CRUZ DE ALBA, F. A. AGUILAR-ALONSO Y M. GARCÍA-MONTAÑEZ. Laboratorio de Neurociencias, Universidad Intercontinental, México. [mgarciam@uic.edu.mx].

Agradecimiento especial a Ricardo Gutiérrez Mejía, Técnico del Laboratorio por su cooperación entusiasta y responsable.

Revista Intercontinental de Psicología y Educación, vol. 16, núm. 1, enero-junio, pp. 59-78.

Fecha de recepción: 5 de septiembre de 2011 | Fecha de aceptación: 9 de noviembre de 2011.

motora y altera significativamente el aprendizaje en un laberinto en T, además de generar una conducta de inmovilidad en el laberinto e hiperexcitabilidad en general.

PALABRAS CLAVE

bebida estimulante, conducta adictiva, actividad motora, aprendizaje.

an immobility behavior in the maze and hyperexcitability in general.

KEYWORDS

energy drink, addictive behavior, motor activity, learning.

Debido al fenómeno de la globalización, en el mercado de consumo surgen diversos productos que, aunque no son de necesidad básica para el uso humano, se convierten en tales debido al trabajo mercadológico y al interés económico de compañías cuyo cometido es el enriquecimiento desmedido, las más de las veces, a cualquier precio (Reid, 2005).

A partir de los ochenta del siglo pasado, en el ámbito mundial existen diferentes bebidas (mal llamadas) energizantes, a las que la OMS determinó nombrar bebidas estimulantes (BE) por sus efectos farmacológicos (Reid, 2005). Además, La Comisión del Codex de Nutrición y Alimentos para Usos Dietarios Especiales, en su 23ª sesión realizada en Berlín, Alemania en 2001, define la bebida energizante como: “Una bebida utilizada para proveer alto nivel de energía proveniente de los carbohidratos (también grasas y proteínas) al cuerpo. Esta bebida no intenta compensar la pérdida de agua y minerales debido a la actividad física” (Prada, 2005).

Algunas de las BE que se encuentran en el mercado de consumo en México son *Blue Shot*, *Bomba*, *Boost*, *Ciclón*, *Cult*, *Dark Dog*, *Evil*, *La Bomba*, *MC2*, *Monster* y, la más conocida, *Red Bull*. Todas están elaboradas básicamente con cafeína, taurina, glucuronolactona, glucosa y vitaminas (B6, B12), niacina (B3), ácido pantoténico, y algunas contienen extractos de Ginseng, guaraná, sábila, hierba mate, entre otros (Prada, 2005). La BE utilizada en este estudio fue *Red Bull Energy Drink* de 250 ml, y se

encontró que los reportes sobre sus efectos farma y psicofisiológicos son contradictorios, tanto en roedores como en humanos.

Efectos positivos de *Red Bull*

EN ANIMALES

Al explorar tiempo de reacción y modificaciones del carácter, estados de bienestar y la sensación de extroversión social en ratas, se concluyó que esta BE posee efectos positivos sobre el rendimiento mental y el carácter. Se ha propuesto que estos efectos podrían estar mediados por la acción de la cafeína sobre receptores purinérgicos y por la modulación de la Taurina de esos receptores (Seidl, Peyrl, Nicham y Hauser, 2000). En cuanto a un ensayo de ciclismo en ratas, la BE administrada 40 minutos antes del ensayo, mejoró significativamente la ejecución, además de incrementar de forma notoria también los niveles de b-endorfina durante el ejercicio, pero no hay diferencias significativas en la percepción del ejercicio. Esto demostraría que el consumo de la BE antes del ejercicio, mejora el rendimiento quizá a expensas del esfuerzo sin un concomitante aumento en la percepción del mismo (Ivy, Kammer, Ding, Wang, Bernard, Liao y Hwang, 2009).

EN HUMANOS

Los estudios que reportan beneficios mencionan que 1) mejora la resistencia aeróbica y la ejecución anaeróbica (Alford, Cox y Wescott, 2001; Scholey y Kennedy, 2004; Forbes, Candow, Little, Magnus y Chilibeck, 2007); 2) mejora significativamente la ejecución mental y la atención, incluyendo el tiempo de reacción, la concentración y la memoria (recuerdo inmediato), lo cual refleja incremento en el nivel de alerta subjetivo (Alford *et al.*, 2001; Howard and Marczinski, 2010; Van den Eynde, Van Baelen, Portzky y Audenaert, 2008; Rao, Hu y Nobre, 2005); 3) mejora la ejecución en los conductores que manejan automotores y reduce la som-

nolencia durante trayectos largos (Mets, Ketzer, Blom, van Gerven, van Willigenburg, Olivier y Verster, 2011); 4) disminuye la valoración de la fatiga mental (Howard, 2010); o simplemente, 5) no tiene efectos negativos cognitivos o sobre el ánimo (Scholey y Kennedy, 2004). Sobre la actividad cardiovascular, en una prueba de estrés por agua caliente, aminora los cambios en la presión sanguínea e incrementa la tolerancia al dolor (Ragsdale, Gronli, Batool, Haight, Mehaffey, McMahon, Nalli, Mannello, Sell, McCann, Castello, Hooks y Wilson, 2010).

Efectos negativos de *Red Bull*

EN ANIMALES

En ratas jóvenes con tolerancia al alcohol, hubo un efecto de intoxicación hepático, además de neumonía; estas patologías se expresaron más rápidamente en aquellos animales a los que se dio previamente una bebida estimulante; además la jerarquía de sus necesidades cambió, el instinto de autosobrevivencia estuvo virtualmente ausente, disminuyó la ingestión de agua o el ansia por la comida (Trubitsina, Fedotova, Lagutina, y Mikhalev, 2011).

En conejos, la administración oral de *Red Bull* afectó la química sanguínea, la actividad enzimática del hígado, aunque no afectó significativamente la histopatología del cerebro, del corazón y del hígado; sí aumentó la concentración de acetilcolina (Ach) plasmática y cerebral, sugiriendo esto que las BE pueden alterar la neurotransmisión colinérgica y las funciones neurales mediadas por la acetilcolina (Ebuehi, Ajayl, Onyeulor y Awelimobor, 2011).

EN HUMANOS

Los que alertan sobre su consumo por producir efectos adversos, reportan que las BE inducen insomnio, nerviosismo, dolor de cabeza y taquicar-

dia; además de existir casos documentados —asociados a la cafeína— de muertes o crisis convulsivas (Clauson, Shields, McQueen y Persad, 2008); combinadas con alcohol, generalmente en las fiestas de fin de semana, ocasionan episodios de choques automovilísticos dependiendo significativamente de la dosis ingerida (Malinauskas, Aeby, Overton, Carpenter y Barber, 2007); incrementan el riesgo de toxicidad, serias lesiones, asaltos sexuales, conducir en estado de ebriedad y la muerte (Bigard, 2010); reduce significativamente la percepción del dolor de cabeza, debilidad, boca seca y el deterioro de la coordinación motora (Ferreira, de Mello, Pompéia y Souza-Formigoni (2006); se favorece la suposición de que las BE compensan el efecto del alcohol, por lo que los jóvenes evalúan incorrectamente su capacidad para conducir, reforzados por la mercadotecnia: “mejora la ejecución”, “vigoriza la mente y el cuerpo” (Riesselmann, Rosenbaum y Schneider, 1996). Sobre la función cardiovascular, tiene efecto en el volumen sistólico durante el período de regeneración por un ejercicio forzado, a expensas de reducir el diámetro vascular y el volumen al final de la sístole, así como de aumentar significativamente el influjo diastólico en este mismo período comparado con los niveles pre-ejercicio (Baum y Weiss, 2001). Produjo el síndrome de taquicardia postural en jóvenes jugadores de voleibol después de ingerirlo en exceso como una bebida refrescante, lo cual sugiere que esta BE puede ser causa posible de intolerancia ortostática (Terlizzi, Rocchi, Serra, Solieri y Cortelli, 2008).

Componentes de la fórmula de *Red Bull*

CAFEÍNA

De los componentes principales de la fórmula de esta BE, de manera independiente, la cafeína es la sustancia psicoactiva más ampliamente ingerida en el mundo, siendo uno de los componentes no nutritivos comunes dentro de las bebidas y dietas de los deportistas; se considera una sustancia “ergogénica” en el rendimiento deportivo, pero prohibida como

sustancia estimulante por el Comité Olímpico Internacional a partir de 1990; entre sus efectos adversos se observan la excitación psicomotriz, temblores, irritabilidad, vértigo, cefaleas, náuseas, vómitos, taquicardia, palpitaciones, arritmias como extrasístoles y aumento de la frecuencia urinaria (Beatriz, 2005).

De los autores más prolíficos sobre el tema, Smith, en 2002, resume algunos de los trabajos más importantes, a saber, que la cafeína 1) incrementa la alerta y reduce la fatiga (Brice y Smith, 2001a); 2) mejora la ejecución en las tareas de vigilancia y de tareas simples que requieren respuestas sostenidas (Paluska, 2003); 3) los efectos sobre tareas complejas son difíciles de probar y quizá implican interacciones entre la cafeína y otras variables, las cuales incrementan el estado de alerta (por ejemplo, personalidad y la hora del día) (Liguori, Grass y Hughes, 1999); 4) en contraste con los efectos de la suspensión de cafeína, las bebidas que la contienen tienen pocos efectos sobre la ejecución (Richardson, Rogers, Elliman y O'Dell, 1995); 5) el uso regular de cafeína parece ser beneficioso, muchos usuarios mejoran su funcionamiento mental (Yeomans, Ripley, Davies, Rusted y Rogers, 2002); 6) la mayoría de la gente controla bien su consumo de cafeína al maximizar los efectos arriba descritos, es decir, en general, la evidencia muestra que los niveles de cafeína consumidos por la mayoría de la gente tiene grandes efectos positivos sobre la conducta, siendo que el consumo excesivo puede provocar problemas, en especial en individuos sensibles (Hindmarch, Rigney, Stanley, Quinlan, Rycroft y Lane, 2000; Griffiths y Chausmer, 2000; Brice y Smith, 2001b; Nehlig y Boyet, 2000).

Entre los últimos reportes sobre el efecto de la cafeína en humanos, se sabe que 1) se usa para evitar el adormecimiento y prevenir lesiones en trabajadores por turnos (Ker, Edwards, Felix, Blackhall y Roberts, 2010); 2) disminuye la propensión a desarrollar diabetes tipo 2, accidente cerebrovascular, depresión, muerte por cualquier causa y las enfermedades neurodegenerativas, incluyendo Parkinson y Alzheimer (Patil, Lavie y O'Keefe, 2011); 3) tanto la cafeína como la esperanza de haberla consumido mejoran la atención y la velocidad psicomotriz; es decir, la esperanza

de beber cafeína puede afectar al rendimiento y al estado de ánimo, pero no son compatibles con un efecto sinérgico (Dawkins, Shahzad, Ahmed y Edmonds, 2011).

TAURINA

Otro componente de *Red Bull* es la taurina (ácido 2-aminoetilsulfónico), la cual es el segundo más abundante aminoácido cerebral no proteínico. Sus efectos son diversos: 1) en ratas (45 mmol/kg, i.p.) induce hipotermia intensa, además de reducir significativamente la concentración de dopamina estriatal extracelular (Salimäki, Scriba, Piepponen, Rautolahti y Ahtee, 2003); 2) funciona como ansiolítico o como agente anti ansiedad en el sistema nervioso central (Kong, Chen, Li, Zhang, Wang, Min y Mi, 2006); 3) atenúa el *tinnitus* y mejora la discriminación auditiva al incrementar el tono inhibitorio y disminuir el ruido en la vía auditiva (Brozoski, Caspary, Bauer y Richardson, 2010); 4) junto con la tiamina, parecen ser factores que revierten la neurotoxicidad al plomo, así como combinada con metionina, zinc, ácido ascórbico y glicina, previenen la alteración del aprendizaje y la memoria en ratas (Fan, Feng, Li, Wang, Yan, Li, Feng, Shi, Bi, 2009); 5) tiene propiedades antioxidantes, regula la concentración intracelular de Ca^{2+} , actúa como un neuromediador y neuromodulador; es responsable de la osmorregulación, está implicada en la producción del ácido cólico y modula las reacciones inflamatorias; parece ser un importante factor trófico en la retina, en el sistema nervioso y en los riñones; está implicada en la regulación del metabolismo de la glucosa; sin embargo, los mecanismos fisiológicos por los que la taurina actúa aún se desconocen (Szymanski y Winiarska, 2008).

Parte de lo descrito, sobre todo por la controversia al respecto, motivó esta investigación con el objeto de medir la posible adicción a una bebida estimulante llamada *Red Bull*, que se vende tanto en el mercado internacional como en el mexicano, y sus posibles efectos sobre la actividad motora y el aprendizaje en un laberinto en T en un modelo animal (ratas Wistar machos).

Método

Sujetos: 80 ratas de la cepa Wistar ingenuas experimentalmente, machos, de 5 meses de edad al inicio del experimento.

Aparatos y materiales: Se utilizaron cajas-habitación individuales, con medidas de 13 cm de altura por 27 cm de ancho y 38 cm de largo, con una rejilla metálica que funge como tapa y respiradero, y donde se colocan las botellas con agua y agua con BE; tiene división para comederos. El fondo de la caja estuvo cubierto por una alfombra de aserrín, que fue removida y sustituida por otra cada 3 días.

Bebida estimulante: una lata de 250 ml de *Red Bull* contiene agua carbonatada, azúcar (sacarosa y glucosa), citratos de sodio, taurina (0.4%), glucoronolactona (0.24%), cafeína (0.03%, equivalente a 80 mg de cafeína), inositol, vitaminas (niacina, ácido pantoténico, piridoxina, riboflavina, cobalamina), saborizantes artificiales, color caramelo (E 150 a) y electrolitos (Na, K, Mg, Zn) (Red Bull, 2006).

Tratamientos: Durante 3 semanas, los sujetos se mantienen con agua y comida *ad libitum*, al cabo de los cuales se dividen en grupos, uno control y tres experimentales. La variable independiente fue la administración oral de una BE a diferentes dosis. La variable dependiente fue *a*) la cantidad de solución consumida diariamente por cada sujeto; *b*) la actividad motora; y *c*) el aprendizaje de un laberinto en T. La siguiente tabla describe la distribución de los grupos.

Sobre la tapa-rejilla se colocaron dos botellas; en el caso del grupo “Control”, las dos tenían sólo agua, y en el caso de los grupos “Expe-

Tabla 1. Distribución de los grupos control y experimentales

GRUPO	TRATAMIENTO	SIGLA	<i>n</i>
<i>Control</i>	<i>No existe</i>	<i>C</i>	<i>20</i>
	BE a diferentes dosis		
	0.89 mg/250 gr de peso	E1	20
Experimentales	1.78 mg/250 gr de peso	E2	20
	50 % de la BE comercial	E3	20

rimentales”, la botella de la izquierda contenía agua y la de la derecha, agua más la dosis de BE correspondiente al grupo experimental al que pertenecieran. Todas las botellas, con o sin BE, se aforaban a 250 ml. Se midió diariamente el peso corporal para calcular dosis del *Red Bull* correspondiente a cada sujeto (0.89 mg y 1.78mg /250 gr de peso corporal; y 50 % de la bebida en su presentación comercial). Durante 10 días se midió el consumo del líquido, sólo agua o agua con la BE a diferentes dosis, luego de lo cual se inició el registro de la actividad motora y las sesiones de un condicionamiento instrumental en un laberinto en T.

CONDUCTAS REGISTRADAS

Consumo de líquido: El consumo diario se obtenía cada día, midiendo con exactitud la cantidad sobrante en la botella y restando este valor a los 250 ml colocados diariamente en cada botella, siendo la diferencia el volumen consumido por día de cada sujeto; luego de la medición, se volvían a poner los 250 ml nuevos por botella, con o sin BE, dependiendo del grupo al que pertenecían.

Actividad motora: La medición de la actividad motora se realizó sobre una tabla de formaica blanca de 0.75 m², dividida en 25 cuadros de 15 cm² cada uno. Se colocaba a cada sujeto en el mismo cuadro de inicio, con la misma orientación espacial, y se le contabilizaba el número de cuadros que pisaba con las cuatro patas durante 3 min.

Aprendizaje de un laberinto en T: Se les disminuyó el peso corporal a 80% del promedio base, de todos los sujetos. Al conseguirse, se colocaban en un laberinto de plástico blanco, en forma de T, de 1 m de largo con pasillos de 12 cm de ancho y brazos de 30 cm de longitud, altura de 15 cm, con un compartimiento de inicio de 12 cm², separado del brazo largo por una puerta guillotina. El reforzador consistió en 3 granos de comida de 2 mm de diámetro (aproximadamente 0.01 gr c/u) colocados siempre en el brazo derecho. Cada sesión consistió en 12 ensayos. Cada ensayo consistía en colocar al sujeto en el compartimiento de seguridad del laberinto por 10 segundos, se abría la puerta guillotina, y se consideraba acierto si el

sujeto giraba hacia el brazo derecho y comía el reforzador y se consideraba error si el sujeto giraba hacia el brazo izquierdo. Inmediatamente se sacaba y se colocaba en su jaula hábitat 5 seg, luego se repetía la operación. A las 48 horas se repetía el ensayo. Como en el grupo experimental se presentó una conducta inusual de inmovilidad, entonces se esperaban 5 min si los sujetos presentaban esta conducta, se les sacaba a su jaula hábitat por 10 segundos y se repetía la operación. En los resultados se contabilizó el número de veces que se quedaron inmóviles por 5 minutos.

Se contabiliza como error (E) si el sujeto entraba al brazo izquierdo y acierto (A) si entraba al brazo derecho. Se contabilizaba también si los sujetos comían o no los granos de reforzador. Después de que los sujetos aprendieron, se volvía a su alimentación *ad libitum*.

La estadística utilizada fue una prueba de ANOVA para comparar varianzas de los grupos control y experimentales.

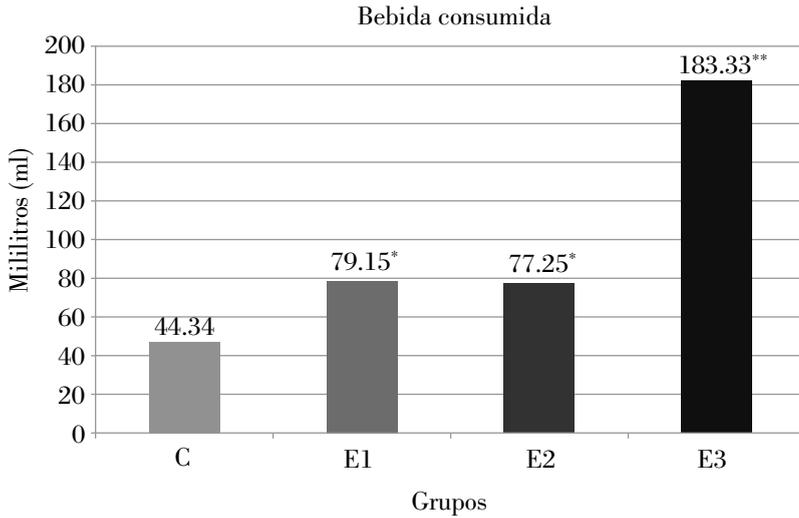
Resultados

Ingestión de líquido: el consumo de líquido por el grupo control fue en promedio de 44 ml diarios de agua de ambas botellas. Los grupos experimentales consumen de ambas botellas, pero más significativamente de la botella derecha que contiene la BE. Los grupos E1 y E2 prácticamente duplican el consumo de agua más BE. El grupo E3 cuadruplica el consumo control (figura 1). De acuerdo con el análisis de varianza, E1 y E2 son diferentes significativamente del grupo control a una $p < 0.05$ y E3 es diferente significativamente del grupo control a una $p < 0.01$.

Actividad motora: el número de cuadros recorridos por el grupo control no difiere significativamente de los grupos experimentales (figura 2).

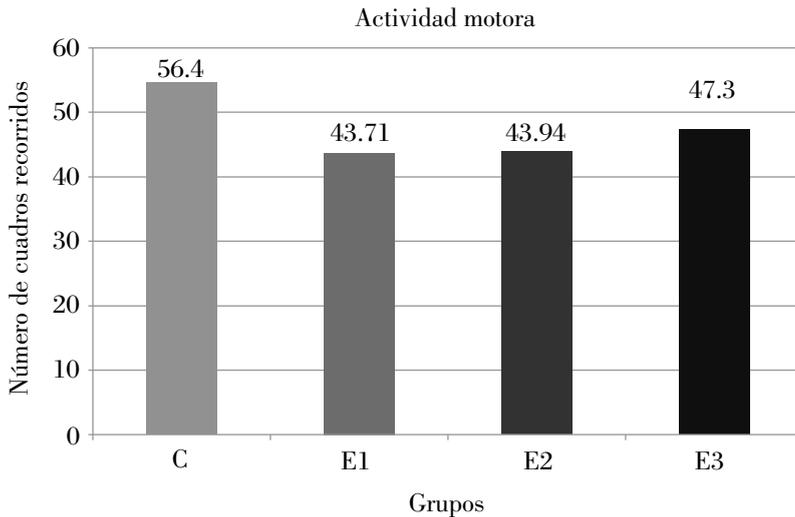
Condicionamiento instrumental: la resolución del laberinto en T por el grupo control se realizó en 2 días. Además, como se muestra en la figura 3, este grupo tuvo un número de aciertos promedio de 8.47 contra un promedio de errores de 0.45, mientras que los grupos experimentales no aprendieron a resolverlo, si acaso en 50% por el E1 y por debajo de esto,

Figura 1. Histograma que muestra la cantidad de bebida consumida por los grupos C, E1, E2 y E3



* = $p < 0.05$ y ** = $p < 0.01$.

Figura 2. Actividad motora en función del número de cuadros recorridos en la tabla por 3 minutos, tanto del grupo control como de los grupos experimentales



los grupos E2 y E3. Existe diferencia estadísticamente significativa entre el comportamiento del grupo control con respecto a los experimentales: C vs. E1 y E2 con una $p < 0.05$ y C vs E3 con una $p < 0.01$.

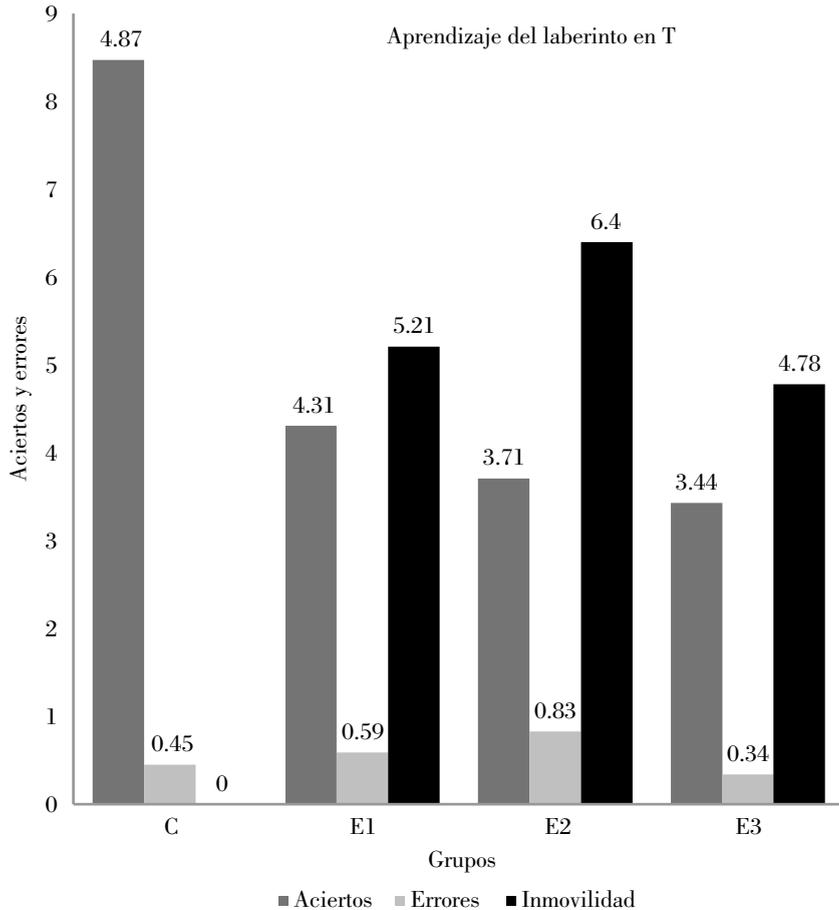
Además, una conducta característica de los grupos experimentales, evocada con mayor intensidad en el grupo E3, es que en el laberinto presentaban inmovilidad, es decir, al abrir la puerta del compartimiento de seguridad, muchos sujetos no se movían de ahí o salían lentamente y se quedaban a la mitad del brazo largo del laberinto o llegaban a alguno de los brazos, pero se quedaban inmóviles, no necesariamente catatónicos, pues también estaban hiperexcitables, es decir, cualquier leve movimiento del personal o un ruido apenas perceptible los hacía brincar o correr, lo cual se muestra por la tercer barra en el histograma de la figura 3; que, al no existir dicha conducta en el grupo control, existe diferencia significativa entre el grupo control y los experimentales a una $p < 0.01$

Otra conducta presentada por los grupos experimentales es que aun cuando llegaran al brazo derecho y encontraran el reforzador comida, en general no la comían (E1 comía sólo 50% de las veces; E2 comía 46%; y E3 comía 37%), en contraste con el grupo control (C comía 100%). Otra característica de los grupos experimentales, más marcada en E3, es que se quedaban inmóviles o buscaban por donde escapar del laberinto ante cualquier sonido, movimiento o distracción; también mostraban la conducta de pegar su cuerpo a las paredes del laberinto, como en una actitud de protección; los que no salían del compartimiento de seguridad pegaban su cuerpo al vértice de dos de las paredes.

Discusión

Que el grupo control beba por día 44 ml en promedio se corresponde con el Manual sobre el cuidado y uso de los animales de experimentación del Consejo Canadiense de Protección de los Animales (1998), donde en el Anexo III, se observa que el consumo fisiológico diario promedio de agua es de 20 a 45 ml. Por lo anterior, podemos decir que *Red Bull* genera

Figura 3. Histograma que muestra el promedio de aciertos y errores en la resolución de un laberinto en T, de todos los grupos estudiados



conducta adictiva de este tipo, y que los sujetos experimentales se volvieron adictos a la BE, ya que consumieron compulsivamente de la botella que la contenía, más que de la que sólo tenía agua; el efecto del aumento de la dosis se nota en el hecho de que a dosis pequeñas como 0.89 y 1.78 mg/250 gr de peso consumieron menos de la mitad de lo que bebieron las que tenían acceso a la dilución de 50% de la dosis comercial, lo cual implica, una dosis por lo menos 100 veces mayor que las mínimas anteriores.

Respecto de la dependencia psíquica y física, no podemos discutir, pues no se midió como tal.

Respecto de cómo incide *Red Bull* sobre la actividad motora, se observan efectos perjudiciales, pues la inmovilidad durante el condicionamiento instrumental en el laberinto o el hecho mismo de no haber aprendido a resolver el laberinto habla de una posible alteración del mecanismo fisiológico responsable del proceso aprendizaje-memoria bajo el efecto del *Red Bull*. Aunque éstos son resultados de ratas, es interesante mencionar que son contrarios a lo reportado por Bichler, Swenson y Harris (2006), quienes encuentran un efecto de mejoramiento de la memoria y la atención en jóvenes bajo el efecto de *Red Bull*.

Ya que *Red Bull* es una mezcla, no deben tomarse en cuenta los efectos psicofisiológicos de sus componentes solos. Sin embargo, es de llamar la atención que algunos de ellos, sobre todo la cafeína, tenga por sí sola efectos tan extremos. Por ejemplo, la hiperexcitabilidad presentada por los sujetos que consumieron *Red Bull* coincide con los efectos por ingestión de cafeína (van Den Eynde *et al.*, 2008). Los valores de cafeína de más de 15 mg/ml son considerados tóxicos (Riesselmann *et al.*, 1996), además de haber reportes de intoxicación por la cafeína de las BE (Chad, Reissig, Strain y Griffiths, 2009). En este experimento, las dosis de 0.89 y de 1.78 mg/250 gr de peso equivalentes a 3.56 y 7.12 mg/ml respectivamente, tuvieron efecto sobre el consumo de la BE y en la resolución del laberinto; lo mismo sucedió con la dosis de 50% del contenido comercial, que equivale a 320 mg/ml; los sujetos presentaron las mismas alteraciones, aunque de intensidad diferente, lo cual puede deberse a una intoxicación del SNC, además de coincidir con lo reportado por Zhang, Yu, Ye, Zhang, Zhang y Wei (2011) sobre cómo la cafeína induce hiperactividad central con base en una curva dosis-respuesta; además de alterar significativamente el aprendizaje motor comparado con un placebo o siestas para mejorar tareas verbales y motoras (Mednick, Cai, Kanady y Drummond, 2008).

En humanos se ha reportado que el consumo de bebidas donde se combina la cafeína con taurina en dosis moderadas, tiene como efecto mejorar la atención y el razonamiento verbal, en comparación con las be-

bidas libres o con azúcar (Warburton, Bersellini y Sweeney, 2001). Esto último puede generar la idea de que son bebidas que ayudan o favorecen funciones. Sin embargo y desafortunadamente, muchos jóvenes que consumen estas BE lo hacen con alcohol, y está reportado que los grados altos de consumo tienen serias consecuencias relacionados con él. Esto genera confusión, ya que se ha reportado además que las percepciones subjetivas de algunos síntomas de intoxicación por alcohol son menos intensas después de la ingestión combinada de alcohol más la BE; estos efectos no son detectados en medidas objetivas de coordinación motora y tiempos de reacción visual (Bigard, 2010). Además, entre algunas otras de las consecuencias negativas de las BE, se halló que tienen un potencial erosivo alto, ya que tienen un pH bajo y un alto contenido de azúcar (Cavalcanti, Costa, Florentino, dos Santos, Vieira y Cavalcanti, 2010).

Conclusiones

Se concluye que *Red Bull* no es una bebida tan inocua como parece pensarse con base en la mercadotecnia a su alrededor, pues sobre todo resultó generar adicción y alterar el proceso aprendizaje-memoria en los sujetos experimentales. Aunque los sujetos experimentales son ratas Wistar, nos atrevemos a extrapolar, que los datos obtenidos deben prevenir a los jóvenes del consumo de esta BE, principalmente cuando la utilizan para “mantenerse despiertos” durante el estudio, pues altera el proceso aprendizaje-memoria; es fundamental que tengan presente el hecho de que es una bebida que sí genera adicción.

Los adolescentes actuales son muy proclives a usar suplementos que perciben como benéficos a corto plazo para su salud (prevenir enfermedades, mejorar la inmunidad, reforzar la energía, mejorar el rendimiento deportivo o rectificar una dieta pobre). Consumen, además, bebidas deportivas y bebidas estimulantes por considerarlas también benéficas, pero pueden no ser conscientes de los riesgos potenciales (O’Dea, 2003); por lo que estamos de acuerdo con la conclusión de Gunja y Brown (2012), se-

gún la cual los informes sobre la toxicidad de las bebidas energéticas que contienen cafeína están aumentando, especialmente entre los adolescentes, por lo que se justifica la revisión y regulación de etiquetado y venta de estas bebidas. Es de primordial importancia educar a los adolescentes y sensibilizar a las comunidades de los peligros de estas bebidas energéticas.

Se requieren más experimentos para determinar la alteración específica en el proceso aprendizaje-memoria, el tipo de adicción y los efectos fisiológicos.

REFERENCIAS

- Alford, C.; Cox, H. y Wescott, R. (2001). The effects of Red Bull energy drink on human performance and mood. *Amino Acids*, 21 (2), 139-150.
- Beatriz, D. (2005). *Comentarios sobre las llamadas bebidas energizantes*. Recuperado de <http://www.sertox.com.ar/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=238>
- Baum, M. y Weiss, M. (2001). The influence of a taurine containing drink on cardiac parameters before and after exercise measured by echocardiography. *Amino acids*, 20 (1), 75-82.
- Bigard, A. X. (2010). Risks of energy drinks in youths. *Arch. Pediatr*, 17 (11), 1625-1631.
- Bichler, A.; Swenson, A. y Harris, M. A. (2006). A combination of caffeine and taurine has no effect on short term memory but induces changes in heart rate and mean arterial blood pressure. *Amino Acids*, 31 (4), 471-476.
- Brice, C. y Smith, A. (2001a). Caffeine levels in saliva: associations with psychosocial factors and behavioral effects. *Hum Psychopharmacol*, 16 (7), 507-521.
- , (2001b). The effects of caffeine on simulated driving, subjective alertness and sustained attention. *Hum Psychopharmacol*, 16 (7), 523-531.
- Brozowski, T. J.; Caspary, D. M.; Bauer, C. A. y Richardson, B. D. (2010). The effect of supplemental dietary taurine on tinnitus and auditory discrimination in an animal model. *Hear Res*, 270 (1-2), 71-80.
- Cavalcanti, A. L.; Costa Oliveira, M.; Florentino, V. G.; Dos Santos, J. A.; Vieira, F. F. y Cavalcanti, C. L. (2010). Short communication: In vitro assessment of erosive potential of energy drinks. *Eur. Arch. Paediatr. Dent*, 11 (5), 253-255.

- Chad, J.; Reissig, E.; Strain, C. y Griffiths, R. R. (2009). Caffeinated energy drinks - A growing problem. *Drug Alcohol Depend*, 99 (1-3), 1-10.
- Clauson, K. A.; Shields, K. M.; McQueen, C. E. y Persad, N. (2008). Safety issues associated with commercially available energy drinks. *J. Am. Pharm. Assoc*, 48 (3), e55-63; quiz e64-7.
- Dawkins, L.; Shahzad, F. Z.; Ahmed, S. S. y Edmonds, C. J. (2011). Expectation of having consumed caffeine can improve performance and mood. *Appetite*, 57 (3), 597-600.
- Fan, G.; Feng, C.; Li, Y.; Wang, C.; Yan, J.; Li, W.; Feng, J.; Shi, X. y Bi, Y. (2009). Selection of nutrients for prevention or amelioration of lead-induced learning and memory impairment in rats. *Ann. Occup. Hyg*, 53 (4), 341-51.
- Ebuehi, O. A.; Ajayl, O. E.; Onyeulor, A. L. y Awelimobor, D. (2011). Effects of oral administration of energy drinks on blood chemistry, tissue histology and brain acetylcholine in rabbits. *Nig Q J Hosp Med*. 21 (1), 29-34.
- Ferreira, S. E.; De Mello, M. T.; Pompéia, S. y de Souza-Formigoni, M. L. (2006). Effects of energy drink ingestion on alcohol intoxication. *Alcohol Clin. Exp. Res.* 30 (4), 598-605.
- Fischer Scientific Corporation. Material Safety Data Sheet (1997). *Caffeine Material Safety Data Sheet*. University of California. MSDS System. Page 4. http://www.erowid.org/chemicals/caffeine/caffeine_data_sheet.shtml
- Forbes, S. C.; Candow, D. G.; Little, J. P.; Magnus, C. y Chilibeck, P. D. (2007). Effect of Red Bull energy drink on repeated Wingate cycle performance and bench-press muscle endurance. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab*, 17 (5), 433-444.
- Gebara, Khalet (Informe UCLA). *La bebida Red Bull prohibida en Francia y Dinamarca por su peligrosidad*. Recuperado el 23 de mayo de 2008, en <http://www.nodo50.org/tortuga/La-bebida-Red-Bull-prohibida-en>
- Griffiths, R. R. y Chausmer, A. L. (2000). Caffeine as a model drug of dependence: recent developments in understanding caffeine withdrawal, the caffeine dependence syndrome, and caffeine negative reinforcement. *Nihon Shinkei Seishin Yakurigaku Zasshi*, 20 (5), 223-231.
- Gunja, N. y Brown, J. A. (2012). Energy drinks: health risks and toxicity. *Med J Aust*, 196 (1), 46-49.
- Hindmarch, I.; Rigney, U.; Stanley, N.; Quinlan, P.; Rycroft, J. y Lane, J. (2000). A naturalistic investigation of the effects of day-long consumption of tea, coffee and water on alertness, sleep onset and sleep quality. *Psychopharmacology (Berl)*, 149 (3), 203-216.

- Howard, M. A. y Marcziński, C. A. (2010). Acute effects of a glucose energy drink on behavioral control. *Exp. Clin. Psychopharmacol.* 18 (6), 553-561.
- Ivy, J.; L. Kammer, L.; Ding, Z.; Wang, B.; Bernard, J. R.; Liao, Y. H. y Hwang, J. (2009). Improved cycling time-trial performance after ingestion of a caffeine energy drink. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* 19 (1), 61-78.
- Ker, K.; Edwards, P. J.; Felix, L. M.; Blackhall, K. y Roberts, I. (2010). Caffeine for the prevention of injuries and errors in shift workers. *Cochrane Database Syst Rev*, 12 (5).
- Kong, W. X.; Chen, S. W.; Li, Y. L.; Zhang, Y. J.; Wang, R. Min, L. y Mi, X. (2006). Effects of taurine on rat behaviors in three anxiety models. *Pharmacol. Biochem. Behav.* 83 (2), 271-276.
- Liguori, A.; Grass, J. A. y Hughes, J. R. (1999). Subjective effects of caffeine among introverts and extraverts in the morning and evening. *Exp Clin Psychopharmacol.* 7 (3), 244-249.
- Malinauskas, B. M.; Aeby, V. G.; Overton, R. F.; Carpenter-Aeby, T. y Barber-Heidal, K. (2007). A survey of energy drink consumption patterns among college students. *Nutr. J.* 31, 6-35.
- MacLaren, V. V. y Best, L. A. (2010). Multiple addictive behaviors in young adults: student norms for the Shorter PROMIS Questionnaire. *Addict. Behav.* 35 (3), 252-255.
- Mednick, S. C.; Cai, D. J.; Kanady, J. y Drummond, S. P. (2008). Comparing the benefits of caffeine, naps and placebo on verbal, motor and perceptual memory. *Behav. Brain Res.* 193 (1), 79-86.
- Mets, M. A.; Ketzer, S.; Blom, C.; van Gerven, M. H.; van Willigenburg, G. M.; Olivier, B. y Verster, J., C. (2011). Positive effects of Red Bull® Energy Drink on driving performance during prolonged driving. *Psychopharmacology (Berl.)*, 214 (3), 737-745.
- Nehlig, A. y Boyet, S. (2000). Dose-response study of caffeine effects on cerebral functional activity with a specific focus on dependence. *Brain Res.* 858 (1), 71-77.
- O'Dea, J. A. (2003). Consumption of nutritional supplements among adolescents: usage and perceived benefits. *Health Educ Res.* 18 (1), 98-107.
- Olfert, Ernest D., DMV; Cross, Brenda M., DMV y McWilliam, A. (eds.) (1998). *Manual sobre el cuidado y uso de los animales de experimentación*. Consejo Canadiense de Protección de los Animales. Versión en Español, Vol. 1, 2da. Anexo III. Recuperado de http://www.cac.ca/en/_standards/guidelines/additional/spanish-guide-vol1.

- ONU (1957). *O.M.S. Serie de Informes Técnicos*, números 116 y 117, 1957. Recuperado de <http://tematicadelasdrogas.blogspot.com/2008/07/qu-es-la-adiccion.html>
- Oteri, A.; Salvo, F.; Caputi, A. P. y Calapai, G. (2007). Intake of energy drinks in association with alcoholic beverages in a cohort of students of the School of Medicine of the University of Messina. *Alcohol. Clin. Exp. Res*, 31(10), 1677-1680.
- Paluska, S. A. (2003). Caffeine and exercise. *Curr Sports Med Rep*, 2(4), 213-219.
- Patil, H.; Lavie, C. J. y O'Keefe, J. H. (2011). Cuppa joe: friend or foe? Effects of chronic coffee consumption on cardiovascular and brain health. *Mo Med*, 108 (6), 431-438.
- Prada, D. B. (2005). *Comentarios sobre las llamadas bebidas energizantes*. Recuperado de <http://www.sertox.com.ar/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=238>. el 5 de noviembre de 2005.
- Programa Estadístico para las Ciencias Sociales (Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)) (2006). Versión 15. SPSS Inc. de la lengua española (2005). España: Espasa-Calpe.
- Ragsdale, F. R.; Gronli, T. D.; Batool, N.; Haight, N.; Mehaffey, A.; McMahon, E. C.; Nalli, T. W.; Mannello, C. M.; Sell, C. J.; McCann, P. J.; Kastello, G. M.; Hooks, T. y Wilson, T. (2010). Effect of Red Bull energy drink on cardiovascular and renal function. *Amino Acids*, 38 (4), 1193-1200.
- Rao, A.; Hu, H. y Nobre, A., C. (2005). The effects of combined caffeine and glucose drinks on attention in the human brain. *Nutr. Neurosci*, 8 (3), 141-153.
- Red Bull (2006). Recuperado de www.redbull.com.mx
- Reid, T. (2005). Cafeína, la droga perfecta. *National Geographic en español*, 25 (17), 2-37.
- Richardson, N. J.; Rogers, P. J.; Elliman, N. A. y O'Dell, R. J. (1995). Mood and performance effects of caffeine in relation to acute and chronic caffeine deprivation. *Pharmacol Biochem Behav*, 52 (2), 313-320.
- Riesselmann, B.; Rosenbaum, F. y Schneider, V. (1996). Alcohol and energy drink can combined consumption of both beverages modify automobile driving. *Blutalkohol*, 33 (4), 201-208.
- Salimäki, J.; Scriba, G.; Piepponen, T. P.; Rautolahti, N. y Ahtee, L. (2003). The effects of systemically administered taurine and N-pivaloyltaurine on striatal extracellular dopamine and taurine in freely moving rats. *Naunyn Schmiedeberts Arch Pharmacol*, 368 (2), 134-141.
- Scholey, A. B. y Kennedy, D. O. (2004). Cognitive and physiological effects of an "energy drink": an evaluation of the whole drink and of glucose, caffeine and

- herbal flavouring fractions. *Psychopharmacology (Berl.)*, 176(3-4), 320-330.
- Seidl, R.; Peyrl, A.; Nicham, R. y Hauser, E. (2000). A taurine and caffeine-containing drink stimulates cognitive performance and well-being. *Amino Acids*, 19 (3-4), 635-642.
- Szymanski, K. y Winiarska, K. (2008). [Taurine and its potential therapeutic application]. *Postepy Hig Med Dosw (Online)*. 62, 75-86. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18305447> (Abstract).
- Terlizzi, R.; Rocchi, C.; Serra, M.; Solieri, L. y Cortelli, P. (2008). Reversible postural tachycardia syndrome due to inadvertent overuse of Red Bull. *Clin. Auton. Res*, 18 (4), 221-223.
- Trubitsina, I. E.; Fedotova, T. F.; Lagutina, L. D. y Mikhalev, I. V. (2011). Liver defect and change of tolerance to low alcohol drinks at young rats; *Eksp Klin Gastroenterol*, 1, 59-60.
- Van den Eynde, F.; van Baelen, P. C.; Portzky, M. y Audenaert, K. (2008). The effects of energy drinks on cognitive performance., *Tijdschr Psychiatr*, 50 (5), 273-281.
- Warburton, D. M.; Bersellini, E. y Sweeney, E. (2001). An evaluation of a caffeinated taurine drink on mood, memory and information processing in healthy volunteers without caffeine abstinence. *Psychopharmacology (Berl)*, 158 (3), 273-281.
- Yeomans, M. R.; Ripley, T.; Davies, L. H.; Rusted, J. M. y Rogers, P. J. (2002). Effects of caffeine on performance and mood depend on the level of caffeine abstinence. *Psychopharmacology (Berl)*, 164 (3), 241-249.
- Zhang, Q.; Yu, Y. P.; Ye, Y. L.; Zhang, J. T.; Zhang, W. P. y Wei, E. Q. (2011). Spatiotemporal properties of locomotor activity after administration of central nervous stimulants and sedatives in mice. *Pharmacol. Biochem. Behav*, 97 (3), 577-585.