

# EXPOSICIÓN FETAL A LA TESTOSTERONA (D2:D4) Y ALTRUISMO ESTRATÉGICO

**PABLO BRAÑAS-GARZA**

Middlesex University London

Este trabajo estudia el impacto de la exposición fetal a la testosterona, medida a través del digit ratio (D2:D4), en el comportamiento estratégico en un entorno experimental. El D2:D4 es el cociente entre el tamaño de los dedos 2 (índice) y 4 (anular) de las manos y es un biomarcador de la cantidad de contaminación de hormonas sexuales –tanto testosterona como estrógenos– que el feto recibe en el primer trimestre de la gestación, es decir, dentro

de la barriga de la madre (Goy y Ewen, 1980; Lutchmaya *et al.*, 2004; Hönekopp *et al.*, 2007; Hönekopp y Watson, 2010; Zheng y Cohn, 2011). La cantidad de testosterona recibida tiene un efecto en el desarrollo del dedo anular mientras que los estrógenos afectan el crecimiento del índice D2 (Manning, 2002). Cuando el feto se encuentra dentro de la bolsa no sólo recibe contaminación de testosterona de la madre sino también de sus propias emisiones. Por ello, no es extraño que los fetos varones sufran más exposición a la testosterona que las mujeres (y las mellizas con un hermano del otro sexo más que las de mismo sexo –ver Voracek y Dressler, 2007) y, en consecuencia, el D2:D4 es sistemáticamente menor para hombres que para mujeres.

Antes de continuar es importante remarcar que el D2:D4 es tan solo un biomarcador de la cantidad de exposición fetal y no una medida precisa de dicha cantidad de testosterona a la que el feto fue expuesto. En este sentido el D2:D4 es solo una proxy de dicha exposición.

¿Porque la exposición fetal a la testosterona es importante? Porque durante el primer trimestre del embarazo se forma el cerebro –y los demás órganos– y la contaminación hormonal causa efectos permanentes en esa formación (ver Arnold y Breedlove, 1985). Además, la exposición también afecta a la manera en que asimilamos la testosterona ya de adultos a través de los receptores genéticos. Lo más remarcable es que muchos de estos efectos se trasladarán posteriormente al comportamiento de los individuos en su vida adulta.

Como veremos posteriormente, hay evidencia científica (1) de que personas con menor D2:D4 (masculinizados) tiene mayor habilidad para la música, para los deportes, para las matemáticas e incluso más éxito en los negocios, esto es, ganan más dinero. Además, los que tienen menor índice también son menos aversos al riesgo (o más arriesgados), más rápidos y decididos, y toman decisiones más inteligentes, decisiones que a largo plazo les reportarán mejores resultados.

El plan para este artículo es el siguiente. En primer lugar, se estudia con más detalle el D2:D4; a continua-

ción, se hace una síntesis de evidencia en temas afines a la Economía, más tarde se explican detalles del experimento de donde salen los datos y posteriormente se plantea la pregunta central de este trabajo. Para finalizar se presenta un resultado nuevo y se concluye.

## D2:D4 (2) ↓

El cociente de los dedos 2 y 4, D2:D4 muestra una correlación negativa con la exposición prenatal a la hormona esteroide testosterona (Goy y Ewen, 1980; Lutchmaya *et al.*, 2004; Hönekopp *et al.*, 2007; Hönekopp y Watson, 2010; Zheng y Cohn, 2011). La cantidad de testosterona emitida por la madre gestante durante ese periodo se puede deber a un número de factores ambientales que son difíciles de predecir (comida, estrés, temperatura, etc.) y que, por lo general, se consideran exógenos.

La exposición fetal también depende de la cantidad de testosterona que emite el propio feto y, por tanto, los hombres sufren una exposición mayor que las mujeres lo que se manifiesta en un menor D2:D4 para ellos (3). Este patrón ya se observa desde el tercer mes de embarazo y permanece estable durante el desarrollo (Galis *et al.*, 2010; Malas *et al.*, 2006). No es por tanto sorprendente que mucha de la literatura en D2:D4 haya encontrado resultados significativos en comportamiento que van típicamente asociados a los hombres como la superación en competiciones atléticas (Tester y Campbell, 2007), el deseo de dominancia (Neave *et al.*, 2003), la multas de tráfico (Schwerdtfeger *et al.*, 2010) o varios juegos de niños con clara connotaciones masculinas.

Antes de continuar explicando las propiedades de esta medida, o más bien de esta proxy, deberíamos de mostrar que realmente el D2:D4 mide lo que dice que mide (3). Hay cuatro argumentos que nos muestran que el D2:D4 si es indicativo de la cantidad de testosterona recibida por el feto dentro de la bolsa.

Lo primero de todo: hay evidencia directa desde el líquido amniótico. Usando una pequeña muestra de ambos sexos, Lutchmaya *et al.* (2004) encontró que el D2:D4 de los niños a la edad de 2 años estaba inversamente relacionado con el ratio testosterona/estradiol en el útero. Ventura *et al.* (2013) encontró el mismo resultado en una muestra mayor de recién nacidos.

En segundo lugar, encontramos evidencia desde síndromes relacionados con hormonas: personas con Hiperplasia Suprarrenal Congénita (CAH) –caracterizada precisamente por una mayor exposición a los andrógenos en útero– tienen menor D2:D4 que el grupo de control (Brown *et al.* 2002); por el contrario, hombres con el síndrome de Klinefelter –asociado con niveles fetales bajos de andrógenos– tienen mayor D2:D4 que el grupo de control (Manning *et al.*, 2013).

En tercer lugar, se ha encontrado evidencia de *spillovers*, i.e. contaminación cruzada, de andrógenos en

embarazos múltiples: mujeres con una hermano del otro sexo tienen un D2:D4 más masculino que el control, i.e. aquellas que comparte saco con fetos del mismo sexo. Dicha masculinización es una consecuencia de la contaminación (Van Anders *et al.*, 2006).

Finalmente hay evidencia con ratones de que tanto la administración de testosterona como de estrógenos en el útero cambia la distribución resultante de los D2:D4. Cuando se les administra testosterona se observa D2:D4 menores y cuando se les proporcionan estrógenos los D2:D4 se hacen mayores (Zheng y Cohn, 2011).

Para los economistas el D2:D4 tiene un valor relevante porque a diferencia de otras medidas como las hormonas –que cambian como consecuencia del comportamiento del individuo– o la educación –que viene explicada por la educación y la renta de los padres– está determinado ex-ante por causas que no están relacionadas por su comportamiento hoy. Además, también nos interesa porque no está a sujeto a manipulación ni consciente –ni el sujeto ni su madre deciden la cantidad de testosterona que va a recibir– ni inconsciente. Por ejemplo, en cualquier test matemático, los sujetos pueden manipular el resultado conscientemente (por ejemplo, boicoteándolo) o inconscientemente (queriendo ayudar al experimentalista).

Sin embargo, no todo es completamente aleatorio. Por ejemplo, hay evidencia de que la testosterona fetal y la de la madre están relacionadas (Gitau *et al.*, 2005) o de que hay una correlación negativa entre el D2:D4 de la madre y la probabilidad de tener un hijo varón (Kim *et al.*, 2015). Además, como muestra el meta-análisis de Hönekopp *et al.* (2007) no hay relación entre el D2:D4 y la cantidad de hormonas sexuales circulantes.

El D2:D4 es una diferencia biológica más entre hombres y mujeres que se manifiesta en habilidades y preferencias y, en muchos casos, en la manera de enfrentarse a problemas y a tomar decisiones. Esta diferencia puede tener consecuencias sobre el comportamiento de las personas en su vida adulta. Y como estas diferencias son prenatales entonces son independientes de la educación, de las instituciones, etc. Esto no quiere decir que la educación no importe sino que la biología es otro aspecto a tener en cuenta. El siguiente apartado se centra en la investigación dentro de la Economía.

## TRABAJOS RELACIONADOS ↓

En los últimos años se han publicado una serie de trabajos mostrando que el D2:D4 tiene un impacto decido en la toma de decisiones de carácter económico tanto en el campo de las finanzas/toma de decisiones como en el de los juegos de laboratorio.

En el campo de la finanzas y de la toma de decisiones, típicamente en incertidumbre, se han publicado una serie de estudios correlacionales –donde se mide

el D2:D4 y alguna característica del sujeto— que han mostrado que sujetos muy masculinizados (D2:D4 pequeño) tienden a tener mayores retornos en inversiones y mayor tasa de supervivencia en los mercados financieros (Coates y Herbert, 2008, Coates *et al.*, 2009), también que estos sujetos más masculinizados tienen mayor probabilidad de entrar en profesiones de carácter financiero (Sapienza *et al.*, 2009) y que sean *traders* más activos y que tomen mayores riesgos (Cronqvist *et al.*, 2016). También se ha probado que los sujetos más masculinos —tanto hombres como mujeres— hacen mejor el *Cognitive Reflection Test* (Bosch-Domenech *et al.* 2014), es decir que son más reflexivos, y que tienen poca tendencia a mostrar exceso de confianza (Dalton y Ghosal, 2014; Neyse *et al.*, 2016).

La relación entre el D2:D4 y la toma de decisiones arriesgadas en laboratorio es más confusa, puesto que algunos trabajos muestran una relación negativa (hombres más masculinos son menos aversos al riesgo) mientras que otros no encuentran resultados significativos, es lo que llamamos un *null result* (un no resultado). Brañas-Garza *et al.* (2016) revisa los diez trabajos publicados en ese tema —5 resultados negativos y 5 nulos— y aporta un nuevo estudio de laboratorio con más de 700 sujetos de diferentes razas. A diferencia de los trabajos anteriores, combina loterías experimentales estándar incentivadas con dinero real con preguntas reflexivas del tipo «Es ud. una persona preparada para tomar riesgos?» Los resultados indican que los sujetos más masculinos (menor D2:D4) sí toman mayores riesgos pero no se reportan a sí mismos como preparados para el riesgo.

Los estudios sobre D2:D4 y comportamiento económico (juegos de laboratorio) son nuevamente correlacionales, es decir miden el cociente de los dedos y, además, el comportamiento de los sujetos en una situación de laboratorio con incentivos reales. Se ha estudiado la relación entre el D2:D4 y las donaciones en un juego del dictador: tanto el trabajo original (Brañas-Garza *et al.*, 2013) como la replicación (Galizzi y Nieboer, 2015) muestran que la relación entre las dos variables es cóncava, por tanto el máximo (la mayor donación) se produce en la parte central de la distribución, es decir los sujetos que tienen el cociente de los dedos ni demasiado pequeño ni demasiado grande son los que más donan. Este resultado tiene mucho sentido desde un punto de vista biológico. También se ha estudiado si el D2:D4 tiene impacto en las pujas (*bids*) en subastas experimentales (Pearson y Schipper, 2012), y en contribuciones a bienes públicos (Cecchi y Duchoslav, 2016) o provisión de esfuerzo en un entorno de sueldo fijo vs. pago a destajo o *piece-rate* (Neyse *et al.*, 2016b). Por ejemplo, en este último trabajo se menciona que los sujetos que tienen un D2:D4 bajo, al pasar de salarios a destajo a sueldo fijo «desplomán» su esfuerzo con respecto al control, es decir son estratégicos.

Un trabajo reciente, Kovarik *et al.* (2017) estudia si los sujetos más masculinos acaban tomando posiciones más centrales en redes sociales dinámicas. Usando como punto de partida una red completamente aleatoria y midiendo las conexiones entre los mismos sujetos

diez meses más tarde se estudia la evolución de la red. El trabajo tiene dos resultados importantes: los varones con menor D2:D4 se convierten en centrales de la red global, esto es se hacen *key-players*, mientras que las mujeres con menor D2:D4 se hacen populares (centrales localmente). En segundo lugar, los hombres con menor D2:D4 tienden relacionarse con gente poco conectada (*clustering* bajo) mientras que las mujeres con menor D2:D4 están dentro de *clusters* muy densos. Esto explica el efecto diferencial de D2:D4 en las mujeres vs. los hombres, esto es, la popularidad de las mujeres y la centralidad de los hombres.

Todos los trabajos anteriores tienen dos potenciales consecuencias importantes para la investigación en Economía. En primer lugar, los estudios indican que la exposición fetal a la testosterona tiene un impacto decidido en el modo en que los sujetos toman decisiones. Todos los resultados van en la misma dirección: mayor exposición (más masculinidad) implica mayor estrategia, es decir, los sujetos más masculinos son más proclives a mostrar comportamientos que son compatibles con el equilibrio de Nash. En segundo lugar, estos trabajos dan evidencia a favor de una base biológica en la toma de las decisiones. En este sentido la literatura sobre exposición fetal a la testosterona no hace sino complementar otras como el estudio de herencia genética —normalmente a través del estudio de gemelos y mellizos (Cesarini *et al.*, 2009; Dreber *et al.*, 2009; Kuhnen y Chiao, 2009; Zhong *et al.*, 2009).

Antes de terminar tenemos que poner de manifiesto un más que posible problema: el *file drawer problem* (Rosenthal, 1979; Ioannidis, 2005; Simonsohn *et al.*, 2014). Como es una literatura muy nueva es muy posible que los experimentos con «no resultados» no hayan sido publicados. Dicho de otro modo, si solo se publican trabajos con resultados significativos y los *null result* no se publican, entonces parece que hay una inflación de resultados.

Aparentemente este problema no ha pasado con el estudio del D2:D4 y la aversión al riesgo (como vimos hay 5 resultados y 5 nulos) pero no podemos negar la posibilidad de que otros experimentos, por ejemplo, en entorno de juegos, hayan sido rechazados en las revistas —por no aportar un resultado— y que, por tanto, nuestro conocimiento de literatura se limite a resultados positivos (ver Apicella *et al.*, 2015, para una discusión mayor).

En este trabajo vamos a estudiar si los sujetos más masculinos tienden a mostrarse más estratégicos en un juego de ultimátum. Conforme a todo lo enseñado en los trabajos anteriores, nuestra hipótesis es que los individuos con D2:D4 bajo van a jugar estratégicamente, es decir, van a jugar como predice la teoría. Como veremos posteriormente utilizamos dos juegos (en que todos los estudiantes participan, por tanto, es un diseño intra-sujetos) para medir exactamente este comportamiento.

## PROCEDIMIENTOS Y MUESTRA ¶

En Octubre de 2012, se invitó a todos los estudiantes nuevos de primero de la Facultad de Ciencias Econó-

CUADRO 1  
D2:D4. ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS PARA HOMBRES Y MUJERES

	Hombres				Mujeres			
	Min	Max	Media	Dev	Min	Max	Media	Dev
D2:D4 D	0,870	1,051	0,959	0,033	0,885	1,087	0,972	0,033
D2:D4 I	0,895	1,057	0,964	0,031	0,884	1,069	0,975	0,032
D2:D4 m	0,898	1,043	0,962	0,029	0,893	1,062	0,973	0,030

FUENTE: Elaboración propia.

micas de la Universidad de Granada a conocer el Laboratorio de Economía Experimental EGEO. De un total de 927 alumnos algo menos de 700 vinieron efectivamente a conocer el laboratorio.

A todos ellos se les invitó a participar en un experimento, con incentivos reales. El experimento era la replicación del trabajo *Experimental Subjects Are Not Different* (Exadaktylos et al., *Nature Scientific Reports* 2013).

Se realizaron 27 sesiones. Todos los sujetos firmaron un consentimiento informado. 659 sujetos completaron todas las tareas, pero algunos no aceptaron ser escaneados. Nuestra muestra final es de 629 participantes (57,32% mujeres).

La sesión experimental consistía de varias fases: la primera fase (30 minutos) contenía un cuestionario sobre el sujeto y sus preferencias: decisiones en incertidumbre, descuento temporal, capital social, etc. A partir de entonces se encontraban con tres juegos económicos (con orden aleatorizado): El juego del ultimátum, el dictador y de la confianza. La sección siguiente se centra en los dos primeros porque el tercero –el juego de la confianza– no se usa en este trabajo.

Durante cada sesión se fue llamando, uno a uno, a los participantes para escanearle las manos. Seguimos un procedimiento estandarizado para obtener una medición de máxima calidad (Neysse y Brañas-Garza, 2014) que nos permite: a) realizar la medición de manera anónima y, b) obtener mediciones tanto para la mano derecha como para la izquierda. El procedimiento es como sigue: en primer lugar, se escanean las dos manos del participante –a la vez– con un escáner de alta resolución (Canon Slide 90). Dos asistentes, de manera independiente y sin conocimiento mutuo, utilizan los escáneres de las dos manos de los participantes para medir los dedos 2 (anular) y 4 (índice). Se mide la distancia entre la base del dedo (el pliegue más cercano a la palma) y la punta del dedo. Dicha medición se hace con Adobe Professional. El D2:D4 Derecho (o izquierdo) no es más que la media de las mediciones de los dos asistentes externos. En nuestro caso, las medidas de los dos asistentes son muy similares (mano derecha: correlación intra-clase (CiC) = 0,956,  $p < 0,001$ , mano izquierda: CiC = 0,944,  $p < 0,001$ ).

El cuadro 1 resume los principales estadísticos de las medidas del D2:D4 en la sub-muestra de mujeres y hombres. Como se observa, el D2:D4 es menor para

hombres que para mujeres y eso es cierto tanto en la mano derecha como en la izquierda. Dichas diferencias son significativas (derecha:  $t = 4,466$ ,  $p < 0,001$ ; izquierda:  $t = 3,807$ ,  $p < 0,001$ ).

### COMPORTAMIENTO ESTRATEGICO EN LOS JUEGOS DEL ULTIMATUM Y DEL DICTADOR †

En el juego el ultimátum, los sujetos tipo 1 –o proponentes– reciben provisionalmente una cantidad de dinero y se les informa que tienen que hacer una división entre ellos y otro participante anónimo. Pueden dividir el dinero inicial como deseen, esto es, pueden proponer pasar al jugador 2 cualquier cantidad. Esa oferta se le pasa al jugador 2 (el «respondedor» literalmente) que decide si aceptarla o rechazarla. Si la acepta entonces se ejecuta; si la rechaza los dos ganan cero.

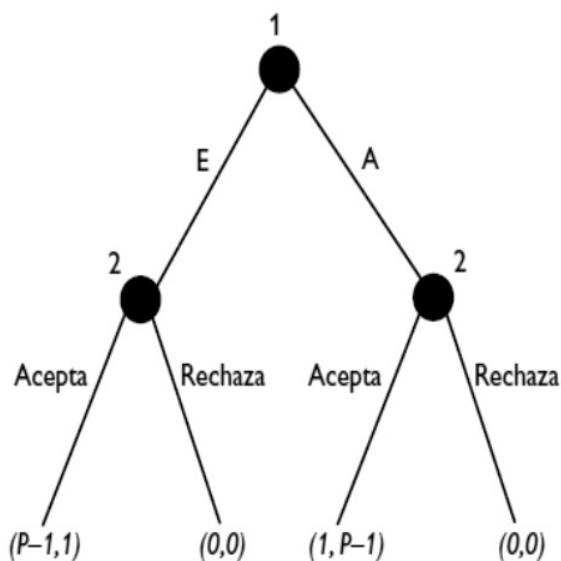
La figura 1, en la página siguiente, representa el juego secuencial con dos estrategias: E y A. Si el jugador 1 elige la estrategia E entonces le pasa una unidad al 2 y se queda con todo el pastel  $P$  menos 1 unidad ( $P-1$ ); si elige la estrategia A le pasa  $P-1$  y se queda con 1.

Si el jugador 1, en la página siguiente, elige la estrategia E y el 2 la acepta entonces el jugador 2 gana 1 y el proponente  $P-1$ ; pero si el jugador 1 le oferta A y 2 la acepta entonces él gana  $P-1$  y el proponente gana 1; si el jugador 2 no acepta en cualquiera de los dos casos, tanto él como el otro no ganan nada.

En nuestro experimento el pastel es de 20€ y usamos un formato de juego simultáneo –es decir los jugadores 1 y 2 toman su decisión sin saber lo que ha hecho el otro. Para eso utilizamos el método estratégico. El jugador 2 en vez de observar la oferta real del jugador 1 se enfrenta a todas las posibles ofertas. Es decir, se le pregunta: ¿si ofrece 0€ para ti y 20€ para él lo aceptarías? El tiene que responder si o no. ¿Si ofrece 1€ para ti y 19€ para él lo aceptarías? Y de nuevo ha de aceptar o rechazar. Y así de manera ascendente se le ofrecen todos los posibles contratos y el jugador 2 responde a cada uno de ellos.

Todos los contratos son vinculantes y tienen la forma de un vector de ceros (0=rechaza) y unos (1=acepta). Típicamente un sujeto empieza diciendo no a valores bajos (0 para los primeros valores) y acepta valores altos (1 para los últimos repartos). Bajo racionalidad perfecta esperamos indiferencia a la oferta de {0€, 20€}

FIGURA 1



FUENTE: Hernández y Paván (2011).

(el sujeto es indiferente entre aceptar esa oferta donde gana 0€ o rechazarla con pago 0€) y 1s en todas las ofertas positivas, puesto que cualquier número positivo es mejor que el cero –que está, por tanto, estrictamente dominado. De hecho, el Equilibrio de Nash Perfecto en Subjuegos predice que el sujeto aceptará cualquier oferta  $\{\epsilon, 20\epsilon - \epsilon\}$  si  $\epsilon > 0$ .

El vector de respuestas se usa para computar pagos: se compara la oferta real ejecutada por el jugador 1 con el vector de contratos del 2 y se obtienen los pagos reales para cada jugador.

Si los oferentes –o jugadores tipo 1– son *estratégicos* entonces lo que deben de hacer es predecir cuál será la oferta mínima que el jugador 2 va a aceptar y hacerle esa oferta. Si le hacen esa oferta o cualquiera superior entonces el 2 aceptará y el contrato se implementará y los dos ganarán el premio. Si la oferta es por debajo, entonces el otro rechazará y los dos se irán con cero ganancias a casa.

Lo que observamos en el laboratorio, con pocas excepciones, es que los sujetos no aceptan valores bajos y solo a partir de repartos de 20% al 30% los sujetos comienzan a aceptar (4). Dicho de otro modo, los sujetos establecen una «oferta mínima aceptable» y con ello aceptan todos los contratos con valores por encima y rechazan todos los que tienen repartos por debajo, i.e. mas injustos. Se dice que el vector de respuestas de los receptores en el juego del ultimátum es una «medida de justicia».

Por tanto, cuando un proponente «racional» se ve en la situación de hacer una oferta en el juego del ultimátum lo que tiene que hacer es, en primer lugar, anticipar el nivel de justicia de su oponente y, solo entonces, hacer una oferta igual a ese valor crítico.

Sin embargo, puede ocurrir que el oferente tenga también criterios de justicia e, independientemente de lo que él crea que el receptor puede aceptar, quiera hacerle una oferta justa. Es decir, ofrecerle la mitad sin tener en cuenta lo que el otro esté esperando. Un proponente con estricto sentido de la justicia haría ofertas justas sin tener en cuenta los criterios de justicia de los demás.

Entonces nos encontramos en un punto de ambigüedad. No sabemos si el jugador 1 pasa mucho dinero al 2 por miedo a ser rechazado o por puras preferencias por la justicia. Para resolver este problema acudimos al juego del dictador.

A diferencia del ultimátum, en el dictador el jugador tipo 2 pasa a tener un rol pasivo. El jugador 1 hace una oferta y el jugador 2 la tiene que aceptar, sea cual sea. Dicho de otro modo, el jugador 2 no tiene la opción de rechazar la nada. En este sentido, cualquier donación positiva (cualquier reparto distinto del  $\{0\epsilon, 20\epsilon\}$ ) se interpreta como «puro altruismo». Diremos que los jugadores 1 son altruistas si hacen un reparto  $\{\epsilon, 20\epsilon - \epsilon\}$  para cualquier  $\epsilon > 0$ .

La estrategia de este trabajo es la siguiente: Hacemos a los sujetos jugar el tanto el juego del dictador como el del ultimátum. Para evitar posibles efectos de orden, la mitad hace el juego del ultimátum primero y la otra mitad juega el dictador primero. De este modo sabemos a nivel individual cuánto dinero pasan tanto en el ultimátum como en el dictador y calculamos la diferencia para cada *i*-sujeto:

$$D_i = \text{Transferencia}^u - \text{Transferencia}^d$$

Cuando esta diferencia es 0 significa que los sujetos pasan la misma fracción del pastel en ambos casos. Si es negativa que pasa menos en ultimátum que en dictador y si es positiva que sus transferencias en el ultimátum son mayores que en el dictador. Nos interesan dos casos:

- ii) diremos que un «sujeto es estratégico» si pasa más dinero en el ultimátum que en el dictador. La diferencia entre uno y otro no puede venir explicada por otra cosa que por «riesgo estratégico», es decir, sujetos que anticipan el comportamiento de los demás.
- iii) por el contrario, cuando la diferencia vale 0, el sujeto toma la misma decisión en los dos entornos lo que quiere decir no es estratégico en el ultimátum ya que solamente usa sus preferencias para elegir su estrategia.

El objetivo de este trabajo es comprobar si los sujetos con mayor exposición fetal a la testosterona son más estratégicos. La respuesta va a ser positiva.

## RESULTADOS †

Cuando cruzamos los datos de los dos juegos en nuestro experimento encontramos los siguientes resultados.

**CUADRO 2**  
**COMPORTAMIENTO ESTRATÉGICO Y D2:D4**

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
D2:D4 D	-3,490** (1,581)	-3,539** (1,587)				
D2:D4 I			-3,242* (1,670)	-3,313** (1,673)		
D2:D4 m					-3,939** (1,780)	-4,011** (1,785)
mujer	0,185 (0,116)	0,202* (0,116)	0,167 (0,115)	0,185 (0,115)	0,181 (0,116)	0,198* (0,116)
edad	-0,0464* (0,025)	0,287 (0,245)	-0,0515** (0,025)	0,281 (0,248)	-0,049* (0,025)	0,279 (0,243)
edad <sup>2</sup>		-0,007 (0,005)		-0,007 (0,005)		-0,007 (0,005)
paro	-0,301 (0,255)	-0,310 (0,260)	-0,318 (0,255)	-0,329 (0,260)	-0,307 (0,255)	-0,316 (0,260)
numero	0,013 (0,0540)	0,009 (0,054)	0,012 (0,054)	0,009 (0,054)	0,0130 (0,054)	0,009 (0,0543)
riesgo1	-0,403** (0,181)	-0,397** (0,182)	-0,403** (0,181)	-0,398** (0,182)	-0,399** (0,181)	-0,393** (0,182)
riesgo2	0,232** (0,113)	0,247** (0,114)	0,239** (0,113)	0,254** (0,114)	0,238** (0,113)	0,253** (0,114)
riesgo3	0,115 (0,160)	0,105 (0,162)	0,081 (0,162)	0,072 (0,163)	0,085 (0,162)	0,076 (0,163)
ok5	0,139** (0,069)	0,141** (0,069)	0,143** (0,070)	0,144** (0,070)	0,141** (0,069)	0,143** (0,070)
c	3,431** (1,605)	-0,141 (3,106)	3,326* (1,708)	-0,208 (3,175)	3,922** (1,788)	0,434 (3,188)
n	629	629	628	628	628	628

Notas: Errores estándar robustos entre paréntesis; \*\*\* p<0,01, \*\* p<0,05, \* p<0,1. D2:D4 D (I) {m} representa mano Derecha (Izquierda) {media}. Paro significa que está desempleado, numero hace referencia al tamaño del hogar. Riesgo1=1 si elige no arriesgarse en una lotería sobre ganancia, Riesgo2=1 si elige la opción arriesgada y no el valor seguro, Riesgo3=1 si elige riesgo en una lotería con posibles pérdidas). ok5 es la puntuación en un test cognitivo. El modelo incluye también renta personal (no significativa y no reportada).

FUENTE: Elaboración propia.

Se cumple que:

- D > 0 para 207 sujetos (32,960%),
- D = 0 para 367 (58,439%),
- D < 0 para 64 (10,191%).

Por tanto, el 60% no cambió su comportamiento de un entorno al otro mientras que el 10% reacciona a la inversa, esto es, dono más dinero cuando no tenía la obligación, lo que está relacionado con la «motivación intrínseca». Un 33% de los sujetos se comportan de manera estratégica.

Nuestro objetivo es testar si la mayor exposición a la testosterona predice ese comportamiento «estratégico». La variable «estratégico» toma valor 1 si el sujeto pasa más dinero en el ultimátum que en el dictador (es decir lo que hizo el 33% de la población). Para los otros dos casos –ofertas iguales o menores– la variable toma valor 0. El cuadro 2 presenta una serie de estimaciones del sobre el impacto del D2:D4 en la probabilidad de ser estratégico. El método estadístico es un «modelo probit». Todos los modelos controlan por el orden del experimento y los errores controlan el efecto sesión.

Las columnas 1 y 2 usan el D2:D4 de la mano derecha, la 3 y la 4 la mano izquierda y las últimas dos, la

media de la derecha y la izquierda. La estimación utiliza controles para acotar al máximo el efecto del D2:D4. Las variables asociadas con comportamiento arriesgado (riesgo 1 y 2) tienen un impacto en la probabilidad de ser estratégico y, de la misma manera, las habilidades cognitivas (ok5) también.

Si nos centramos en las variables que nos interesan –el D2:D4 de la mano derecha, izquierda y la media de las dos– la respuesta es inmediata. Los sujetos más masculinos tienden a ser más estratégicos. El impacto negativo del D2:D4 en el comportamiento estratégico es sistemático: ocurre con la mano derecha, con la izquierda y con la media de las dos.

Por tanto, y para una muestra muy grande, nuestro trabajo muestra que la exposición a la testosterona en la barriga de la madre impacta en como los sujetos juegan en el laboratorio muchos años después, al menos 18. Y además impacta de una manera muy concreta: los sujetos con mayor exposición se vuelven estratégicos y juegan como dice el equilibrio de Nash.

## DISCUSION ‡

Este trabajo estudia si el D2:D4, una proxy de la exposición fetal a la testosterona antes de la semana ca-

torce del embarazo, impacta en la manera en que los sujetos se enfrentan al juego del ultimátum en un laboratorio de economía experimental no menos de dieciocho años más tarde. Y la respuesta es afirmativa. Los sujetos con menor D2:D4, o dicho de otro modo los más masculinos tienden a ser más estratégicos. El impacto del D2:D4 en el comportamiento estratégico es sistemático y se observa tanto con la mano derecha como con la izquierda (o con la media de las dos).

¿Porque esto es importante? Porque estamos mostrando que el comportamiento de un sujeto en el laboratorio viene (parcialmente) determinado por algo que:

- ocurrió antes de que naciera
- tiene un fuerte componente aleatorio.

Si tomamos las dos cosas juntas estamos diciendo, en primer lugar, que hay un origen biológico en las preferencias y que, además, dichas preferencias tienen cierta aleatoriedad.

Además, mientras que el D2:D4 aparece como un determinante significativo del comportamiento estratégico otras variables como la «renta» o estar desempleado no aparecen como relevantes. Dicho de otro modo, cosas que pasaron hace 20 años importan y cosas que están pasando ahora no.

Y este es el debate sobre *Nurture* o *Nature*. Si la educación importa, si el esfuerzo de los padres importa, si los vecinos importan, si las instituciones y la sociedad modelan a los sujetos. Nuestro trabajo, evidentemente no pone en duda lo anterior pero da un contra-ejemplo: es como si las preferencias tuvieran un origen muy primitivo e idiosincráticamente único para cada sujeto.

(\*) Quiero agradecer a Balint Lenkei (estudiante de doctorado conmigo en Middlesex) por su valiosa ayuda como asistente de investigación. También quiero dar las gracias a todos los que hicieron posible este experimento enorme: Antonio Espin, Filippos Exadaktylos y Levent Neyse. Ellos fueron mis estudiantes de doctorado en Granada y ahora andan conociendo mundo. Finalmente, a Tere Garcia que siempre sabe qué hacer con los datos.

## NOTAS †

- [1] El *special issue* sobre D2:D4 de *Personality and Individual Differences*, publicado en 2011 (editado por Martin Voracek), es un buen ejemplo.
- [2] Esta sección y la siguiente están inspiradas en Branas-Garza *et al.* (2011, 2013, 2016).
- [3] Apicella *et al.* (2015) hace un excelente resumen de este problema.

## BIBLIOGRAFÍA ‡

APICELLA, C.L.; DREBER, A., CAMPBELL, B.; GRAY, P.B.; HOFFMAN, M., LITTLE, A.C. (2008). «Testosterone and financial risk preferences». *Evolution and Human Behavior*, n° 29, pp. 384-390.

APICELLA, C.L.; CARRÉ, J.M. y DREBER, A. (2015). «Testosterone and economic risk taking: A Review. *Adaptive*». *Human Behavior and Physiology*, n° 1, pp. 358-385.

ARNOLD A.P. y BREEDLOVE S.M. (1985). «Organizational and activational effects of sex steroids on brain and behavior: a re-analysis». *Hormones and Behavior*, vol. 19, n° 4, pp. 469-498.

BOSCH-DOMÈNECH, A.; BRAÑAS-GARZA, P. y ESPÍN, A. (2014). «Can exposure to prenatal sex hormones (2D:4D) predict cognitive reflection?». *Psychoneuroendocrinology* n° 43, pp. 1-10.

BOSCH-ROSA, C. (2016). «A tall of two tales: Preferences of neutral third-parties in three-players ultimatum games». *Mimeo*. CUNEF Madrid.

BRAÑAS-GARZA, P.; GALIZZI, M. y NIEBOER, J. (2016). «Experimental and self-reported measures of risk taking and digit ratio (2D:4D): Evidence from a large, systematic study». *Mimeo*

BRAÑAS-GARZA, P.; KOVARIK, J. y NEYSE, L. (2013). «Second-to-fourth digit ratio has a non-monotonic impact on altruism». *PLoS ONE*, vol. 8, n° 4 pp. e60419.

BRAÑAS-GARZA, P. y RUSTICHINI, A. (2011). «Organizing effects of testosterone on economic behavior: Not just risk taking». *PLoS ONE*, vol.6, n° 12, pp. e0029842.

BRAÑAS-GARZA, P.; COBO-REYES, R. Y DOMINGUEZ, A. (2006). «Eso no esta bien: Gypsy fairness in Vallecas». *Experimental Economics*. vol. 9, n° 3, pp. 253-264.

BROWN, W.M.; HINES, M.; FANE, B.A. Y BREEDLOVE, S.M. (2002). «Masculinized finger length patterns in human males and females with congenital adrenal hiperplasia». *Hormones and Behavior*, vol. 42, n° 4, 380-386.

CECCHI, F. y DUCHOSLAV, I. (2016). «Prenatal Trauma and Cooperation. Evidence from a Public Goods Game in Post-Conflict Uganda». *Mimeo*.

CESARINI, D.; DAWES, C.T.; JOHANNESSEN, M.; LICHTENSTEIN, P. y WALLACE, B. (2009). «Genetic Variation in Preferences for Giving and Risk-Taking». *The Quarterly Journal of Economics*, n° 124, 809-842.

COATES J.M. y HERBERT, J. (2008). «Endogenous steroids and financial risk taking on a London trading floor». *Proceedings of the National Academy of Sciences of USA*, n° 105, pp. 6167-6172.

COATES, J.M.; GURNELL, M. y RUSTICHINI, A. (2009). «Second-to-fourth digit ratio predicts success among high-frequency financial traders». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol.106, n° 2, pp. 623-628.

CRONQVIST, H.; PREVITERO, A.; SIEGEL, S. y WHITE, R.T. (2016). «The fetal origins hypothesis in finance: prenatal environment and financial risk taking». *Review of Financial Studies*, n° 29, pp. 739-786.

DALTON, P.S. y GHOSAL, S. (2014). «Self-confidence, overconfidence and prenatal testosterone exposure: evidence from the lab». *Mimeo*. Tilburg University.

DREBER, A. y HOFFMAN M (2007). «Portfolio selection in utero». *Mimeo*, Stockholm School of Economics.

DREBER, A.; APICELLA, C.L.; EISENBERG, D.T.A.; GARCIA, J.R.; ZAMOREE, R.S.; LUME, J.K. y CAMPBELL, B. (2009). «The 7R polymorphism in the dopamine receptor D4 gene (DRD4) is associated with financial risk taking in men». *Evolution and Human Behavior*, n° 30, pp. 85-92.

EXADAKTYLOS, F.; ESPÍN, A.M. y BRAÑAS-GARZA, P. (2013). «Experimental subjects are not different». *Scientific Reports*, n° 3, p.1213.

FINEGAN, J.K.; BARTLEMAN, B. y WONG, P.Y. (1989). «A window for the study of prenatal sex hormone influences on postnatal development». *The Journal of Genetic Psychology*, n° 150, pp.101-112.

GALIS, F.; TEN BROEK, C.M.A.; VAN DONGEN, S. y WIJNAENDTS, L.C.D. (2010). «Sexual Dimorphism in the Prenatal Digit Ratio (2D:4D)». *Archives of Sexual Behavior*, vol. 39, n°1, pp. 57-62.

- GALIZZI, M.M. y NIEBOER, J. (2015). «Digit ratio and altruism: evidence from a large, multi-ethnic sample». *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, n° 9, 41, doi: 10.3389/fnbeh.2015.00041.
- GITAU, R.; ADAMS, D.; FISK, N.M. y GLOVER, V. (2005). «Fetal plasma testosterone correlates positively with cortisol». *Archives of Disease in Children. Fetal and Neonatal Edition*, n° 90, pp. F166-F169.
- GOY, R.W. y MCEWEN, B.S. (1980). *Sexual differentiation of the brain*. Cambridge, MA: MIT Press.
- HERNÁNDEZ, P. y PAVAN, M. (2011). «Teoría de Juegos». En: P. Brañas-Garza (ed.), *Economía Experimental*, Barcelona: Antoni Bosch.
- HÖNEKOPP, J.; BARTHOLDT, L.; BEIER, L. y LIEBERT, A. (2007). «Second to fourth digit length ratio (2D:4D) and adult sex hormone levels: new data and a meta-analytical review». *Psychoneuroendocrinology*, n° 32, pp. 313-321.
- HÖNEKOPP, J. y WATSON, S. (2010). «Meta-analysis of digit ratio 2D:4D shows greater sex difference in the right hand». *American Journal of Human Biology*, 22(5), 619-30.
- HÖNEKOPP, J. (2011). «Relationships between digit ratio 2D:4D and self-reported aggression and risk taking in an online study». *Personality and Individual Differences*, vol. 51, n° 1, pp. 77-80.
- IOANNIDIS, J.P.A. (2005). «Why most published research findings are false». *PLOS Medicine*, n° 2, pp. 696-701.
- JACKSON, D.N.; HOURANY, L. y VIDMAR, N.J. (1972). «A four-dimensional interpretation of risk taking». *Journal of Personality*, vol. 40, n° 3, pp. 483-501.
- KIM, T.B.; OH, J.K.; KIM, K.T.; YOON, S.J. y KIM, S.W. (2015). «Does the Mother or Father Determine the Offspring Sex Ratio? Investigating the Relationship between Maternal Digit Ratio and Offspring Sex» Ratio. *PLoS ONE*, vol. 10, n° 11, pp. e0143054.
- KOVARIK, J.; BRAÑAS-GARZA, P.; DAVIDSON, M.; HAIM, D.; CARCELLI, S. y FOWLER, J. (2017). «Prenatal Sex Hormones and Social Integration». *Network Science*, en prensa.
- KUHNEN CM. y CHIAO JY (2009). «Genetic determinants of financial risk taking». *PLoS ONE*, vol. 4, n° 2, pp. e4362. doi:10.1371/journal.pone.0004362
- LUTCHMAYA, S.; BARON-COHEN, S.; RAGGATT, P.; KNICKMEYER, R. y MANNING, J. (2004). «2nd to 4th digit ratios, fetal testosterone and estradiol». *Early Human Development*, n° 77, pp. 23-28, doi: 10.1016/j.earlhumdev.2003.12.002
- MALAS M.A.; DOGAN S.; EVCIL E.H. y DESDICIOGLU K. (2006). «Fetal development of the hand, digits and digits ratio (2D:4D)». *Early Human Development*, n° 82, pp. 469-475.
- MANNING, J.T.; FINK, B. y TRIVERS, R. (2014). «Digit ratio (2D:4D) and gender inequalities across nations». *Evolutionary Psychology*, vol. 12, n° 4, pp. 757-768.
- MANNING, J.T.; KILDUFF, L.P. y TRIVERS, R. (2013). «Digit ratio (2D:4D) in Klinefelter's syndrome». *Andrology*, vol. 1, n° 1, pp. 94-99.
- MANNING, J.T. (2002). *Digit ratio: a pointer to fertility, behavior, and health*. New Brunswick, NJ: Rutgers University Press.
- NEAVE, N.; LAING, S.; FINK, B. y MANNING, J. T. (2003). «Second to fourth digit ratio, testosterone and perceived male dominance». *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, n° 270(1529), pp. 2167-2172.
- NEYSE, L. y BRAÑAS-GARZA, P. (2014). «Digit ratio measurement guide». *MPPRA Working Paper*, pp. 54134.
- NEYSE, L.; BOSWORTH, S.; RING, P. y SCHMIDT, U. (2016). «Overconfidence, Incentives and Digit Ratio». *Scientific Reports*, n° 6, pp 23294.
- NEYSE, L.; FRIEDL, A. Y SCHMIDT, U. (2016b). «Payment Schemes, Effort Provision and Prenatal Testosterone Exposure». *Mimeo*.
- PEARSON, M. y SCHIPPER, B.C. (2012). «The visible hand: finger ratio (2D:4D) and competitive bidding». *Experimental Economics*, n° 15, pp.510-529.
- RODECK, C.H.; GILL, D.; ROSENBERG, D.A. y COLLINS, W.P. (1985). «Testosterone levels in midtrimester maternal and fetal plasma and amniotic fluid». *Prenatal Diagnosis*, n° 5, pp. 175-181.
- ROSENTHAL, R. (1979). «The file drawer problem and tolerance for null results». *Psychological Bulletin*, n° 86, pp. 638-641.
- SAPIENZA, P.; ZINGALES, L. y MAESTRIPIERI, D. (2009). «Gender differences in financial risk aversion and career choices are affected by testosterone». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 106, n° 36, p. 15268-15273.
- SCHWERDTFEGGER, A.; HEIMS, R. y HEER, J. (2010). «Digit ratio (2D:4D) is associated with traffic violations for male frequent car drivers». *Accident Analysis & Prevention*, n° 42, pp. 269-274.
- SIMONSOHN, U.; NELSON, L.D. y SIMMONS, J.P. (2014). «P-curve: a key to the file-drawer». *Journal of Experimental Psychology: General*, vol. 143, n° 2, pp- 534-547.
- TESTER N. y CAMPBELL A. (2007). «Sporting achievement: what is the contribution of digit ratio?». *Journal of Personality*, vol. 75, n° 4, pp. 663-77.
- TRIVERS, R., MANNING, J. y JACOBSON, A. (2006). «A longitudinal study of digit ratio (2D: 4D) and other finger ratios in Jamaican children». *Hormones and Behavior*, vol. 49, n° 2, pp. 150-156.
- VAN ANDERS, S.M.; VERNON, P.A. y WILBUR, C.J. (2006). «Finger-length ratios show evidence of prenatal hormone-transfer between opposite-sex twins». *Hormones and Behavior*, 49, vol.3, pp. 315-319.
- VENTURA, T.; GOMES, M. C.; PITA, A.; NETO, M.T. y TAYLOR, A. (2013). «Digit ratio (2D:4D) in newborns: influences of prenatal testosterone and maternal environment». *Early Human Development*, vol. 89, n° 2, pp- 107-112.
- VORACEK, M. y DRESSLER, S.G. (2007). «Digit ratio (2D:4D) in Twins: Heritability estimates and evidence for a masculinized trait expression in women from opposite-sex pairs». *Psychological Reports*, n° 100, pp. 115-26.
- ZHENG, Z. y COHN, M.J. (2011). «Developmental basis of sexually dimorphic digit ratios». *Proceedings of the National Academy of Sciences*, n° 108, pp.16289-16294. doi: 10.1073/pnas.1108312108
- ZHONG, S.; CHEW, S.H.; SET, E.; ZHANG, J.; XUE, H., SHAM, P.C., EBSTEIN, R.P. e ISRAEL, S. (2009). «The heritability of attitude toward economic risk». *Twin Research and Human Genetics*, vol. 12, n° 1, pp. 103-107.