



“LOS EFECTOS DE LA SALUD AL NACER:
EVIDENCIA INTERGENERACIONAL PARA CHILE DE LAS
DIFERENCIAS DE PESO AL NACER EN GEMELAS”

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN ANÁLISIS ECONÓMICO

Autora: Cristina Persico Blanco

Profesor guía: Damian Clarke.

Santiago de Chile

Julio, 2022

Highlights

- Using a twin F.E. model, the effect of low birth weight (LBW) on self-health and its intergenerational transmission are examined.
- Higher BW reduces infant mortality and early hospitalizations for twins. These effects are exacerbated in lower BW groups.
- The effect dissipates over time when considering long-term hospitalizations for the twins.
- However, the intergenerational transmission of BW is found. This effect is concentrated among higher BW groups.
- Thus, concern should not focus exclusively on the underweight population, as is often assumed.

Resumen

Los bebés con peor salud neonatal experimentan problemas de desarrollo cada vez más graves. Dentro de la economía, esta hipótesis ha ganado aceptación como explicación principal de las correlaciones entre el peso al nacer, un indicador indirecto de la salud neonatal y los resultados en adultos. Utilizando datos administrativos de todos los nacimientos de gemelos ocurridos entre 1992 y 2018 en Chile, estudiamos el impacto causal del bajo peso al nacer utilizando un modelo de efectos fijos de gemelos, para descartar los factores no observados y aislar efectos más precisos del peso al nacer. Encuentro que el bajo peso al nacer está relacionado con la mortalidad infantil, las hospitalizaciones tempranas y el bajo peso al nacer en la próxima generación. Estos efectos son generalmente pequeños. Sin embargo, los efectos positivos de aumentar el peso al nacer varían según la distribución del peso al nacer.

Abstract

Babies with poorer neonatal health experience more and more severe developmental problems. Within economics, this hypothesis has gained acceptance as a leading explanation for the correlations between birth weight, a proxy for neonatal health, and adult outcomes. Using administrative data of all twin-births occurring between 1992 and 2018 in Chile, we study the causal impact of low birth weight using a twin fixed effect model, to rule out the unobserved factors and to isolate more precise effects of birth weight. I find that low birth weight is related to infant mortality, early hospitalizations, and low birth weight in the next generation. These effects are generally small. However, the positive effects of incrementing birth weight vary across the birth-weight distribution.



Índice

1. Introducción	5
2. Salud temprana en la literatura económica	7
3. Marco conceptual y estrategia de identificación	9
4. Datos	11
4.1. Contexto sobre el peso al nacer	12
4.2. Estadística Descriptiva	13
5. Resultados	17
5.1. Efecto lineal del peso al nacer	17
5.2. Efecto no lineal del peso al nacer	20
6. Análisis adicional sobre el efecto del peso al nacer	22
6.1. Selección de muestra	22
6.2. Cigocidad	23
6.3. Inversiones postnatales	24
7. Conclusión	25
8. Anexos	30

1. Introducción

Existe abundante evidencia científica que sugiere que el período prenatal está entre las etapas más críticas del desarrollo de la vida (Almond & Currie, 2011). Dentro de esta literatura, el peso al nacer se ha utilizado de forma rutinaria como medida de la salud neonatal, tanto como un insumo en la producción del desarrollo humano, como un resultado para evaluar el impacto de las inversiones prenatales. Sin embargo, buena parte de la literatura se centra en el hemisferio norte y poco se sabe de esto para Chile. En este contexto, se busca determinar de manera causal el efecto del peso al nacer sobre resultados posteriores para contribuir a esta literatura con evidencia chilena. Con este objetivo, y siguiendo el enfoque metodológico utilizado por Royer (2009), este estudio se basa en comparaciones de gemelas estimando por efectos fijos.

Iniciado por el enfoque de los orígenes fetales¹(Barker, 1990, 1995; Barker & Osmond, 1986) y elaborado por las teorías de la formación temprana del capital humano (Cunha & Heckman, 2007; Heckman, 2006, 2007), este enfoque indica que el periodo prenatal tendría consecuencias importantes en el bienestar de las personas. Algunos de estos efectos son inmediatos y se traducen en mortalidad infantil y problemas de salud al nacer (Conley et al., 2003) y adversidad en la infancia, como problemas de comportamiento y del desarrollo cognitivo (Chatterji et al., 2014), mientras que otros son latentes y emergen solo en la edad adulta, como presión arterial alta y parálisis cerebral (Barker, 1990, 1995; Chen & Zhang, 2011), o repercuten a lo largo de la vida, como menor coeficiente intelectual o estado de salud autoinformado más pobre (Dessi et al., 2013),

No es sorprendente que el peso al nacer sea la medida principal de la salud de un bebé en la mayoría de los análisis de bienestar infantil en la investigación económica. Este indicador es relativamente fácil de medir y contiene pocos errores de medición, particularmente cuando se obtiene de registros vitales. Es una variable continua que permite distinguir entre muy bajo peso al nacer (MBPN; <1.500 g), bajo peso al nacer (BPN; <2.500 g), peso normal (2.500–4.000 g) y macrosomía (>4.000 o >5.000 g). Además, es una medida sensible que refleja los niveles de atención de la salud materna.

Las pruebas empíricas de la hipótesis de los orígenes fetales en humanos son difíciles de realizar porque los nutrientes fetales son normalmente resultado de muchos factores económicos y sociales, y no se asignan aleatoriamente. Los investigadores han utilizado varias estrategias empíricas para abordar estas limitaciones (ver Sección 2). Este estudio usa las comparaciones de gemelas, relacionando las diferencias dentro de la pareja de gemelas en el peso al nacer con las diferencias en los resultados en salud propia y la de su descendencia.

Debido a que los gemelos comparten el mismo embarazo y los mismos genes, cualquier característica de la madre y el embarazo es equivalente y dará cuenta de cualquier fuente de variación genética que pueda estar correlacionada tanto con el peso al nacer como con el resultado de interés. En otras palabras, este enfoque es útil porque un gemelo es un contrafactual casi ideal del otro. Además, investigaciones recientes argumentan que la variación en la absorción de nutrientes fetales es la principal fuente de variación en el peso al nacer dentro de la pareja de gemelos (Almond et al., 2005; Lucas et al., 2001). Así, esta sería una prueba directa y limpia de la hipótesis de los orígenes fetales.

¹Esta hipótesis declara que la enfermedad coronaria, los accidentes cardiovasculares, la diabetes tipo 2 y la hipertensión, se originan en adaptaciones del feto a la malnutrición.

Utilizando datos administrativos de Chile² para vincular los registros de nacimiento de los(as) niños(as) nacidos(as) entre 1992 y 2018, con sus registros de defunción, hospitalización y posible nacimiento futuro, nuestro objetivo principal es estimar los impactos del peso al nacer sobre la salud inicial y posterior de las gemelas y sobre la salud inicial de su descendencia.

Los resultados analizados en este estudio se pueden dividir en tres categorías. Primero, investigamos el efecto del peso al nacer sobre los resultados de salud tempranos. Para ello, utilizamos toda la muestra de pares de gemelas. Segundo, investigamos el efecto de largo plazo del peso al nacer para estas gemelas, en torno a las complicaciones en el embarazo y el nivel de educación de la madre al momento de dar a luz a su primer hijo(a). Tercero, investigamos el efecto del peso al nacer de las gemelas sobre los resultados de salud de corto plazo para su descendencia, como el peso y talla al nacer, duración gestacional y hospitalizaciones tempranas. Para las dos últimas categorías, utilizamos la muestra de gemelas condicional a que se observa, para ambas, el nacimiento de su primer hijo(a).

Finalmente, investigamos si los efectos del peso al nacer son no lineales. Comprender no solo si, sino también cómo, los aumentos en el peso al nacer en diferentes puntos de la distribución del peso al nacer impactan en los resultados posteriores es fundamental para diseñar políticas específicas y rentables.

Si bien es probable que las intervenciones y las políticas públicas destinadas a mejorar la salud infantil en general, incluida la reducción de la incidencia de bajo peso al nacer, tengan beneficios tanto a corto como a largo plazo, una comprensión más clara de las causas y consecuencias de la mala salud infantil solo puede ayudar a mejorar la eficacia tanto de la atención sanitaria como de las políticas públicas.

Encontramos que mayor peso al nacer reduce significativamente la mortalidad infantil y las hospitalizaciones tempranas para las gemelas, y estos efectos se concentran en la cola inferior de la distribución de peso al nacer (< 2.500 g). El efecto se disipa en el tiempo en torno a los resultados de largo plazo para las gemelas. Sin embargo, se verifica la transmisión intergeneracional del peso al nacer y este efecto se concentra en la cola superior de la distribución (2.500 g+).

Aunque estimar los efectos del peso al nacer a través de comparaciones de gemelas es teóricamente atractivo, existen algunas amenazas potenciales para la validez. (i) La inversión externa de los padres y los proveedores de atención médica, que puede variar sistemáticamente con el peso al nacer. (ii) La selección de la muestra. (iii) La imposibilidad de distinguir la cigocidad en los datos. Sin embargo, para cada una de estas amenazas se proporcionan pruebas, tanto estadísticas como argumentativas a partir de la literatura existente, y se determina que estas no son críticas para estimar el efecto puro del peso al nacer.

En la siguiente sección se revisa la literatura pertinente al estudio. En la Sección 3 se describe la estrategia de identificación. La Sección 4 describe los datos y proporciona estadísticas descriptivas. La Sección 5 presenta los principales hallazgos de este estudio, mientras que la Sección 6 implementa comprobaciones de robustez. Discutimos las implicaciones de nuestros resultados para la política y la literatura económica más amplia y concluimos en la Sección 7.

²A partir de los datos proporcionados por el Ministerio de Salud, del departamento de estadística e información de salud (DEIS).

2. Salud temprana en la literatura económica

En esta sección revisamos artículos clave en la literatura económica que han examinado las consecuencias de la salud en los primeros años de vida. Nos enfocamos principalmente en aquellos que han estudiado el peso al nacer utilizando un enfoque de efectos fijos de gemelos.

El peso al nacer se ha utilizado habitualmente en la literatura económica como medida de la dotación al nacer, tanto como determinante de los resultados posteriores (*input*), al examinar las consecuencias a largo plazo de la salud en los primeros años de vida (Behrman & Rosenzweig, 2004; Black et al., 2007; Royer, 2009) y como resultado en sí mismo (*output*), al analizar, por un lado, el impacto de las conductas maternas en el embarazo (Rosenzweig & Schultz, 1983; Corman et al., 1985; Rosenzweig & Wolpin, 1991, 1995; Currie & Moretti, 2003), y, por otro, políticas prenatales o programas sociales, que suelen utilizar el peso al nacer como indicador principal de la efectividad de dichos programas (por ejemplo, Currie & Cole (1993); Currie & Gruber (1996); Clarke et al. (2020)).

Behrman & Rosenzweig (2004) utilizan una muestra de gemelas del registro de Minnesota. A diferencia de la mayoría de la literatura, utilizan el peso total al nacer dividido por la duración de la gestación como su medida de salud temprana. Encuentran que un aumento de 0.4 oz./semana (que corresponde a un aumento en el peso al nacer de 453 g) resulta en casi un tercio de un año más de escolaridad, un aumento de 15 cm en la estatura adulta y un aumento del 7 por ciento en salarios. No se encuentran efectos sobre el IMC, o sobre el peso al nacer de los hijos de las gemelas. Curiosamente, para la educación y los salarios, sus estimaciones de efectos fijos son mayores que las estimaciones de los mínimos cuadrados ordinarios (OLS), lo que sugiere una correlación negativa entre el peso al nacer y las dotaciones no observadas. Cabe señalar que estudios recientes han argumentado sobre el problema de utilizar el cociente simple del peso al nacer y la edad gestacional como variable de interés. Este cociente está fuertemente correlacionado con el peso al nacer porque el crecimiento fetal no es lineal y se recupera más adelante en el embarazo (Torche & Conley, 2015).³

Almond et al. (2005) estiman el impacto del bajo peso al nacer en los costos hospitalarios, la mortalidad infantil, el uso de ventiladores asistidos y las puntuaciones de Apgar⁴. A diferencia de Behrman & Rosenzweig (2004), sus estimaciones de efectos fijos de gemelos son mucho más pequeñas que las de OLS: un aumento de una desviación estándar (D.E) en el peso al nacer (667 g) reduce la mortalidad neonatal y de 1 año en 0,078 y 0,061 de una D.E, respectivamente, y aumenta la puntuación de Apgar a los 5 minutos en 0,056 de una D.E. El tamaño y la significancia estadística de los impactos tienden a disminuir a lo largo de la distribución del peso al nacer. En este estudio, los autores también explotan una fuente diferente de variación en el peso al nacer, alternativa a la comparación dentro de pares de gemelas. Utilizando un enfoque de emparejamiento por puntaje de propensión, estudian la diferencia de peso al nacer impulsada por el tabaquismo materno durante el embarazo. Encuentran que los recién nacidos de madres fumadoras tienen un peso más bajo al nacer, pero no hay diferencias perceptibles en la mortalidad infantil o puntajes de Apgar. Por lo tanto, Almond et al. (2005) señalan que el bajo peso al nacer puede tener (o no) consecuencias negativas, dependiendo de lo que lo causó

³La medida correcta es el percentil de peso al nacer específico para la edad gestacional y el sexo, a veces dicotomizado para distinguir a los bebés pequeños para la edad gestacional (SGA) con pesos al nacer por debajo del percentil 10 específico para la edad gestacional (Battaglia & Lubchenco, 1967).

⁴La puntuación de Apgar es un número del 1 al 10 que indica el estado de salud de un recién nacido al nacer, basado en cinco categorías: apariencia, frecuencia del pulso, gestos (reflejos), actividad y esfuerzo respiratorio.

en primer lugar (por ejemplo, mala nutrición o tabaquismo). Por lo tanto, algunas políticas pueden ser efectivas para aumentar el peso al nacer, pero no para mejorar los resultados inmediatos, según la naturaleza de la intervención.

Black et al. (2007) examinan los efectos a corto y largo plazo del peso al nacer, utilizando grandes datos administrativos de Noruega. Encuentran que, si bien las estimaciones de efectos fijos de gemelas son más pequeñas que las estimaciones de MCO para los resultados a corto plazo, ocurre lo contrario para los resultados a largo plazo, lo que concilia los resultados de **Behrman & Rosenzweig (2004)** y de **Almond et al. (2005)**. Sus resultados muestran que un aumento del 10 por ciento en el peso al nacer se traduce en aproximadamente 0,57 cm de altura adicional a los 18 años, un aumento de 0,06 en la puntuación de coeficiente intelectual, 1 punto porcentual de aumento en la finalización de la educación secundaria y 1,5 por ciento de aumento en el peso al nacer del primer hijo. Si bien existen no linealidades significativas en la relación entre el peso al nacer y la mortalidad (con efectos significativamente mayores para los bebés más pequeños), la relación entre el peso al nacer y los demás resultados es notablemente constante en toda la distribución.

Oreopoulos et al. (2008) analizan tres medidas neonatales (peso al nacer, edad gestacional y puntuación de Apgar) utilizando datos administrativos de Canadá y examinan los resultados tanto entre hermanos como entre gemelos. Confirman para Canadá los resultados de **Almond et al. (2005)** para los Estados Unidos, es decir, que un mayor peso al nacer reduce la mortalidad al año solo para los bebés de muy bajo peso al nacer. Los resultados a largo plazo difieren un poco entre la muestra de hermanos y gemelos, aunque en general no son sensibles a la medida del recién nacido utilizada en cada muestra.

Royer (2009) usa datos administrativos en una muestra de gemelas de California y encuentra, en cambio, que las estimaciones de EF de gemelas son consistentemente más pequeñas que los resultados de OLS para los resultados a corto y largo plazo: en su muestra, el aumento de un kg en el peso al nacer se asocia con un aumento en la educación de 0,16 de un año y un aumento en el peso al nacer del propio hijo de 70 gramos. Es importante destacar que encuentra evidencia significativa de no linealidades, por lo que los efectos del aumento del peso al nacer son más fuertes en la salud (mortalidad infantil e hipertensión en adultos) por debajo del umbral de 2500 gramos, pero más grandes en la educación por encima de ese umbral, lo que sugiere que el peso al nacer podría representar diferentes dotaciones prenatales y afectar los resultados posteriores a través de diferentes mecanismos en varios puntos de su distribución.

Esta breve revisión revela que, aunque existe un consenso en la literatura de que el peso al nacer tiene efectos significativos en una variedad de resultados, estos efectos no son completamente consistentes entre los estudios y parecen mayores a largo plazo que a corto plazo. Esto sugiere que, más allá de las diferencias en la composición de la muestra y la especificación econométrica entre los estudios, el peso al nacer podría actuar como un indicador de otras dotaciones fetales y neonatales no medidas y, por lo tanto, afectar diferentes resultados a través de diferentes mecanismos.

Si bien la literatura económica reciente ha mejorado significativamente nuestro conocimiento sobre los efectos del peso al nacer en una variedad de resultados, también ha dejado varias preguntas sin respuesta. En particular, y aquella que motiva el presente estudio, ¿Qué está pasando en Chile, un país de ingresos medios y miembro de la OCDE, en torno a este tema?

3. Marco conceptual y estrategia de identificación

Esta sección analiza nuestro marco para cuantificar las consecuencias de la salud al nacer. Definimos el parámetro de interés, describimos nuestra estrategia de identificación, discutimos los determinantes potenciales del BPN y detallamos las variables de resultado utilizadas.

Para probar directamente la hipótesis de los orígenes fetales, un investigador necesitaría datos sobre la ingesta de nutrientes en el útero. Esta información generalmente no está disponible. Se utiliza el peso al nacer como *proxy*, posiblemente la mejor medida de los nutrientes fetales. Para describir el enfoque empírico, comenzamos con una relación lineal simple entre el peso al nacer y los resultados a largo plazo de la siguiente manera:

$$y_{ij} = \alpha + \beta x_{ij} + w_i' \gamma + \eta_{ij} \quad (1)$$

Donde y_{ij} es el resultado del recién nacido j para la madre i , x_{ij} es peso al nacer, w_i es un vector de determinantes de salud observables específicos de la madre (como la edad, educación, etc), y η_{ij} es un término de error que refleja determinantes de salud no observables específicos del nacimiento (como factores genéticos). La estimación de la sección transversal de la ecuación (1) por MCO generalmente conducirá a estimaciones sesgadas de β debido a la presencia de elementos de η_{ij} que influyen tanto en el peso al nacer, x_{ij} , como en los resultados, y_{ij} .

Por lo tanto, adoptamos un enfoque de efectos fijos de gemelos para la estimación. Los gemelos comparten la misma madre, por lo que la inclusión de efectos fijos controla efectivamente la edad, la educación, los antecedentes familiares, los comportamientos, así como los factores genéticos y otros factores específicos de la madre no observables. Para ver esto, escribimos el término de error no observado de la ecuación (1) como una función de las características de la familia o del hogar (h_i), los factores genéticos (g_{ij}) y un componente adicional no observado (u_{ij}):

$$\eta_{ij} = f(h_i, g_{ij}) + u_{ij} \quad (2)$$

Donde h_i es un término común, y $g_{i1} = g_{i2}$, donde $j \in \{1, 2\}$ denotan el primer y segundo hijo de una pareja de gemelos. Incluir los efectos fijos de la madre es equivalente a estimar la ecuación (1) en primeras diferencias:

$$y_{i2} - y_{i1} = \beta(x_{i2} - x_{i1}) + (u_{i2} - u_{i1}) \quad (3)$$

Dada la suposición de que las diferencias en los no observables dentro de la pareja de gemelas, u_{ij} , son independientes de las diferencias de peso al nacer dentro de la pareja de gemelas, x_{ij} , el estimador β_{FE} de efectos fijos de gemelas en la ecuación (3) es consistente. Es más probable que esta suposición se cumpla en el caso de los gemelas monocigóticas, quienes son genéticamente idénticas, que en el caso de gemelas dicigóticas, más conocidas como mellizas⁵. Nuestra muestra completa contiene gemelas monocigóticas y dicigóticas y, lamentablemente, no podemos distinguir un caso del otro.

En el caso de las mellizas, las diferencias genéticas podrían implicar que $(u_{i1} - u_{i2})$ está correlacionado con $(x_{i1} - x_{i2})$, lo que lleva a un β_{FE} que está sesgado. Sin embargo en la Sección 6 se ahonda en esta limitación y se argumenta que no es crítica para la correcta identificación del impacto del peso al nacer.

⁵Que en promedio comparten alrededor del 50% de los genes.

Finalmente, si los efectos del peso al nacer son no lineales, la ecuación (3) estará mal especificada ya que su supuesto explícito es uno de efectos lineales del peso al nacer. Para permitir efectos no lineales, estimo regresiones spline lineales por partes, que tienen la forma general:

$$y_{i2} - y_{i1} = \sum_{m=1}^{k-1} \beta^m (D_{i2}^m x_{i2}^* - D_{i1}^m x_{i1}^*) + (w_i - w_i)' \gamma + (u_{i2} - u_{i1}) \quad (4)$$

Donde k es el número de puntos de nudo, D_{ij}^m es una variable *dummy* igual a uno si el peso al nacer del gemelo j nacido de madre i es mayor que el punto de nudo m , y x_{ij}^* es el punto de nudo del peso al nacer para el segmento spline (por ejemplo, 1000 gramos).

El peso al nacer tiene dos determinantes inmediatos: la edad gestacional y el crecimiento fetal. Los gemelos no varían en edad gestacional, por lo que la única fuente de variación en el peso al nacer en gemelos son las diferencias en el crecimiento fetal. La comparación dentro de pares de gemelos se basa en la suposición de que la discrepancia de peso al nacer entre gemelos surge únicamente de diferencias aleatorias en el acceso a la ingesta nutricional (debido a la posición en el útero o a la unión del cordón umbilical a la placenta). Como resultado de esta aleatoriedad, el efecto capturado es el de los déficits nutricionales y de oxígeno únicamente en el útero.

Usamos 12 variables de resultado diferentes (y_{ij}) para caracterizar las consecuencias del bajo peso al nacer, las cuales se pueden dividir en tres categorías. En primer lugar, estudiamos los efectos del peso al nacer de las gemelas sobre sus resultados de salud de corto plazo. En particular, consideramos la (i) mortalidad infantil, que proviene de los registros de defunciones y se define como la mortalidad dentro del primer año de vida. (ii) Hospitalizaciones antes del primer año de vida y (iii) hospitalizaciones neonatales, donde en esta última, evaluamos específicamente las condiciones que tienen su origen en el período fetal o perinatal⁶. Ambos indicadores provienen de los registros de hospitalización de pacientes internados. Para este conjunto de resultados, utilizamos la muestra **incondicional** de gemelas. Esto es, todas las gemelas nacidas en Chile entre 1992 y 2018.

En segundo lugar, estudiamos los efectos del peso al nacer de las gemelas sobre algunos de sus resultados de largo plazo. En particular, consideramos la (i) educación de la madre, información que proviene del registro de nacimiento y es una medida al momento del parto y, por tanto, una medida ruidosa de su educación completa. (ii) Hospitalizaciones obstétricas y (iii) días de hospitalización obstétrica. Aquí evaluamos las hospitalizaciones por condiciones relacionadas o agravadas por el embarazo, parto o puerperio (causas maternas o causas obstétricas). En este caso y para el siguiente conjunto de resultados, utilizamos la muestra **condicional** de gemelas. Esto es, aquellas gemelas nacidas en Chile entre 1992 y 2018 para las cuales se observa un primer nacimiento para ambas.

En tercer lugar, estudiamos los efectos del peso al nacer de las gemelas sobre los resultados de salud de corto plazo para su primer hijo(a). En particular, consideramos el (i) peso al nacer, para examinar si existe o no evidencia de transmisión intergeneracional del peso al nacer. Si la gemela es observada teniendo un primer embarazo del tipo múltiple, ella, y su pareja gemela, son eliminadas de la muestra condicional⁷. (ii) Talla al nacer, (iii) semanas gestacionales, (iv) hospitalizaciones antes del primer año, (v) hospitalizaciones neonatales y (vi) días de hospitalización neonatal.

⁶ Antes del nacimiento hasta los primeros 28 días después del nacimiento.

⁷ Según los datos, solo 15 gemelas son observadas en este caso (se eliminan 30 observaciones).

4. Datos

Los datos sobre el peso al nacer y la información de antecedentes de los padres provienen de un conjunto de datos proporcionado por el Ministerio de Salud del gobierno de Chile. Este conjunto de datos incluye información sobre todos los niños nacidos entre 1992 y 2018. Proporciona datos sobre el sexo, el peso al nacer, la longitud, las semanas de gestación, así como información demográfica sobre los padres, como la edad, la educación y el estado ocupacional. Además, el conjunto de datos proporciona una variable que describe el tipo de nacimiento (único o múltiple). Desafortunadamente, los datos no proporcionan información sobre la cigosidad de los gemelos.

Usando identificadores personales únicos para los recién nacidos, hacemos coincidir estos nacimientos con la base de datos de defunciones, el registro de hospitalización de pacientes (proporcionados por la misma entidad) y cualquiera de sus propios nacimientos que ocurran en el futuro mediante el mismo identificador personal pero observado como el identificador de la madre. Entonces, en el caso de futuros nacimientos, también se observan los resultados del nacimiento, posibles defunciones y los registros de hospitalización de sus hijos. Así, estos datos son longitudinales y abarcan hasta 3 generaciones. Esto nos permite enlazar características del nacimiento de la madre con la de su descendencia, como por ejemplo el peso al nacer.

Las gemelas se identifican mediante el uso de una identificación específica de la madre disponible para nuestros propósitos. Lamentablemente, desde 1992 hasta 2000, casi el 100 % de las observaciones de nacimiento contienen información faltante para el identificador específico de la madre⁸. Esta información resulta crucial para la identificación de las gemelas, especialmente para la muestra condicional, ya que esta muestra corresponde exclusivamente a mujeres nacidas entre 1992 y 2002. Para solucionar esto, utilizamos todas las variables que contengan información específica de la madre, el padre y el nacimiento, que son comunes dentro de la pareja de gemelas, con el fin de identificarlas. Las únicas variables bajo las cuales no se agrupa la pareja de gemelas son el peso y la talla al nacer, indicadores que pueden variar dentro de la pareja de gemelas. En el Anexo (A.2) proporcionamos una descripción más rigurosa de los datos y los vínculos intergeneracionales.

En total, de los 6.619.128 nacimientos ocurridos entre 1992 y 2018, 3.240.874 (48,7 %) son niñas, 42.460 son gemelas del mismo sexo⁹, es decir, 21.230 pares de gemelas. Estas componen nuestra muestra incondicional, utilizada para las estimaciones de corto plazo para las gemelas. Del este total, distinguimos aquellas parejas de gemelas donde ambas fueron observadas teniendo su propio nacimiento en el futuro. Esto corresponde a 1.806 gemelas, que componen nuestra muestra **condicional**. Lo anterior nos deja un total de 903 pares de gemelas nacidas a partir de 1992 que son observadas como madres de al menos 1 hijo hasta el año 2018.

Cabe mencionar que para la base de datos de hospitalizaciones, solo contamos con información a partir del año 2001, por lo que no abarcamos de forma completa el registro detallado de salud para algunas madres en sus primeros años de vida, aunque sí para la mayoría¹⁰. Por el lado

⁸en el Anexo (A.1) se muestra una tabla con el porcentaje de valores ausentes por año de la variable ID_MADRE).

⁹Si bien no es posible encontrar gemelos de sexo diferente, se hace la distinción porque esta cifra contiene tanto a mellizas como gemelas.

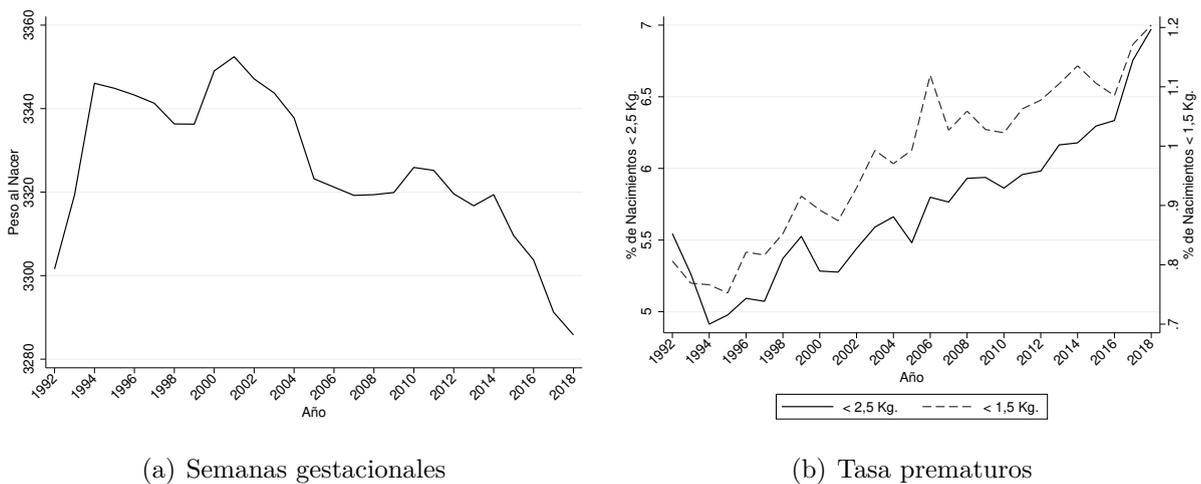
¹⁰Solo hay una pareja de gemelas nacidas en 2002, condicional a que ambas son observadas siendo madres al 2018.

de su descendencia, si se cubre de forma completa los registros de hospitalizaciones ya que, de hecho, el primer nacimiento ocurre en el año 2001.

4.1. Contexto sobre el peso al nacer

El peso medio al nacer aumentó en la mayor parte del mundo desde mediados del siglo XX, pero ha disminuido en países industriales avanzados en las últimas dos décadas. Un ejemplo de ello es Chile, donde el peso promedio al nacer ha descendido considerablemente desde el 2002 (Figura 1, (a)). El problema del bajo peso al nacer puede estar empeorando, ya que, al 2018, casi el 7% de los bebés nacen en la condición de BPN, esto representa 15.446 nacimientos al año. Y aproximadamente el 1,2% son MBPN. Esta proporción de nacimientos con indicadores pobres de salud ha ido al alza (Figura 1, (b)).

Figura 1: Evolución de tendencias de largo plazo en los resultados de los nacimientos en Chile.

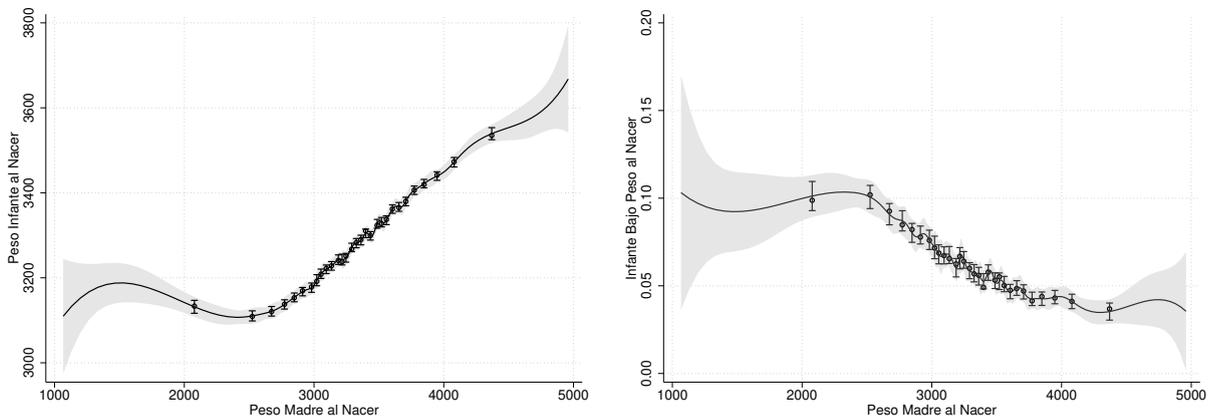


Nota: Promedios anuales de peso al nacer y la proporción de nacimientos con bajo peso al nacer (<2500 g) y muy bajo peso al nacer (<1500 g) de los microdatos del Ministerio de Salud (DEIS) que cubren todos los nacimientos en Chile entre 1992 y 2018

Parte de esta dinámica es atribuible a las crecientes tasas de nacidos vivos de bebés prematuros debido a intervenciones obstétricas, inducción del parto y, en menor medida, cesáreas electivas; pero, por razones desconocidas, el crecimiento fetal también ha disminuido independientemente de la edad gestacional (Morisaki et al., 2013). En el Anexo (A.3) se presentan gráficas adicionales de la evolución nacional de estas tendencias.

Al considerar los vínculos intergeneracionales en la salud al nacer, un hecho estilizado es que existe un cierre considerable de la brecha en la salud al nacer entre generaciones. Sin embargo, esta no se cierra por completo. En la Figura 2 arroja evidencia que si bien existe una clara tendencia de los niños con bajo peso al nacer a tener nacimientos que a su vez tienen peores resultados promedio de salud al nacer, los vínculos intergeneracionales se atenúan considerablemente, con todos los promedios agrupados ubicados por encima de los 3.000 gramos.

Figura 2: Transmisión intergeneracional de las medidas de salud al nacer



(a) Peso al nacer de la madre y su descendencia. (b) Peso materno al nacer y bajo peso de su descendencia al nacer

Nota: Transmisión intergeneracional de las medidas de salud al nacer utilizando microdatos sobre todos los vínculos intergeneracionales entre los nacimientos en Chile ocurridos después de 1992. Los códigos para la replicación de esta figura fueron proporcionados por Damian Clarke en su estudio “The Long Term and Intergenerational Effects of Health Intervention at Birth”. Cada subparcela documenta los resultados promedio de los individuos nacidos de madres cuyo peso al nacer se indica en el eje horizontal. El panel (a) considera el peso al nacer de los niños de segunda generación, mientras que el panel (b) considera la proporción promedio de niños de segunda generación que tienen bajo peso al nacer (peso <2500 gramos). Los anchos de banda óptimos y sus intervalos de confianza se documentan como puntos negros y barras de error. Un B-spline cúbico y su intervalo de confianza del 99% se superponen como una línea continua y un área sombreada. Las definiciones y recomendaciones óptimas se extraen de [Cattaneo et al. \(2019\)](#).

Los resultados que encontramos en estos diagramas de dispersión son una evidencia que dentro del problema de consecuencias del peso al nacer que estamos estudiando, las personas que pesan 1.500 gramos al nacer tienen hijos con pesos al nacer de 3.000 gramos, con un aumento constante de este valor, alcanzando cerca de 3.400 gramos en promedio para las personas que pesaron 4.000 gramos al momento del nacimiento. Así, se aprecia una reversión a la media importante, indicando una clara movilidad intergeneracional con impactos que se van amortiguando en esa dirección. De manera simétrica, ocurre con los nacidos con bajo peso al nacer. La gran mayoría (90 por ciento, según la data) de las personas con BPN, salen de este estado, o se eximen de esta condición en la siguiente generación. Entonces, el 10 por ciento de los que tienen bajo peso al nacer, dan origen a hijos con bajo peso al nacer, con un descenso de esta cifra que llega al 5 por ciento entre los individuos que nacieron con 4.000 gramos.

4.2. Estadística Descriptiva

El Cuadro 1 presenta estadísticas resumidas de los datos del registro de nacimiento, medidos en el momento del nacimiento, para mujeres únicas, todos los gemelos y gemelas del mismo sexo. Las estadísticas de las primeras tres columnas no están condicionadas a si se observa que la persona da a luz, mientras que las estadísticas de las últimas dos columnas incluyen solo a las mujeres observadas dando a luz. Como era de esperar, la principal característica que distingue a los bebés únicos de los gemelos es el peso al nacer. Un 55 por ciento de todos los gemelos, independiente de su género, y un 57 por ciento de todas las gemelas del mismo sexo tienen bajo peso al nacer, mientras que aproximadamente solo el 5 por ciento de las mujeres únicas tienen bajo peso al nacer.

Cuadro 1: Estadística descriptiva medida en el nacimiento

	No Condicional			Condicional	
	Mujeres	Todo Gemelos	Gemelas	Mujeres	Gemelas
Prop Urbano	0.892	0.903	0.901	0.842	0.842
Año Nac.	2004.667	2005.509	2005.368	1994.798	1994.203
Prop peso < 1,000 grs.	0.004	0.029	0.029	0.001	0.001
Prop peso < 1,500 grs.	0.008	0.078	0.085	0.003	0.022
Prop peso < 2,500 grs.	0.051	0.522	0.574	0.040	0.483
Peso Nac.	3287.875 (508.903)	2390.597 (579.272)	2329.252 (566.692)	3305.337 (477.582)	2486.802 (449.407)
Prop Prematuro	0.056	0.554	0.573	0.037	0.374
Semanas	38.706 (1.713)	35.477 (2.853)	35.420 (2.799)	39.075 (1.438)	36.736 (1.820)
Crecimiento Fetal (grs/sem)	84.714 (11.780)	66.627 (13.341)	65.030 (13.095)	84.477 (11.245)	67.506 (10.770)
Obs	3197701	110380	42460	336917	1806

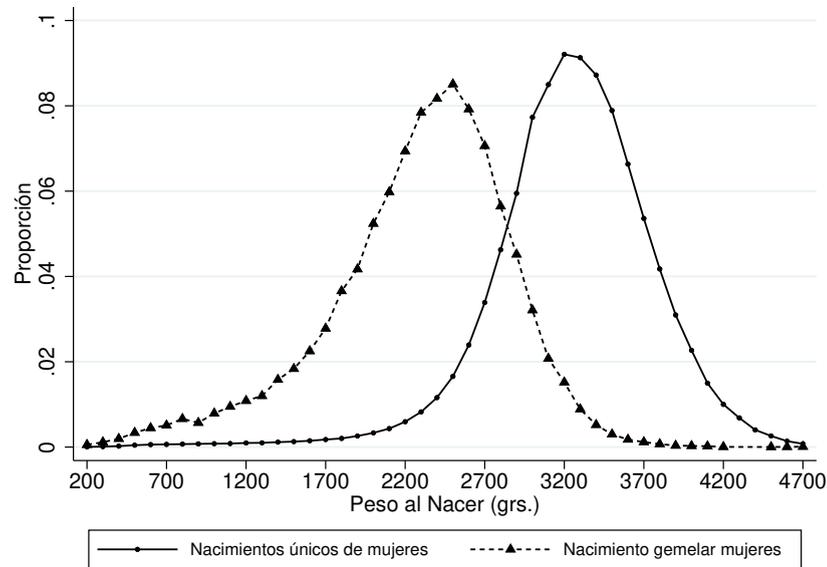
Nota: La tabla informa las medias y las desviaciones estándar (entre paréntesis). Los nacimientos de “Todo Gemelos” incluyen gemelos de ambos sexos, incluidos mellizos de sexo mixto.

La última columna del Cuadro 1 proporcionan estadísticas resumidas al nacer para la muestra condicional. A modo de comparación, también proporciono las estadísticas análogas para los nacimientos de mujeres únicas condicional a que dan a luz. El subconjunto de gemelas del mismo sexo que se observan más tarde es similar a la muestra general de gemelas del mismo sexo, excepto en términos de las características del resultado del nacimiento. En particular, es menos probable que las gemelas en la muestra de estimación tengan pesos al nacer en la cola inferior de la distribución del peso al nacer que la población incondicional de gemelas del mismo sexo. Esto no es particularmente sorprendente dados los hallazgos de [Almond et al. \(2005\)](#), que sugieren que, al menos en el extremo inferior de la cola de la distribución del peso al nacer, el peso al nacer es un fuerte predictor de mortalidad infantil. Por lo tanto, es probable que una parte no trivial de los bebés con un peso al nacer extremadamente bajo muera antes de llegar a la edad adulta.

La Figura 3, que traza las distribuciones de peso al nacer de una mujer única y de gemelas, destaca aún más las diferencias comentadas anteriormente. Desplazando la distribución gemelar a la derecha en 700 gramos, las dos distribuciones casi se superpondrían. Las diferencias entre las distribuciones del peso al nacer de nacimientos únicos y gemelares naturalmente cuestionan la validez externa de las estimaciones de gemelas. En particular, si las gemelas son naturalmente pequeñas, uno podría preocuparse de que los resultados no sean generalizables a la población más grande que no es de gemelas, posiblemente la principal población de interés.

Sin embargo, como se analiza en la Figura 4, la relación transversal entre el peso al nacer de la descendencia según el peso al nacer de la madre (medido en incrementos de 100 gramos), tienden a ser similares para únicas y gemelas. La línea continua representa a madres gemelas y la línea discontinua representa a madres únicas. Se verifica una fuerte relación positiva. Se debe tener en cuenta que, condicionado al peso al nacer, el peso al nacer de la descendencia de una gemela excede el peso al nacer de la descendencia de una mujer única. Sin embargo, lo

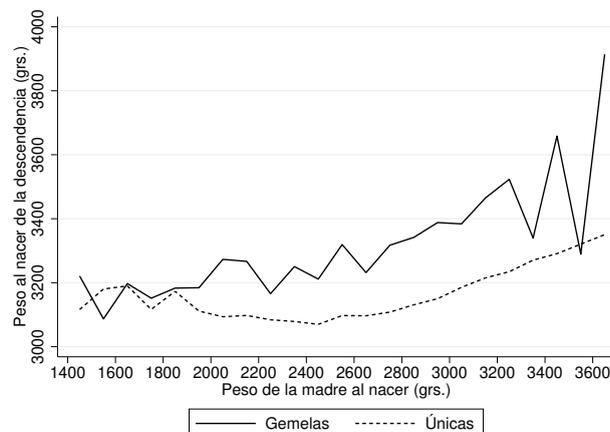
Figura 3: Distribución del peso al nacer: mujeres únicas y gemelas



Nota: La muestra incluye mujeres nacidas entre 1992 y 2018 en Chile sin la condición de que hayan tenido un nacimiento observado más tarde.

más importante es que las funciones de respuesta para las dos poblaciones tienen las mismas pendientes. Es probable que este patrón refleje las diferencias en la duración de la gestación de gemelas y únicas. Para un peso dado al nacer, los bebés únicos pasan menos tiempo en el útero que los gemelos. Como tal, los resultados encontrados pueden ser aplicables a los nacimientos únicos.

Figura 4: Relación transversal entre el propio peso al nacer y el peso al nacer de la descendencia.



Nota: Esta figura es una gráfica del peso al nacer de los promedios de la descendencia según el propio peso al nacer, donde el propio peso al nacer se clasifica en intervalos de 100 gramos, comenzando con el intervalo de 1400 a 1500 gramos. La muestra utilizada en esta figura incluye aquellas madres observadas con un primer parto cuyo peso al nacer estuvo entre 1.400 y 3.700 gramos. En el caso de la muestra de gemelos, ambas madres gemelas deben ser observadas para su primer nacimiento.

Para esas gemelas observadas dando a luz, también observo los resultados de los adultos en la posterioridad, como la educación al momento de ser madre (o padre) y el peso al nacer de

sus hijos. En el Cuadro 2, comparo los resultados de adultos para madres de nacimiento único con los de madres gemelas del mismo sexo. Las tres primeras filas muestran las medias y las desviaciones estándar de tres medidas de educación: nivel máximo informado entre nacimientos, nivel medio informado entre nacimientos y educación al nacer. En términos de resultados, las madres gemelas son muy comparables a las madres únicas. A pesar del hecho de que las gemelas fueran de bajo peso, las madres gemelas dan a luz a bebés de aproximadamente el mismo peso que las madres únicas.

Cuadro 2: Estadística descriptiva medida cuando dan a luz

	Singleton Female	Twin Female
Máx Educ Madre	11.407 (2.15)	11.202 (2.02)
Prom Educ Madre	11.263 (2.14)	11.045 (2.00)
Educación Madre al Nacer	11.154 (2.19)	10.922 (2.06)
Edad Madre	18.846 (2.62)	18.956 (2.48)
Edad Padre	22.232 (4.73)	22.765 (5.06)
Prop Padre Presente	0.838	0.833
Educación Padre al Nacer	11.449 (2.31)	11.345 (2.32)
Peso al Nacer	3264.689 (526.98)	3281.535 (502.94)
Semanas	38.590 (1.92)	38.708 (1.82)
Crecimiento Fetal	84.281 (11.92)	84.535 (11.53)
Obs	336917	1806

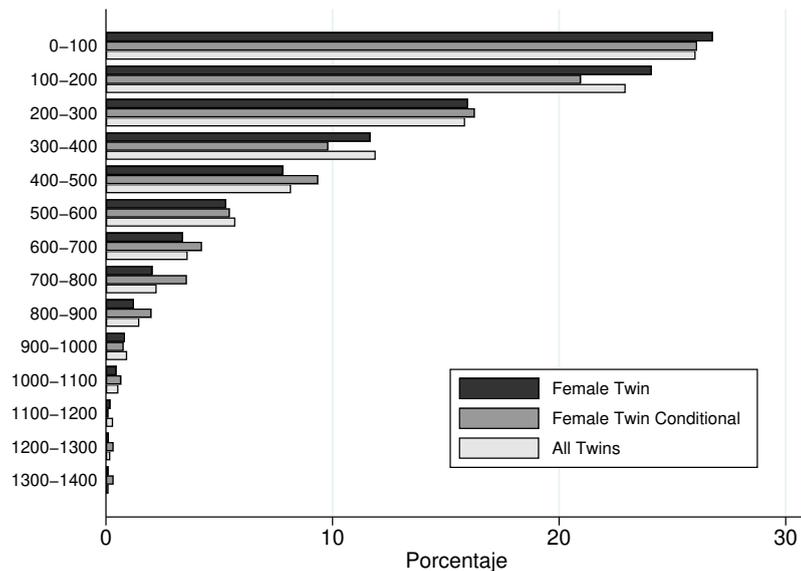
Nota: La tabla informa las medias y las desviaciones estándar (entre paréntesis). La presencia del padre se determina a partir de la presencia tanto de su fecha de nacimiento como de su nivel educativo en los datos del certificado de nacimiento.

Cabe recalcar que la variable de educación es medida al momento del parto. Dado que una madre puede obtener educación adicional después de su primer (y subsiguientes) partos, su educación medida al dar a luz puede ser una medida ruidosa de su educación completa. Sin embargo, dentro de los pares de gemelos, las diferencias en la educación son informativas en cualquier momento, incluso antes de la finalización de la escolaridad. Estas diferencias pueden reflejar diferencias en la progresión de grado, diferencias en el logro educativo final o simplemente reflejar una señal de si la madre de mayor peso está en una posición relativamente mejor en términos de sus stocks de capital humano al momento del nacimiento.

Como último conjunto útil de estadísticas resumidas, la Figura 5 traza la distribución de las diferencias de peso al nacer dentro de los pares de gemelos, que luego se explotará como un medio para identificar el efecto del peso al nacer. La diferencia en el peso al nacer entre gemelos no es trivial. Para más de la mitad de la muestra de gemelos, esta diferencia supera los 200

gramos. La distribución de las diferencias de peso al nacer es casi idéntica para las gemelas del mismo sexo que para todos los gemelos.

Figura 5: Distribución de las diferencias absolutas de peso al nacer entre gemelos



5. Resultados

5.1. Efecto lineal del peso al nacer

El Cuadro 3 presenta los principales resultados de la estimación de efectos fijos que relacionan las diferencias de peso al nacer dentro de la pareja de gemelas con las diferencias en los resultados posteriores (medidos en incrementos de 1 kg). Se incluye la media y la desviación estándar de la variable dependiente para una mejor comprensión de las magnitudes de los resultados.

Se presentan estimaciones agrupadas de OLS, que no controlan por los efectos fijos de gemelas pero si lo hacen por el año de nacimiento de éstas. La comparación entre las estimaciones de efectos fijos con las estimaciones transversales agrupadas nos entregan una noción del sesgo presente en las estimaciones por OLS, atribuible a la presencia de variables omitidas.

Los resultados sugieren que un aumento de 1 kilogramo de peso al nacer haría caer la tasa de mortalidad infantil en 3 puntos porcentuales (Panel A). Dado que el promedio de la tasa es de un 3,11 %, dicho aumento haría caer en un 96 por ciento la probabilidad de morir antes de cumplir el primer año de vida. En el caso de las hospitalizaciones tempranas, tenemos que un aumento de un kilogramo en el peso al nacer conduce a una reducción de 0,22 y 0,13 hospitalizaciones antes del año y neonatales, respectivamente. Lo anterior se traduce a una disminución de un 40 y 46,6 por ciento en las hospitalizaciones mencionadas. Todos estos resultados son, al menos, significativos al 10 por ciento.

Sin embargo, es poco probable que cualquier manipulación razonable del peso al nacer altere el peso al nacer en un kilogramo. Traduciendo los resultados en aumentos de 100 gramos en el peso al nacer, tenemos que dicho aumento conduce a reducciones en la mortalidad infantil en casi 10 por ciento (o 0,3 puntos porcentuales) y reduce las hospitalizaciones antes del año y

neonatales en 4 y 4,6 %, respectivamente. Estos efectos son considerables en vista de que incluso incrementos de 200 o 250 gramos en el peso al nacer son objetivos completamente previsibles con políticas públicas específicas y bien diseñadas.

Cuadro 3: Estimaciones de MCO agrupados y efectos fijos del peso al nacer en kilogramos de gemelas

Panel A: Resultados de corto plazo para las gemelas					
Mortalidad Infantil		Hospitalizaciones < 1 año		Hospitalizaciones Neonatales	
Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
-0.105***	-0.0300***	-0.508***	-0.220***	-0.347***	-0.131***
(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.02)	(0.01)	(0.01)
Media	0.0311	Media	0.544	Media	0.281
D.E	0.173	D.E	0.932	D.E	0.523
Panel B: Resultados de largo plazo para las gemelas					
Educación		Hosp. Obstétricas		Días Hosp. Obstétricas	
Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
-0.002	0.181	-0.072	0.005	-0.268	0.350
(0.13)	(0.16)	(0.06)	(0.09)	(0.28)	(0.58)
Media	10.93	Media	0.546	Media	1.774
D.E	2.071	D.E	0.817	D.E	3.436
Panel C: Resultados de corto plazo para la 2° generación					
Peso		Talla		Duración gestacional	
Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
173.0***	112.0**	0.506***	0.0408	0.755	0.168
(30.45)	(49.26)	(0.144)	(0.254)	(0.775)	(1.272)
Media	3289.5	Media	49.31	Media	271.2
D.E	494.0	D.E	2.441	D.E	12.47
Hospitalizaciones < 1 año		Hospitalizaciones Neonatales		Días Hosp. Neonatales	
Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
0.011	0.055	-0.005	-0.042	-0.235	-0.118
(0.04)	(0.08)	(0.02)	(0.04)	(0.22)	(0.43)
Media	0.343	Media	0.123	Media	0.944
D.E	0.686	D.E	0.360	D.E	5.106

Standard errors in parentheses

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Nota: Los errores estándar robustos ajustados para la correlación dentro de los pares de gemelas se muestran entre paréntesis. Las regresiones del Panel A se basan en la muestra de todos los pares de gemelas nacidas en Chile entre 1992 y 2018 (21,230 pares de gemelas). Las regresiones del Panel B y C se basan en la muestra de gemelas, donde ambas son observadas teniendo su primer nacimiento en Chile entre 1992 y 2018 (888 pares de gemelas). La media y desviación estándar informada es la media y desviación estándar de la variable dependiente. Las regresiones OLS agrupadas incluyen controles por año de nacimiento de la madre.

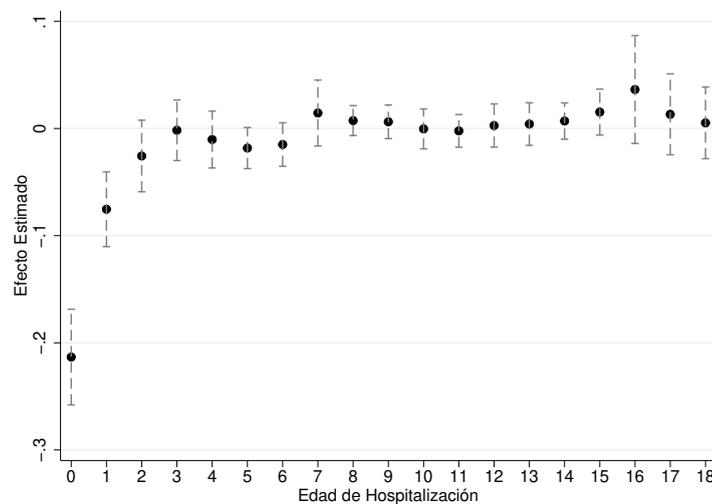
Para la muestra de pares de gemelas que fueron observadas teniendo a su primera descendencia, vemos que ninguno de los resultados propios de largo plazo son estadísticamente significativos al nivel del 10 por ciento (Panel B). Así, no podemos rechazar la hipótesis nula de que el peso al nacer no tiene impactos sobre: la educación de la gemela al momento de dar a luz a su primer

hijo(a), las hospitalizaciones obstétricas y los días de hospitalización producto de complicaciones obstétricas. Esto quiere decir que mayor peso al nacer no conduce a mejores resultados en cuanto a prevención de complicaciones en el embarazo y parto, y tampoco tiene efectos en cuanto al *stock* de capital que posee la madre al momento de ser madre por primera vez.

El Panel C investiga si el peso al nacer de las gemelas afecta la salud temprana de la descendencia. Las estimaciones transversales del Cuadro 3 implican que un aumento de 100 gramos en el peso al nacer de una madre conduce a un aumento de un poco más de 17 gramos en el peso al nacer de su hijo(a). Mientras tanto, las estimaciones de EF sugieren que esta transmisión intergeneracional es menor, aproximadamente dos tercios del tamaño de la estimación MCO transversal. La duración de la gestación y las hospitalizaciones tempranas de la descendencia no se ven afectadas por el peso de la madre al nacer.

Sería interesante ver si hay impactos constantes a lo largo de la vida en términos de salud. Lo anterior nos daría una idea de cuánto impacta el peso al nacer al uso de sistema de salud a través de la vida de las personas. En la Figura 6 se muestran las estimaciones del uso de salud, medido como cantidad de hospitalizaciones según la edad al momento de la hospitalización desde el nacimiento hasta las 18 años. La muestra incluye a la muestra de gemelas, independiente si las vemos después en la muestra de madres. Se ve un claro impacto en hospitalizaciones tempranas en la vida, particularmente en el primer y segundo año de vida. Posterior a eso el efecto va disminuyendo conforme se avanza en edad. Esto podría significar que las personas están convergiendo en salud, o bien, que en edades más avanzadas, es menos común tener hospitalizaciones.

Figura 6: Efecto del peso al nacer sobre hospitalizaciones según edad de Hospitalización



Nota: Cada punto documenta la estimación promedio del efecto del peso al nacer sobre las hospitalizaciones según edad de hospitalización. Los intervalos de confianza al 95% se documentan con líneas discontinuas. La muestra incluye a todos los pares de gemelas, independiente si luego son madres.

Los resultados de las estimaciones anteriores eliminan de la muestra condicional (Panel B y C) a aquellas gemelas que su primer embarazo haya sido múltiple. Esto, dado que comparar el peso al nacer de un nacimiento gemelar con el de un nacimiento único no sería informativo de la transmisión intergeneracional del peso al nacer. En el Anexo (A.4) se muestra un cuadro con la misma especificación pero utilizando la muestra que incluye los nacimientos gemelares

en la segunda generación para mostrar que los resultados son robustos a esto.

Finalmente, en el Anexo (A.5) se agrega una especificación donde el *outcome* es si la madre tiene un nacimiento gemelar, ya que existe evidencia de que un nacimiento gemelar podría ser una señal de salud materna en algunos casos (Bhalotra & Clarke, 2019). No se encuentran diferencias entre la gemela más pesada y la más liviana en cuanto a la probabilidad de tener un nacimiento gemelar. También se ha documentado que otras señales de salud materna se traducen en un retraso en la maternidad y a la selección materna de parejas más educadas. En el Anexo (A.5) se prueba, además, esta conjetura. Se verifica que la gemela más liviana y la más pesada dan a luz a la misma edad. Si bien esta estimación es informativa sobre los efectos del peso al nacer en el momento de la fertilidad, también es instructiva sobre el sesgo de selección. Si los gemelos tienen hijos de diferentes edades, entonces la edad podría confundir los rendimientos estimados del peso al nacer porque solo observo a las mujeres en el momento elegido de la maternidad. Por último, no se encuentran efectos del peso al nacer materno sobre la educación paterna.

5.2. Efecto no lineal del peso al nacer

Cada vez más, los investigadores han pasado del efecto agregado del peso al nacer a la variación a lo largo de múltiples dimensiones, incluidos los niveles de peso al nacer, la edad gestacional, el perfil genético y el nivel socioeconómico familiar (SES), sugiriendo que el peso al nacer tiene efectos no lineales en los resultados posteriores. Sin embargo, distintos estudios encuentran ubicaciones dispares de estas no linealidades. Algunas investigaciones encuentran que el efecto del entorno uterino nutricional y de oxígeno es más fuerte en los niveles más bajos, lo que sugiere “rendimientos decrecientes” a los aumentos marginales en el peso al nacer (Almond et al., 2005; Black et al., 2007; Chatterji et al., 2014). Por otro lado, hay estudios que muestran una asociación casi lineal en la distribución del peso al nacer (Behrman & Rosenzweig, 2004; Wade et al., 2014), y otros muestran un efecto más fuerte por encima del umbral de 2500 g de BPN (Royer, 2009). Estos resultados aparentemente contradictorios pueden reflejar los diferentes mecanismos a través de los cuales el peso al nacer afecta diferentes resultados.

Si los efectos del peso al nacer son una función del nivel de peso al nacer, las regresiones estimadas en la Tabla 3 pueden no ser representativas de los efectos a lo largo de la distribución. Para permitir la posibilidad de efectos del peso al nacer no lineales, estimo una spline lineal por partes con un nudo en 2500 gramos¹¹ en el Cuadro 4. Las estadísticas F reportadas prueban si los dos segmentos de la spline lineal tienen pendientes iguales¹².

El primer conjunto de estimaciones, que se muestra en el panel superior, indica que el efecto del peso al nacer sobre la mortalidad infantil y hospitalizaciones tempranas es altamente no lineal. De acuerdo con trabajos anteriores (Almond et al., 2005), la relación entre el peso al nacer y la mortalidad infantil es más fuerte y estadísticamente significativa para los nacimientos con bajo peso al nacer. Lo mismo ocurre para las hospitalizaciones tempranas. El Panel B muestra que los efectos del peso al nacer en resultados de largo plazo para estas gemelas que fueron madres siguen siendo insignificantes a lo largo de la distribución de peso al nacer.

¹¹Se eligió el uso de 2500 gramos como punto de nudo porque 2500 gramos es aproximadamente la mediana del peso al nacer.

¹²Para estas estadísticas F, los grados de libertad del numerador son uno y los grados de libertad del denominador son el número de pares de gemelos menos dos.

Cuadro 4: Estimaciones lineales Spline del efecto del peso al nacer en kilogramos de gemelas.

Panel A: Resultados de corto plazo para las gemelas						
	Mortalidad Infantil		Hospitalizaciones < 1 año		Hospitalizaciones Neonatales	
	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
< 2,500 g	-0.181*** (0.006)	-0.054*** (0.008)	-0.626*** (0.023)	-0.386*** (0.041)	-0.407*** (0.012)	-0.218*** (0.020)
2,500 g+	0.081*** (0.005)	0.002 (0.004)	-0.185*** (0.031)	0.005 (0.031)	-0.183*** (0.012)	-0.013 (0.014)
TestF	705.637	29.914	93.727	46.335	117.373	59.140
Panel B: Resultados de largo plazo para las gemelas						
	Educación		Hosp. Obstétricas		Días hosp. Obstétricas	
	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
< 2,500 g	-0.275 (0.218)	0.109 (0.263)	-0.115 (0.113)	-0.189 (0.154)	-0.821* (0.468)	-0.433 (0.698)
2,500 g+	0.288 (0.218)	0.250 (0.256)	-0.027 (0.118)	0.193 (0.143)	0.320 (0.702)	1.109 (1.116)
TestF	2.455	0.117	0.189	2.551	1.177	1.047
Panel C: Resultados de corto plazo para la 2° generación						
	Peso		Talla		Duración gestacional	
	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
< 2,500 g	73.385 (49.395)	-37.326 (84.233)	0.457** (0.229)	0.023 (0.458)	1.281 (1.176)	-0.387 (2.181)
2,500 g+	279.028*** (66.020)	256.700*** (75.927)	0.557* (0.333)	0.058 (0.415)	0.196 (1.803)	0.706 (2.103)
TestF	4.269	5.344	0.042	0.003	0.174	0.101
	Hospitalizaciones < 1 año		Hospitalizaciones Neonatales		Días Hosp. Neonatales	
	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
< 2,500 g	0.009 (0.069)	-0.003 (0.145)	0.042 (0.035)	0.007 (0.070)	0.315 (0.331)	0.117 (0.850)
2,500 g+	0.013 (0.081)	0.111 (0.110)	-0.056* (0.034)	-0.090 (0.055)	-0.820** (0.408)	-0.345 (0.471)
TestF	0.001	0.322	2.815	1.016	3.578	0.189

Standard errors in parentheses

 * $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Nota: Las estimaciones puntuales representan la pendiente estimada dentro del intervalo de peso al nacer pertinente (Ej., 0-2500 g y 2500 g+). Los errores estándar robustos ajustados para la correlación dentro de los pares de gemelas se muestran entre paréntesis. El Test-F informado prueba si los dos segmentos de la spline lineal tienen pendientes iguales. Las regresiones del Panel A se basan en la muestra de gemelas en los archivos de cohortes de nacimiento de Chile de 1992 y 2018 (21,230 pares de gemelas). Las regresiones del Panel B y C se basan en todas las gemelas observadas teniendo un primer nacimiento en Chile entre 1992 y 2018 (888 pares de gemelas). Las regresiones OLS agrupadas incluyen controles por año de nacimiento.

En cuanto a los efectos intergeneracionales del peso al nacer (Panel C), el efecto del peso al nacer de una madre sobre el peso al nacer de su hijo es estadística y económicamente significativa si el peso al nacer de la madre fue superior a 2500 gramos que si estuvo por debajo de este umbral. Estas estimaciones son consistentes con los hallazgos de [Currie & Moretti \(2007\)](#).

Cabe recalcar que estos dos hallazgos son consistentes con lo encontrado por [Royer \(2009\)](#), que

verifica que los efectos del aumento del peso al nacer son más fuertes en la salud de corto plazo por debajo del umbral de 2500 gramos, pero más grandes en la transmisión intergeneracional del peso al nacer por encima de ese umbral.

En el Anexo (A.6) se muestra un cuadro con la misma especificación pero utilizando la muestra que incluye los nacimientos gemelares en la segunda generación para mostrar que los resultados son robustos a esto.

6. Análisis adicional sobre el efecto del peso al nacer

En esta sección, resumimos brevemente análisis adicionales, que abordan cuestiones importantes con nuestro análisis de gemelos.

6.1. Selección de muestra

Una prueba empírica creíble de la hipótesis de los orígenes fetales es difícil debido a la selección de la muestra. En particular, esta hipótesis predice que las personas que experimentan condiciones desfavorables en el útero pueden no sobrevivir hasta la edad adulta y, por lo tanto, no se observarán en los datos. Si el peso al nacer de una mujer afecta su probabilidad de observación posterior, las estimaciones de efectos fijos podrían estar sujetas a un sesgo de selección de la muestra.

Cuadro 5: Probabilidad de observar un nacimiento en función del peso al nacer

Al menos un nacimiento observado		
	Pooled OLS	FE
Panel A: Modelo lineal		
Peso al nacer	0.020*** (0.00)	0.001 (0.01)
Panel B: Modelo spline		
< 2,500 g	0.029*** (0.00)	0.009 (0.01)
2,500 g+	-0.003 (0.01)	-0.009 (0.01)

Nota: Los coeficientes estimados presentados en esta tabla representan el efecto de un aumento de un kilogramo en el peso al nacer sobre la probabilidad de observación. La probabilidad de observación es la probabilidad de que se observe a la gemela dando a luz en Chile entre 1992 y 2018. Los errores estándar robustos, ajustados para la correlación dentro de los pares de gemelas, están entre paréntesis. La muestra de estimación incluye todas las parejas de gemelas del mismo sexo nacidos en Chile entre 1992 y 2018. Todas las regresiones se basan en 42,460 observaciones de gemelas. Las regresiones OLS agrupadas incluyen controles por año de nacimiento.

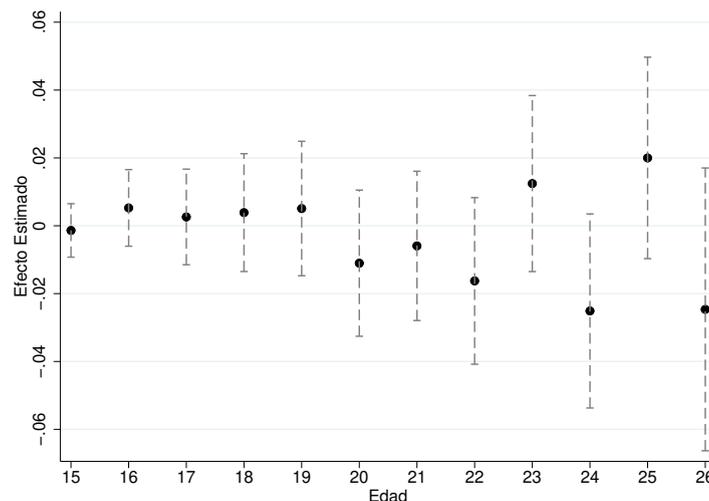
Uno podría pensar que el hecho de que estimamos que mayor peso al nacer de la madre incide en mayor peso al nacer de su primer nacimiento podría ser por un tema de selección. Esto es, que las mujeres con más peso al nacer son las que, con mayor probabilidad, tienen nacimientos. Para saber si más peso al nacer hace más probable que una persona efectivamente tenga un nacimiento (que es el paso previo para observar peso al nacer del hijo/a), se presentan estimaciones del efecto del peso al nacer sobre la probabilidad de una observación de nacimiento

posterior en el Cuadro 5.

Las estimaciones por OLS, que se muestran en el panel A, implican que un aumento de peso al nacer de 200 gramos aumenta la probabilidad de un nacimiento observado más tarde en 0,4 puntos porcentuales. En el panel B, la selección parece ser más fuerte entre las gemelas de menor peso (< 2500 gramos). Al incluir efectos fijos de gemelas, estas estimaciones pierden su significancia estadística. Lo anterior sugiere que los resultados por OLS son informativos de que la mayor probabilidad de observar un nacimiento posterior debido al mayor peso al nacer es en realidad producto de mejores condiciones socioeconómicas u otras variables no observadas que son compartidas entre gemelas, y que controlando por EF, esta selección se elimina.

Debido a que podrían haber efectos significativos del peso al nacer sobre la probabilidad de ser madre para cierto rango etario, estimamos la probabilidad de ser madre según edad, donde el *outcome* toma el valor de 1 si ocurrió un nacimiento cuando la mujer gemela tenía 15 y 0 en otro caso y así sucesivamente para todas las edades hasta los 26 años de edad¹³. Los resultados se muestran en la Figura 7 y vemos que la relación no es significativa para ninguna edad, lo que sería evidencia a favor de que el peso al nacer no es un determinante de la probabilidad de ser madre.

Figura 7: Efecto del peso al nacer sobre la probabilidad de ser madre según edad.



6.2. Cigocidad

Una segunda preocupación importante es que nuestro análisis, si bien tiene en cuenta las diferencias genéticas entre madres, no puede controlar las diferencias genéticas entre mellizos de la misma madre, ya que los datos no nos permiten distinguir entre gemelos monocigóticos (idénticos) y dicigóticos (mellizos). Este es un problema común en los estudios de gemelos (Almond et al., 2005; Oreopoulos et al., 2008; Conley et al., 2006; Royer, 2009).

Las diferencias de peso al nacer entre mellizas pueden no deberse exclusivamente a disparidades en la nutrición en el útero, sino también a diferencias en la composición genética. El modelo de efectos fijos de gemelas se sustenta en el hecho de que tanto el ambiente del hogar como

¹³En el caso de que la gemela no haya cumplido la edad en cuestión, el *outcome* toma el valor *missing* y no es considerado en la estimación.

la genética es la misma, pero una parte de nuestra muestra corresponde a pares de mellizas seguramente, donde la genética no es la misma.

Entonces, si es que la diferencia genética está haciendo mucho, en torno a explicar las diferencias de peso entre pares y, por consiguiente, en torno a los resultados, esperaríamos que cuando nos enfocamos en una muestra dónde existen diferencias genéticas (hombre-mujer), los resultados debiesen ser distintos a los resultados principales. Esto no ocurre así. Si vemos el Cuadro 6, donde en el Panel A se presentan las estimación utilizando la misma especificación, pero restringiendo la muestra a pares de mellizos donde uno es hombre y otro es mujer, exclusivamente, vemos que los resultados son muy similares a los resultados del Panel B, que muestra los resultados utilizando la muestra de solo mujeres (estimación original). Entonces, esto dice que es razonable utilizar una mezcla de mellizas y gemelas.

Cuadro 6: Estimaciones de MCO y E.F. de corto plazo para mellizos hombre-mujer

Panel A: Estimaciones de MCO y E.F. de corto plazo (hombre-mujer)					
Mortalidad Infantil		Hosp. <1 año		Hosp. Neonatales	
Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
-0.094***	-0.027***	-0.470***	-0.185***	-0.326***	-0.115***
(0.004)	(0.004)	(0.017)	(0.025)	(0.009)	(0.012)

Panel B: Estimaciones de MCO y E.F. de corto plazo (solo mujeres)					
Mortalidad Infantil		Hosp. < 1 año		Hosp. Neonatales	
Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
-0.105***	-0.0300***	-0.508***	-0.220***	-0.347***	-0.131***
(0.00)	(0.00)	(0.01)	(0.02)	(0.01)	(0.01)

Standard errors in parentheses

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Además, en [Black et al. \(2007\)](#), donde si pueden distinguir la cigosidad en sus datos, encuentran que las estimaciones son similares para los gemelos monocigóticos y dicigóticos. Por lo tanto, hay argumentos para afirmar que los datos sobre la cigosidad no son tan críticos para estimar el efecto puro del peso al nacer.

6.3. Inversiones postnatales

El peso al nacer también se ha examinado como una medida de la dotación al nacer que, a diferencia del genotipo, puede ser observada fácilmente por los padres y los proveedores de atención médica, quienes pueden tomar decisiones de inversión y asignación de recursos dentro del hogar de manera exacerbada (es decir, maximizando la eficiencia invirtiendo en la gemela de mayor peso), o compensatoria (igualando las oportunidades invirtiendo en la gemela más liviana) en respuesta a las dotaciones observadas de su descendencia. Tales inversiones pueden ofuscar la identificación del efecto a largo plazo del peso al nacer presentados en los Cuadros 3 y 4 que son estimaciones de forma reducida.

Para saber la dirección del sesgo debido a las inversiones posnatales, es necesario saber si el comportamiento es de tipo compensatorio (sesgo a la baja) o de refuerzo (sesgo al alza). Los autores [Bharadwaj et al. \(2018\)](#) estudian la salud al nacer y las inversiones de los padres en

torno a los resultados académicos para familias chilenas, y encuentran que las inversiones son compensatorias con respecto a la salud inicial, pero que dentro de los gemelos, los padres no invierten diferencialmente.

Esto resulta coherente con la intuición, ya que es probable que sea más fácil para los padres invertir de manera diferente en los hermanos que no son gemelos en relación con los gemelos. Y, de haber algún tipo de comportamiento diferencial, es más probable que este sea compensatorio, tratando de nivelar las diferencias entre las gemelas. Esto sesgaría nuestros resultados a la baja. Y, así, la interpretación de nuestros resultados seguiría siendo útil en la medida que se interpreten como una cota inferior de los impactos del peso al nacer.

7. Conclusión

Este estudio utiliza una muestra de gemelas nacidas en Chile para estimar los efectos de corto plazo, largo plazo, e intergeneracionales del peso al nacer, una medida importante de la salud infantil. Para hacer esto, se aprovecha el hecho de que los gemelos frecuentemente tienen pesos desiguales al nacer. Se mide hasta qué punto estas diferencias en el peso al nacer se traducen en diferencias en los resultados posteriores. Este enfoque es atractivo porque controla la heterogeneidad no observada entre los individuos, un posible factor de confusión en los análisis transversales.

El peso al nacer tiene un impacto estadísticamente significativo en todos los resultados de corto plazo (mortalidad infantil y hospitalizaciones tempranas). Aumentar el peso al nacer en 200 gramos, lo que podría ser el resultado de una política pública sensata, conduce a reducciones en la mortalidad infantil en casi 20 por ciento y reduce las hospitalizaciones antes del año y neonatales en 8 y 9,2 %, respectivamente. Hacia el largo plazo, el único resultado estadísticamente significativo es el peso de la descendencia. Un aumento de 200 gramos aumenta el peso al nacer de la siguiente generación en 35 gramos.

Todas las estimaciones de EF de gemelas son consistentemente más pequeñas que los resultados de OLS. El control de la heterogeneidad específica de la madre conduce a efectos mucho más pequeños del peso al nacer en varios resultados de interés para los bebés. Esto es consistente con lo encontrado por [Almond et al. \(2005\)](#) y [Royer \(2009\)](#) y sugiere una correlación positiva entre el peso al nacer y las dotaciones no observadas, tal como la intuición económica lo prevé. Es decir, los factores no observados, incluida la genética, conducen a una exageración severa de la importancia del peso al nacer en el análisis transversal.

Estos efectos enmascaran los efectos del peso al nacer en diferentes puntos de la distribución del peso al nacer. El efecto positivo del peso al nacer en el peso al nacer de la siguiente generación es mayor para los nacimientos que superan los 2.500 gramos, un rango en el que a menudo se supone que los resultados no se ven afectados por el peso al nacer. Este es un hallazgo nuevo e importante que sugiere que los retornos a los aumentos en el peso al nacer pueden obtenerse de los nacimientos con “peso normal”. Como tal, la concentración en el bajo peso al nacer puede estar fuera de lugar. Por otro lado, los efectos negativos del peso al nacer sobre la mortalidad infantil y hospitalizaciones tempranas se concentra en mujeres con bajo peso al nacer.

Establecer la existencia y los determinantes de los efectos no lineales del peso al nacer es importante para las decisiones de política. Las políticas con objetivos de aumentar el peso al



nacer a menudo se enfocan solo en mujeres en riesgo de dar a luz bebés con bajo peso al nacer. Esta investigación sugiere que los beneficios, en forma de aumentos en el peso al nacer de la descendencia, pueden obtenerse aumentando el peso al nacer de otras poblaciones.

Para finalizar, se señalan algunas limitaciones importantes en el alcance de nuestro análisis y áreas sugeridas para futuras investigaciones. Dado que nuestro análisis no es experimental, es posible que no identifique la verdadera relación “estructural” entre el peso al nacer y los resultados posteriores. Por lo tanto, no podemos descartar la posibilidad de que la fuente de variación que hemos examinado sea la excepción y no la regla. Muchos mecanismos diferentes pueden estar en funcionamiento y esto solo puede resolverse a través de una acumulación de evidencia de estudios que pueden controlar los factores permanentes de confusión. Esta es un área importante para futuras investigaciones.

Referencias

- Almond, D., Chay, K. Y. & Lee, D. S. (2005), 'The costs of low birth weight', *The Quarterly Journal of Economics* **120**(3), 1031–1083.
- Almond, D. & Currie, J. (2011), 'Killing me softly: The fetal origins hypothesis', *Journal of economic perspectives* **25**(3), 153–72.
- Barker, D. J. P. (1990), 'The fetal and infant origins of adult disease', *BMJ* **301**(6761), 1111.
- Barker, D. J. P. (1995), 'Fetal origins of coronary heart disease', *BMJ* **311**(6998), 171–174.
- Barker, D. & Osmond, C. (1986), 'Infant mortality, childhood nutrition, and ischaemic heart disease in england and wales', *The Lancet* **327**(8489), 1077–1081. Originally published as Volume 1, Issue 8489.
- Battaglia, F. C. & Lubchenco, L. O. (1967), 'A practical classification of newborn infants by weight and gestational age', *The Journal of pediatrics* **71**(2), 159–163.
- Behrman, J. R. & Rosenzweig, M. R. (2004), 'Returns to birthweight', *The Review of Economics and Statistics* **86**(2), 586–601.
- Bhalotra, S. & Clarke, D. (2019), 'Twin Birth and Maternal Condition', *The Review of Economics and Statistics* **101**(5), 853–864.
- Bharadwaj, P., Eberhard, J. P. & Neilson, C. A. (2018), 'Health at birth, parental investments, and academic outcomes', *Journal of Labor Economics* **36**(2), 349–394.
- Black, S. E., Devereux, P. J. & Salvanes, K. G. (2007), 'From the cradle to the labor market? the effect of birth weight on adult outcomes', *The Quarterly Journal of Economics* **122**(1), 409–439.
- Cattaneo, M. D., Crump, R. K., Farrell, M. H. & Feng, Y. (2019), 'On binscatter', *arXiv preprint arXiv:1902.09608*.
- Chatterji, P., Kim, D. & Lahiri, K. (2014), 'Birth weight and academic achievement in childhood', *Health economics* **23**(9), 1013–1035.
- Chen, M. & Zhang, L. (2011), 'Epigenetic mechanisms in developmental programming of adult disease', *Drug discovery today* **16**(23-24), 1007–1018.
- Clarke, D., Méndez, G. C. & Sepúlveda, D. V. (2020), 'Growing together: assessing equity and efficiency in a prenatal health program', *Journal of Population Economics* **33**(3), 883–956.
- Conley, D., Strully, K. & Bennett, N. G. (2003), 'A pound of flesh or just proxy? using twin differences to estimate the effect of birth weight on life chances'.
- Conley, D., Strully, K. W. & Bennett, N. G. (2006), 'Twin differences in birth weight: the effects of genotype and prenatal environment on neonatal and post-neonatal mortality', *Economics & Human Biology* **4**(2), 151–183.
- Corman, H., Joyce, T. J. & Grossman, M. (1985), Birth outcome production functions in the us, Technical report, National Bureau of Economic Research.



- Cunha, F. & Heckman, J. (2007), 'The technology of skill formation', *American economic review* **97**(2), 31–47.
- Currie, J. & Cole, N. (1993), 'Welfare and child health: The link between afdc participation and birth weight', *The American Economic Review* **83**(4), 971–985.
- Currie, J. & Gruber, J. (1996), 'Saving babies: The efficacy and cost of recent changes in the medicaid eligibility of pregnant women', *Journal of political Economy* **104**(6), 1263–1296.
- Currie, J. & Moretti, E. (2003), 'Mother's education and the intergenerational transmission of human capital: Evidence from college openings', *The Quarterly journal of economics* **118**(4), 1495–1532.
- Currie, J. & Moretti, E. (2007), 'Biology as destiny? short-and long-run determinants of intergenerational transmission of birth weight', *Journal of Labor economics* **25**(2), 231–264.
- Dessi, A., Puddu, M., Ottonello, G. & Fanos, V. (2013), 'Metabolomics and fetal-neonatal nutrition: between "not enough" and "too much"', *Molecules* **18**(10), 11724–11732.
- Heckman, J. (2006), 'The technology and neuroscience of skill formation', *Invest in Kids Working Group, Center for Economic Development, Partnership for America's Economic Success*, July **17**.
- Heckman, J. J. (2007), 'The economics, technology, and neuroscience of human capability formation', *Proceedings of the national Academy of Sciences* **104**(33), 13250–13255.
- Lucas, M. J., Sharma, S. K., McIntire, D. D., Wiley, J., Sidawi, J. E., Ramin, S. M., Leveno, K. J. & Cunningham, F. G. (2001), 'A randomized trial of labor analgesia in women with pregnancy-induced hypertension', *American journal of obstetrics and gynecology* **185**(4), 970–975.
- Morisaki, N., Esplin, M. S., Varner, M. W., Henry, E. & Oken, E. (2013), 'Declines in birth weight and fetal growth independent of gestational length', *Obstetrics and gynecology* **121**(1), 51.
- Oreopoulos, P., Stabile, M., Walld, R. & Roos, L. L. (2008), 'Short-, medium-, and long-term consequences of poor infant health an analysis using siblings and twins', *Journal of human Resources* **43**(1), 88–138.
- Rosenzweig, M. R. & Schultz, T. P. (1983), 'Estimating a household production function: Heterogeneity, the demand for health inputs, and their effects on birth weight', *Journal of political economy* **91**(5), 723–746.
- Rosenzweig, M. R. & Wolpin, K. I. (1991), 'Inequality at birth: The scope for policy intervention', *Journal of Econometrics* **50**(1-2), 205–228.
- Rosenzweig, M. R. & Wolpin, K. I. (1995), 'Sisters, siblings, and mothers: the effect of teen-age childbearing on birth outcomes in a dynamic family context', *Econometrica: journal of the Econometric Society* pp. 303–326.
- Royer, H. (2009), 'Separated at girth: Us twin estimates of the effects of birth weight', *American Economic Journal: Applied Economics* **1**(1), 49–85.



Torche, F. & Conley, D. (2015), A pound of flesh: The use of birthweight as a measure of human capital endowment in economics research, *in* 'The Oxford handbook of economics and human biology', Oxford University Press, pp. 632–649.

Wade, M., Browne, D., Madigan, S., Plamondon, A. & Jenkins, J. (2014), 'Normal birth weight variation and children's neuropsychological functioning: Links between language, executive functioning, and theory of mind', *Journal of the International Neuropsychological Society* **20**(9), 909–919.



8. Anexos

A.1

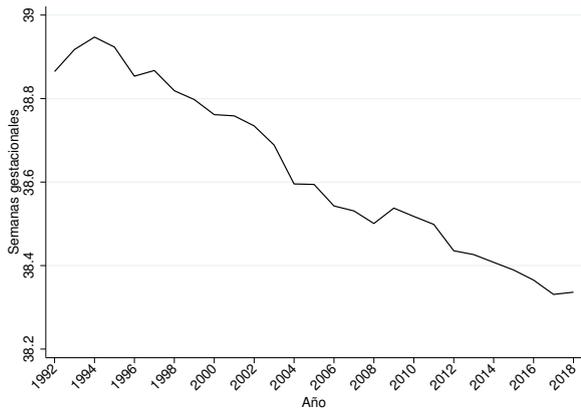
Cuadro 7: Porcentaje de missing por año de la variable ID_MADRE.

Año nacimiento	Total Missing	Total Nacidos vivos	%
1992	279.057	279.060	100,00 %
1993	275.822	275.828	100,00 %
1994	273.769	273.775	100,00 %
1995	265.928	265.932	100,00 %
1996	264.791	264.793	100,00 %
1997	259.993	259.995	100,00 %
1998	257.130	257.133	100,00 %
1999	250.609	250.610	100,00 %
2000	238.325	248.893	95,75 %
2001	32.100	246.116	13,04 %
2002	27.825	238.981	11,64 %
2003	5.097	234.486	2,17 %
2004	1.388	230.352	0,60 %
2005	1.412	230.831	0,61 %
2006	1.445	231.383	0,62 %
2007	1.634	240.569	0,68 %
2008	1.245	246.581	0,50 %
2009	1.682	252.240	0,67 %
2010	5.506	250.643	2,20 %
2011	929	247.358	0,38 %
2012	1.076	243.635	0,44 %
2013	1.277	242.005	0,53 %
2014	1.842	250.997	0,73 %
2015	2.214	244.670	0,90 %
2016	2.957	231.749	1,28 %
2017	5.975	219.186	2,73 %
2018	10.756	221.731	4,85 %

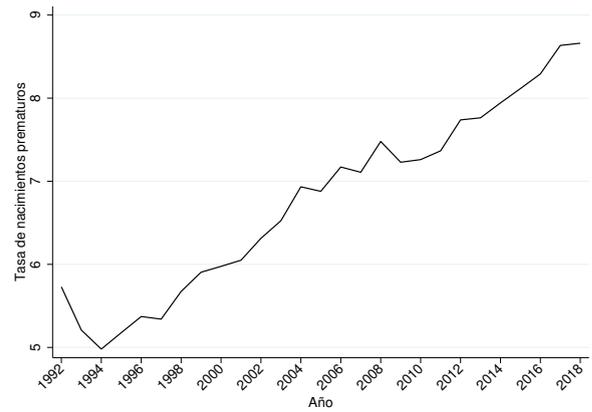
A.2

A.3

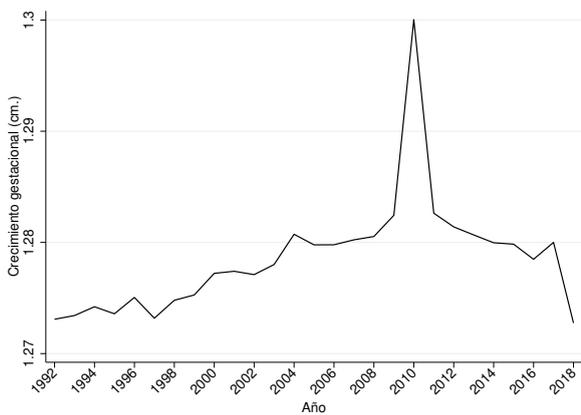
Figura 8: Tendencias de largo plazo en los resultados de los nacimientos en Chile.



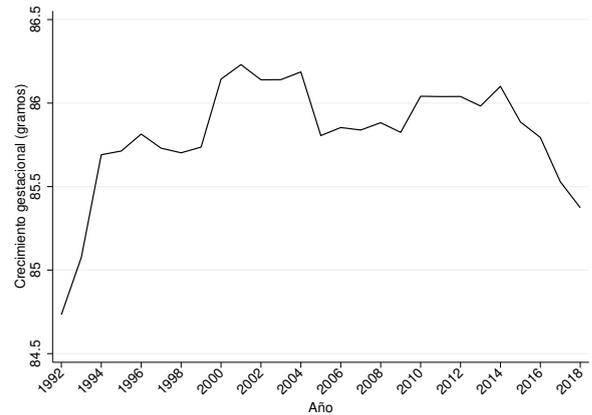
(a) Semanas gestacionales



(b) Tasa prematuros



(c) Crecimiento fetal (talla/semanas)



(d) Crecimiento fetal (peso/semanas)

Nota: Promedios anuales de las semanas de gestación, proporción de nacimientos prematuros (< 37 semanas), crecimiento fetal o gestacional medido en talla (cm) y peso (gr) de los microdatos del Ministerio de Salud (DEIS) que cubren todos los nacimientos en Chile entre 1992 y 2018.

A.4

Cuadro 8: Estimaciones de MCO agrupados y efectos fijos del peso al nacer en kilogramos de gemelas. Estimación alternativa incluyendo nacimientos gemelares en la 2° generación.

Panel B: Resultados de largo plazo para las gemelas						
	Educación		Hosp. Obstétricas		Días Hosp. Obstétricas	
	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
	-0.000	0.175	-0.072	0.005	-0.268	0.350
	(0.124)	(0.157)	(0.057)	(0.092)	(0.282)	(0.579)
Media	10.922		0.546		1.774	
D.E	2.069		0.817		3.436	
Panel C: Resultados de corto plazo para la 2° generación						
	Peso		Talla		Duración gestacional	
	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
	164.5***	102.8**	0.484***	0.0169	0.627	0.105
	(30.65)	(50.23)	(0.144)	(0.259)	(0.776)	(1.291)
Media	3281.1		49.28		271.0	
D.E.	503.2		2.491		12.75	
	Hospitalizaciones < 1 año		Hospitalizaciones Neonatales		Días Hosp. Neonatales	
	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
	0.008	0.055	-0.008	-0.043	-0.298	-0.188
	(0.041)	(0.079)	(0.018)	(0.040)	(0.225)	(0.434)
Media	0.344		0.124		0.991	
D.E.	0.686		0.360		5.429	

Standard errors in parentheses

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

A.5

Cuadro 9: Estimaciones de MCO agrupados y efectos fijos adicionales del peso al nacer en kilogramos de gemelas.

	Parto Gemelar		Edad Madre		Educación Padre	
	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
	0.008*	0.007	-0.094	0.127	-0.024	0.166
	(0.005)	(0.007)	(0.139)	(0.244)	(0.149)	(0.295)
Media	0.008		18.956		11.345	
D.E.	0.091		2.488		2.320	

Standard errors in parentheses

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$



A.6

Cuadro 10: Estimaciones lineales Spline del efecto del peso al nacer en kilogramos de gemelas. Estimación alternativa incluyendo nacimientos gemelares en la 2° generación.

Panel B: Resultados de largo plazo para las gemelas						
	Educación		Hosp. Obstétricas		Días hosp. Obstétricas	
	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
<2,500 g	-0.275 (0.218)	0.105 (0.263)	-0.115 (0.113)	-0.189 (0.154)	-0.821* (0.468)	-0.433 (0.698)
2,500 g+	0.290 (0.216)	0.243 (0.252)	-0.027 (0.118)	0.193 (0.143)	0.320 (0.702)	1.109 (1.116)
TestF	2.497	0.116	0.189	2.551	1.177	1.047
Panel C: Resultados de corto plazo para la 2° generación						
	Peso		Talla		Duración gestacional	
	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
<2,500 g	67.34 (49.37)	-25.78 (84.50)	0.444* (0.229)	0.0933 (0.459)	1.167 (1.172)	0.0232 (2.187)
2,500 g+	266.8*** (66.70)	226.1*** (79.89)	0.527 (0.334)	-0.0564 (0.429)	0.0585 (1.799)	0.184 (2.161)
TestF	3.961	3.707	0.0284	0.0430	0.183	0.00212
	Hospitalizaciones <1 año		Hospitalizaciones Neonatales		Días Hosp. Neonatales	
	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE	Pooled OLS	FE
<2,500 g	0.008 (0.069)	0.001 (0.145)	0.043 (0.035)	0.004 (0.070)	0.357 (0.334)	-0.090 (0.874)
2,500 g+	0.008 (0.079)	0.108 (0.108)	-0.062* (0.033)	-0.088 (0.054)	-0.988** (0.423)	-0.282 (0.466)
TestF	0.000	0.281	3.289	0.939	4.811	0.031

Standard errors in parentheses

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$