



Munich Personal RePEc Archive

## **Association between school performance and anemia in adolescents in Mexico**

Mosiño, Alejandro and Villagómez-Estrada, Karen P. and  
Prieto-Patrón, Alberto

Universidad de Guanajuato, Universidad de Guanajuato, Nestlé  
Research Center

18 May 2017

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/79385/>

MPRA Paper No. 79385, posted 26 May 2017 08:12 UTC

# Asociación entre el desempeño escolar y la anemia en adolescentes en México

Mosiño, Alejandro<sup>\*1</sup>, Villagómez-Estrada, Karen P.<sup>1</sup>, and Prieto-Patrón, Alberto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Universidad de Guanajuato*

<sup>2</sup>*Nestlé Research Center, Vers-chez-les-Blanc, Lausana, Suiza*

May 18, 2017

## Abstract

En el presente artículo estudiamos la relación que existe entre el desempeño académico — medido por la asistencia a la escuela sin rezago — y la anemia utilizando una muestra de adolescentes mexicanos de entre 12 y 19 años de edad. Para lo anterior, utilizamos datos de la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2012 (ENSANUT 2012) y empleamos modelos logísticos multivariados para estimar el coeficiente marginal. Encontramos que existe una asociación estadísticamente significativa entre la anemia y la asistencia a la escuela sin rezago usando diversas variables de control. Si la relación entre ambas variables fuera causal las pérdidas económicas ligadas a la pérdida de años de escolaridad podrían bien sobrepasar los costos de los programas para reducir la prevalencia de anemia en poblaciones vulnerables. Además de la anemia, encontramos otros factores importantes que están fuertemente asociados con el desempeño escolar.

*Palabras Clave:* Anemia, Educación, ENSANUT, Modelo Logit

*Clasificación JEL:* I18, I28, C25

## Abstract

In this paper, we study the relationship between academic performance — measured by school attendance without repetition — and anemia using a sample of Mexican teenagers between 12 and 19 years old. For the above, we use data coming from the National Health and Nutrition Survey 2012 (ENSANUT 2012) and run multivariate logistic regressions to estimate the marginal effects. We find that there is a statistically significant association between anemia and school attendance without repetition using several control variables. If the relationship between both variables was

---

\*Corresponding author. Alejandro.Mosino@gmail.com

causal economic losses linked to losing years of schooling could well exceed the costs of programs to reduce the prevalence of anemia in vulnerable populations. In addition to anemia, we identify other important factors that are strongly associated with school performance.

*Keywords:* Anemia, Education, ENSANUT, Logit Model

*JEL Codes:* I18, I28, C25

## 1 Introducción

La anemia es un estado en el cual el número de células rojas en la sangre es insuficiente para satisfacer los requerimientos fisiológicos del ser humano (Balarajan et al., 2012). Existen varias causas patológicas de esta enfermedad, sin embargo se considera que la principal es la deficiencia de hierro, mineral que ayuda al cuerpo a la producción de glóbulos rojos. Se estima que la anemia afecta alrededor del 32.9% de la población mundial (Kassebaum et al., 2014) con una mayor concentración en países de ingresos bajos y medianos.

En México se han registrado importantes avances para reducir la anemia (INSP, 2012). Para el periodo 2006-2012, la prevalencia de anemia en adolescentes de entre 12 y 19 años de edad disminuyó del 9.2% al 5.3%, mientras que en niños de entre 5 a 11 años disminuyó del 13.1% al 10.1%. La prevalencia de anemia más alta en el año 2012 se registró en niños de entre 1 y 4 años de edad (23.3%), seguida de las mujeres embarazadas (17.9%), estos datos se encuentran muy por debajo del porcentaje mundial: 42.6% para niños de entre 6 y 58 meses de edad y 38.2% para las mujeres embarazadas (WHO, 2015). A pesar de los buenos resultados obtenidos, resulta indispensable continuar con la aplicación de medidas destinadas a reducir la prevalencia de anemia, esto debido a las importantes consecuencias que puede tener la anemia en la salud y en las pérdidas económicas ligadas a esta deficiencia (Alcázar, 2012; Bagriansky et al., 2014).

Además de incrementar el riesgo de mortalidad infantil, en niños de 6 a 23 meses de edad la anemia puede causar daños irreversibles en su desarrollo cognitivo asociados a una pérdida en el coeficiente intelectual (Lozoff et al., 2006). En edades más avanzadas las consecuencias de la anemia en la salud pueden ser reversibles una vez que son tratadas. Sin embargo, puede haber pérdidas económicas debido a un menor rendimiento en el aprendizaje durante la escolarización o productividad en trabajo físico. Webb and Oski (1973, 1974) encuentran que el suministro de suplementos de hierro a mujeres adolescentes con bajos niveles sanguíneos de este elemento mejora considerablemente su desempeño en diferentes pruebas de aprendizaje verbal y de memoria. Murray-Kolb and Beard (2007) muestran, además, que los pacientes con un aumento significativo de la proteína de almacenamiento de hierro (ferritina) también mejoran su rendimiento académico sustancialmente. Walker et al. (1998) encuentran que las niñas con anemia son más propensas a tener un desarrollo pobre en la escuela, baja atención y otros problemas sociales, tales como actividad sexual a

temprana edad. Recientemente en Perú, Chong et al. (2016) en el análisis de un experimento aleatorio de suplementación en hierro en adolescentes en una población rural marginada concluyen que la deficiencia de hierro representa una barrera importante para la acumulación de capital humano. A diferencia de los estudios anteriores, en México Vega-Franco et al. (1991) no logran encontrar una relación estadísticamente significativa entre la hemoglobina y los resultados en pruebas de inteligencia. Finalmente, Basta et al. (1979) estiman que la suplementación con hierro a trabajadores en la cosecha de la caña de azúcar anémicos incrementó su productividad en 17 %.

En este artículo analizamos una muestra de la población estudiantil mexicana de entre 12 y 19 años de edad para estudiar la relación que existe entre el rendimiento educativo y la anemia. Para esto, utilizamos los datos recabados por la Encuesta Nacional de Salud 2012, ENSANUT 2012 (INSP, 2012) y una serie de modelos logísticos multivariados. Hasta donde sabemos, la mayor parte de los estudios que relacionen estas variables son del tipo clínico-experimental, por lo que la utilización de técnicas econométricas para realizar este tipo de análisis constituye nuestro principal aporte a la literatura. Solamente identificamos al trabajo de Gaviria and Hoyos (2011), quienes han seguido un enfoque similar al nuestro usando la base de datos de la Encuesta de Demografía y Salud de Colombia del 2005. Ellos encuentran una asociación significativa entre la anemia y la repetición escolar en niños, sin embargo el tamaño de la muestra utilizada es más pequeño que el nuestro al igual que el número de variables de control utilizadas.

La información contenida en la ENSANUT 2012 (INSP, 2012) nos permite incorporar a nuestro análisis varios factores socio-económicos tales como edad, género, ubicación geográfica, estrato urbano, condición de indigenismo, entre otros. La inclusión de estas variables nos permite analizar el desempeño educativo de los grupos más vulnerables, así como proponer algunas opciones de política pública.

El resto del artículo se organiza como sigue. Seguido de la presente introducción presentamos en la Sección 2 los datos que utilizamos para realizar nuestro análisis y nuestra metodología. En la Sección 3 presentamos los resultados principales de nuestro estudio. En la Sección 5 realizamos algunos experimentos adicionales para darle solidez a nuestros resultados principales. En la Sección 6 concluimos.

## 2 Datos y metodología

### 2.1 Población de estudio

Los datos que utilizamos en nuestro análisis provienen de la ENSANUT 2012 (INSP, 2012). Se trata de una encuesta de sección cruzada en la que se entrevistaron 50,528 hogares con una tasa de respuesta del 87 %. Así mismo, la encuesta contiene información variada sobre los hogares y sus integrantes, incluido el resultado de una prueba de hemoglobina (Hb) en sangre capilar. En las bases de

datos trabajadas de la ENSANUT 2012 (INSP, 2012) podemos encontrar los niveles de concentración de Hb, así como una variable binaria que toma los valores de 1 si el individuo tiene anemia y 0 si no. El diagnóstico (anemia o no) se hizo usando los criterios de la OMS ajustando la Hb por altitud. Los puntos de corte para hombres de entre 12 y 14 años, así como mujeres mayores a 12 años es de  $<120$  g/L y para hombres mayores a 15 años de  $<130$ g/L.

Nuestra muestra de adolescentes de entre 12 y 19 años de edad es de 10,835, una vez excluidas 200 mujeres que declararon estar embarazadas al momento del levantamiento. La razón de la exclusión de estas mujeres es que el embarazo afecta simultáneamente la asistencia a la escuela y el nivel de hemoglobina, lo cual podría sesgar nuestros resultados.

## 2.2 Variables dependientes

La ENSANUT 2012 (INSP, 2012) no dispone de indicadores académicos detallados para medir directamente el rendimiento educativo. Sin embargo, la encuesta nos permite saber si el individuo asiste actualmente a la escuela. Además, a través de la edad exacta del individuo y el número de años de escolarización acreditados podemos deducir si el individuo tuvo algún tipo de rezago escolar. Para lo anterior fue necesario determinar la edad de individuo al 31 de diciembre del 2011. De acuerdo al sistema educativo mexicano, un niño debe de ser inscrito para comenzar su educación primaria en septiembre si tiene seis años cumplidos o los cumple antes del 31 de diciembre. Si el niño no repite año, la diferencia entre su edad y sus años de escolaridad completados al 31 de diciembre debe ser siempre seis. Nuestra principal variable dependiente es el hecho de asistir a la escuela sin haber repetido año. Para entender mejor el efecto conjunto de asistencia escolar sin haber repetido año, creamos dos variables independientes más. La primera es si el adolescente cursa el año sin repetición dado que asiste a la escuela y la segunda si el individuo asiste o no a la escuela.

En la primera parte del Cuadro 1 en el Apéndice se proporcionan las estadísticas descriptivas de las variables dependientes para el total de la muestra y por sexo. La tasa de asistencia y rezago es muy similar entre hombres y mujeres. Las mujeres en general muestran una menor tasa de rezago escolar, aunque tienden a dejar la escuela a una edad más temprana. La variación en las variables dependientes es más drástica por edad. La Figura 1 describe cómo estas 3 variables cambian con respecto a la edad de los adolescentes. Durante los 12 y los 19 años se observa que la tasa de participación escolar descende con la edad: mientras que a los 12 años la tasa es superior al 90 %, a los 19 años es sólo del 30 %. De igual manera el rezago académico aumenta del 16 al 80 %. Finalmente, mientras casi el 80 % de los niños de 12 años cursan la escuela sin rezago sólo el 15 % de los jóvenes de 19 años lo hacen así.

## 2.3 Variables explicativas

En el Cuadro 1 también se proporcionan las estadísticas descriptivas de las variables del modelo. Las variables explicativas están divididas en tres grupos: 1)

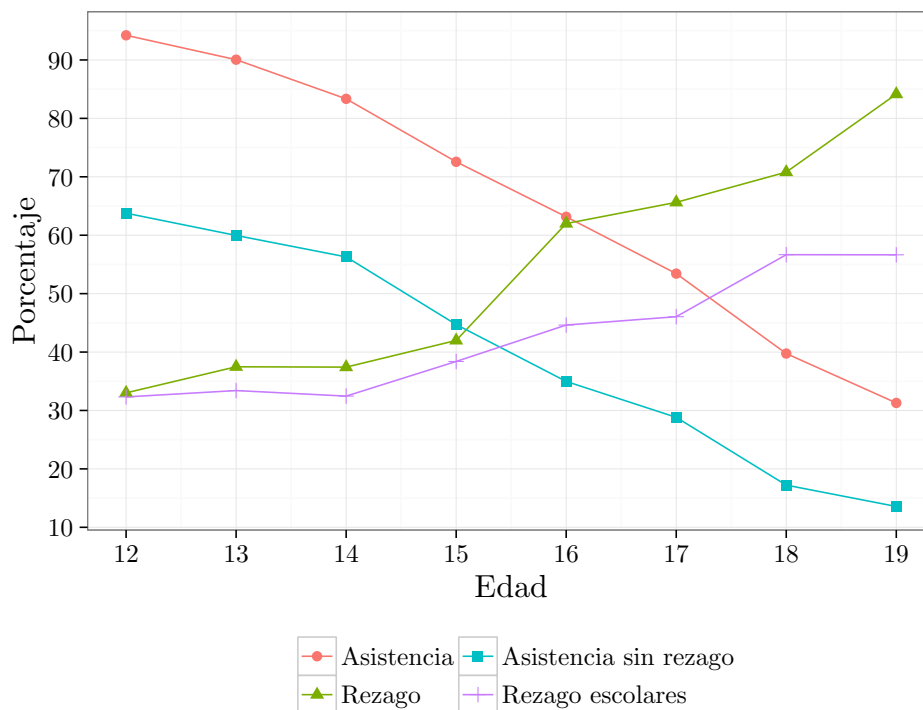


Figura 1: Indicadores Educativos por edad. Datos no ponderados. Elaborada por los autores.

estado nutricional con la variable anemia; 2) características individuales que incluyen sexo, mujeres que han estado alguna vez embarazadas (se excluyeron las que actualmente están embarazadas), edad, si se considera indígena y si actualmente está trabajando; 3) características del hogar y geográficas que incluyen la cohabitación con ambos padres, afiliación a un seguro de salud, quintil de nivel socioeconómico, estrato de marginalidad, estado de urbanidad y la región geográfica.

La muestra se divide por género. Se observa que las mujeres tienen una prevalencia de anemia más alta que los hombres. Esto es un hecho bien documentado y se debe a los cambios fisiológicos propios de la mujer. Otro dato a resaltar es que el 10% de las adolescentes declaró haber tenido ya un embarazo, una vez que se excluyeron 200 mujeres (3.5%) que estaban embarazadas al momento de la entrevista. Esto refleja la muy elevada tasa de embarazos tempranos que se registran en México que, junto con algunos países de América Latina, registra una de las tasas más elevadas del mundo.

Los hombres muestran una tasa mayor de participación en el mercado la-

boral que las mujeres, 17.9 % vs 12.5 %, y al mismo tiempo una mayor tasa de cohabitación con ambos padres, 66.2 % vs 63.7 %. Las otras variables muestran, en general, un balance entre ambos géneros.

## 2.4 Análisis estadístico

Con el objetivo de analizar la asociación entre el desempeño educativo y nuestras variables explicativas corremos una serie de regresiones logísticas. Para cada uno de los tres indicadores educativos descritos arriba corremos regresiones independientes para mujeres y hombres por separado y luego otra regresión para todos juntos. Esto nos ayuda a interpretar la interacción entre los coeficientes y el género.

Dada la naturaleza de los datos no podemos asumir una dirección de causalidad entre el desempeño escolar y las distintas variables explicativas. Sin embargo, nuestro análisis nos permite tener una primera imagen de la asociación entre nuestras variables de interés, así como elaborar una hipótesis de causalidad basándonos en la magnitud estimada. Nuestros resultados se presentan en la siguiente sección.

## 3 Resultados

En esta sección analizamos los resultados de nuestro modelo. Los Cuadros 2, 3 y 4 en el apéndice contienen la estimación del coeficiente marginal de las nueve regresiones logísticas. En vez de describir los coeficientes de cada una de las variables, hemos optado por describir globalmente la interpretación de los tres grupos de variables en los 3 indicadores educativos. El Cuadro 2 muestra los resultados de la regresión de asistencia a la escuela sin rezago académico; en el Cuadro 3 y Cuadro 4 analizamos la asistencia con rezago y la asistencia a la escuela de forma global, respectivamente.

### 3.1 Estado nutricional

La anemia está asociada significativamente con una menor probabilidad de asistir a la escuela sin rezago para hombres y mujeres en su conjunto, con un coeficiente de  $-0.283$ . Este efecto es más importante para los hombres que para las mujeres, pero es estadísticamente significativo en ambos casos ( $-0.355$  vs  $-0.252$ ).

Cuando se divide el efecto asistir a la escuela con rezago, Cuadro 3, y asistencia escolar, Cuadro 4, observamos que la anemia está asociada significativamente con una mayor probabilidad de repetir año escolar ( $0.313$ ) para la muestra en su conjunto. Esta probabilidad es mayor en los hombres ( $0.464$ ) que en las mujeres ( $0.233$ ), y es estadísticamente significativa en ambos casos.

No encontramos una asociación significativa entre la anemia y la asistencia a la escuela en su conjunto. Sin embargo, en el caso de los hombres la anemia está asociada a una mayor tasa de asistencia ( $0.462$ ) dada la edad y otros cofactores.

La razón por la cual este coeficiente es positivo puede ser que los varones tienen más apoyo para obtener un determinado grado académico. Por lo tanto, si repiten año debido a la anemia tienden a compensarlo con un número mayor de años en la escuela. Una evidencia de esto es el coeficiente negativo de la variable binaria sexo en el Cuadro 3. Este implica que los hombres con anemia tienden más a retrasarse que las mujeres. Las mujeres, en cambio, tienden más a la deserción. Otro punto a considerar en la interpretación de este coeficiente es que la anemia está asociada a una menor productividad en los trabajos manuales (Basta et al., 1979). Esto implica que la anemia reduce las probabilidades de empleo de los jóvenes varones y, por ende, el costo de oportunidad de asistir a la escuela.

### 3.2 Características individuales

El coeficiente positivo de la variable binaria de género (0.272), implica que las mujeres tienen una mayor probabilidad de asistir a la escuela sin rezago que los hombres. Sin embargo, la probabilidad de asistir a la escuela sin rezago está asociada con una reducción dramática para las mujeres que han tenido algún embarazo a lo largo de su vida (-2.488) con respecto a las mujeres que no han experimentado ningún embarazo. El efecto resulta de una combinación entre tener una mayor probabilidad de abandono (-2.687) y, en caso de seguir estudiando, haber repetido el año (0.748). Es de resaltar que la magnitud de la variable embarazo implica que esta es una de las variables que más impactan a prácticamente todos los indicadores educativos. Esto le da al control de embarazos en mujeres jóvenes una relevancia particular en términos de política pública.

No encontramos una relación significativa entre declararse como indígena y la asistencia a la escuela sin rezago para los hombres y mujeres en su conjunto. Sin embargo, para la regresión de mujeres solamente, el hecho de auto considerarse indígena sí está asociado significativamente con una menor probabilidad de asistir a la escuela sin rezago (-0.155). El ser indígena también favorece el rezago escolar (0.134) y, eventualmente, la deserción (0.141).

Como era de esperarse, la edad es uno de los factores que está más fuertemente asociado a una mayor probabilidad de abandonar la escuela, lo cual puede constatarse por los signos y magnitudes de las variables de edad en el Cuadro 4. Entre los 16 y 19 años, el efecto es más fuerte en mujeres que en hombres. Sin embargo, los resultados del Cuadro 3 sugieren que los hombres tienen una probabilidad más alta de regresar (rezagados) a la escuela que las mujeres. De forma general, también puede constatarse que la probabilidad de asistir a la escuela sin rezago disminuye con la edad y que el efecto es más fuerte en hombres que en mujeres.

La participación en el mercado laboral está altamente asociada a una menor probabilidad de asistir a la escuela sin rezago (-2.043). Sin embargo, la dirección de causalidad no es clara ya que es probable que el abandono escolar empuje a los jóvenes a buscar un trabajo y el trabajo haga más difícil para los jóvenes seguir estudiando. Esta variable, por la magnitud de los coeficientes, también



constituye un foco de atención particular en términos de política pública.

### 3.3 Características del hogar y geográficas

Como era de esperar, los adolescentes que cohabitan con ambos padres tienen significativamente una mayor probabilidad de asistir a la escuela sin rezago (0.173), a la vez que tienen un menor riesgo de rezagarse ( $-0.125$ ) y una perspectiva mayor de asistir a la escuela (0.273). De igual forma, los adolescentes que están en hogares más favorecidos (niveles socioeconómicos más altos) tienen mayores probabilidades de asistir a la escuela sin rezago.

A pesar de haber controlado por las variables económicas, encontramos una fuerte disparidad geográfica en cuanto al desempeño académico. Los adolescentes que viven en el Norte parecen ser los que mayores probabilidades tienen de asistir a la escuela sin rezago, al igual que habitantes del Distrito Federal, para los cuales no encontramos un coeficiente estadísticamente significativo. El Sur es la región del país que tiene menor probabilidad ( $-1.244$  vs Norte) de asistir a la escuela sin rezago. Las mismas desventajas de la región Sur se confirman por la magnitud del coeficiente del Cuadro 3. La probabilidad de rezagarse es mucha más alta en la región Sur con respecto a la región Norte (1.515).

Nuestros resultados también sugieren que existe una probabilidad más alta de rezagarse en la escuela o de abandonarla cuando se es habitante de las zonas urbanas, aunque esta variable no es del todo estadísticamente significativa. Finalmente, los adolescentes que pueden clasificarse como marginados tienen una probabilidad más alta de abandonar la escuela ( $-0.330$ ), o bien de asistir rezagados (0.117). Por supuesto, la probabilidad de asistir a la escuela sin rezago es menor para los adolescentes marginados ( $-0.184$ ).

## 4 Verificación de robustez

En esta sección proponemos algunos modelos adicionales para complementar nuestros resultados. Primero, utilizamos el índice de concentración de Hb como variable explicativa en lugar de la variable binaria anemia. Naturalmente, se espera que un individuo con concentraciones de Hb por arriba del valor de corte para anemia tengan un mejor desempeño en la escuela comparado con los individuos con concentraciones más bajas. Segundo, definimos una serie de variables binarias para diferentes niveles de concentración de Hb:  $\{[0, 11), [11, 12), [12, 13), [13, 14), [14, 15), [15, \infty)\}$  g/dL. Esto nos permite analizar el efecto de los diferentes niveles de concentración de Hb y determinar el punto en el que esta afecta al rendimiento escolar. Finalmente, mantenemos la concentración de Hb como variable explicativa, pero restringimos la muestra a individuos con concentraciones de entre 11 g/dL y 15 g/dL. Esto nos permite tener individuos más comparables. En el Cuadro 5 en el Apéndice reportamos los resultados de estos tres modelos.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Reportamos solo el coeficiente de la variable concentración de Hb, pero las regresiones incluyen a todas las variables de la Sección 2. Los cuadros de resultados completos están

Como esperábamos, los resultados del Cuadro 5 confirman que el signo de la variable Hb es, en todos los casos, contrario al obtenido de las regresiones de la sección anterior. En general, un individuo con mayores concentraciones de Hb tiene un mejor desempeño educativo.

Cuando tomamos el rango completo de concentraciones de Hb, obtenemos que los hombres aumentan su probabilidad de asistir a la escuela sin rezago (0.059) y disminuyen su probabilidad de rezagarse (-0.084) en tanto mejoran sus niveles de Hb. El signo negativo en la regresión de asistencia global confirma el resultado obtenido en la sección anterior: los hombres anémicos podrían tener más apoyo para obtener algún grado académico en relación a las mujeres, por lo que tienden permanecer más años en la escuela. Sorprendentemente, el nivel de hemoglobina (en su rango completo) parece no tener ningún efecto sobre el desempeño de las mujeres.

Cuando consideramos los diferentes niveles de concentración de Hb, obtenemos que el mejor desempeño para las mujeres ocurre en los niveles entre 12 g/dL y 15 g/dL. Esto es particularmente interesante debido a que es justamente 12 g/dL el punto de decisión entre tener anemia o no. Cuando tomamos hombres y mujeres en su conjunto observamos que el desempeño mejora significativamente a partir de 12 g/dL, y el pico se encuentra en los niveles entre 15 g/dL y 16 g/dL. Para los hombres por separado no existe evidencia de que los diferentes niveles de concentración de Hb afecten su desempeño escolar.

Cuando restringimos la muestra a jóvenes con niveles de Hb de entre 11 g/dL y 15 g/dL no encontramos evidencia de una relación significativa sobre ninguno de los indicadores educativos, excepto para los hombres. En general, los signos de la muestra completa se mantienen.

Finalmente, aunque no se muestra en el Cuadro 5, en todos los ejercicios que realizamos los signos, magnitudes y niveles de significancia del resto de las variables incluidas en los modelos se mantienen prácticamente constantes. Esto robustece nuestros resultados de la sección anterior.

Otra serie de modelos son posibles. Por ejemplo, creamos una variable que mide la distancia de los niveles de concentración de Hb con respecto al valor de corte para anemia. Esta variable ha sido incluida en el modelo junto con la variable binaria anemia. En este caso, los signos y niveles de significancia son prácticamente los mismos que en los modelos anteriores, por lo que hemos decidido no reportarlos.<sup>2</sup>

---

disponibles bajo petición.

<sup>2</sup>Con esta variable de distancia respecto al valor de corte para anemia realizamos otros modelos suplementarios. En un primer modelo incluimos esta variable junto con los niveles de concentración de Hb. En este caso, el signo de Hb es contrario al esperado, lo cual podría indicar un problema de multicolinealidad. En un segundo ejercicio incluimos exclusivamente a la variable de distancia con respecto a los valores de corte para anemia. Los resultados encontrados son prácticamente los mismos que los del primer modelo del Cuadro 5. Nuevamente, debido a que estos dos modelos no aportan nada al análisis consideramos innecesario reportarlos. Sin embargo, los resultados completos pueden obtenerse de los autores.

## 5 Discusión y conclusiones

En este artículo analizamos la relación que existe entre el desempeño académico y la anemia utilizando como muestra la población estudiantil mexicana de entre 12 y 19 años de edad. Para lograr esto, utilizamos como indicador de rendimiento escolar a la asistencia a la escuela sin rezago, y reforzamos la interpretación de nuestros resultados utilizando como indicadores adicionales a la asistencia a la escuela de forma global y al rezago escolar para adolescentes que asisten a la escuela. A diferencia de la literatura existente —en la que la relación entre el desempeño estudiantil y la anemia se estudia desde un punto de vista clínico-experimental— nuestro análisis tiene un enfoque econométrico. En particular, al ser nuestras variables dependientes del tipo categórico, utilizamos una serie de modelos del tipo logístico. Nuestra base de datos, además, nos permite incorporar a nuestro análisis varios factores socioeconómicos tales como edad, género, ubicación geográfica, estrato urbano, condición de indigenismo, entre otros.

Nuestros resultados confirman lo sugerido por la literatura existente: existe una relación importante entre la prevalencia de anemia y el rendimiento educativo. Específicamente, encontramos que la probabilidad de asistir a la escuela sin rezago es explicada parcialmente por la prevalencia de anemia. Esto es particularmente cierto para los hombres anémicos, quienes tienen una probabilidad de asistir a la escuela sin rezago más baja que las mujeres. Además, la anemia también está asociada significativamente con una mayor probabilidad de repetir el año escolar, siendo nuevamente los hombres los más afectados.

Nuestro modelo también revela que las mujeres (anémicas o no) de cualquier edad tienen más probabilidades de asistir a la escuela sin rezago que los hombres, y que la probabilidad de asistir a la escuela sin rezago disminuye con la edad.

Nuestro análisis identifica claramente a los grupos más vulnerables —mujeres indígenas, personas con alto grado de marginación y pertenecientes a los quintiles de ingresos más bajos— y muestra cómo estos se encuentran en desventaja en lo que a indicadores educativos se refiere. Nuestros resultados también muestran la importancia que tienen los padres en el desempeño escolar de sus hijos, al igual que del acceso a los servicios de salud. De igual forma, los indicadores educativos son mejores en las regiones Norte y Distrito Federal.

Dos resultados que son particularmente relevantes son los relacionados con los adolescentes que trabajan y las mujeres adolescentes que han presentado un embarazo. Con respecto a los primeros, la participación en el mercado laboral está asociada significativamente con una menor probabilidad de asistir a la escuela sin rezago. Este resultado es bastante intuitivo y se justifica perfectamente con la realidad socioeconómica de México. Muchos estudiantes tienen la necesidad de trabajar para apoyar a sus familias y esto los empuja a rezagarse en la escuela y, eventualmente, a abandonarla. En nuestro análisis también encontramos una alta tasa de embarazo temprano en México, y que esta está asociada con una disminución dramática de la probabilidad de asistir a la escuela sin rezago. Este efecto es una combinación de un aumento importantísimo en las probabilidades de abandonar la escuela y de repetir año. Apoyar a las mujeres adolescentes para reducir el riesgo de un embarazo temprano podría suponer

beneficios económicos muy altos debido a las implicaciones en la acumulación de capital humano. En este sentido, los programas que reducen las barreras al acceso de anticonceptivos han probado tener una alta efectividad en la reducción de embarazos no deseados (Secura et al., 2014).

A pesar de su simpleza, nuestro modelo formaliza algunos resultados que tradicionalmente, al menos en México, se han obtenido por medio de la observación y la intuición. Esto conlleva a la justificación de algunos programas de gobierno enfocados a abatir los principales problemas sociales, particularmente el de la desnutrición, y puede derivar en importantes conclusiones de política pública.

De acuerdo al Programa Internacional para la Evaluación de Estudiantes (PISA) 2012 (Villar and Zoido, 2016), México se encuentra rezagado con respecto a los países participantes en la evaluación PISA, tanto en los años de escolarización como en la calidad de la educación que reciben los alumnos. De acuerdo a un meta-análisis reciente de los experimentos aleatorios para mejorar el aprendizaje en las escuelas en países en desarrollo (McEwan, 2015), las intervenciones nutricionales principalmente dirigidas a mejorar el estatus en micro nutrientes tienen un efecto favorable. Algunas recomendaciones concretas de la Organización Panamericana de la salud (OPS) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Freire, 1998) que pueden ayudar a este respecto son: la fortificación de alimentos con hierro, la suplementación, la promoción, comunicación y educación nutricional, así como la vigilancia epidemiológica nutricional. Otras estrategias pueden ser los subsidios a la producción y al consumo de alimentos fortificados, los programas de distribución directa de alimentos a hogares, los desayunos escolares, la distribución de vitamina A y de suplementos con micronutrientes en dosis dietéticas y la fortificación de alimentos con micronutrientes dirigidos a poblaciones específicas. Algunos programas recientes aplicados por el gobierno mexicano incluyen: el Programa OPORTUNIDADES, el Programa de Apoyo Alimentario (PAL), el Programa de Abasto Social de Leche a cargo de Liconsa S.A. de C.V., y el Programa de Apoyo Alimentario de Abasto Rural a cargo de Diconsa S.A. de C.V. Adicionalmente, no deben ignorarse los efectos positivos que podrían traer las intervenciones que van dirigidas directamente a mejorar la formación del profesorado o la adecuación del material didáctico.

Nuestro estudio también revela la importancia que tiene el garantizar una cobertura total (efectiva) en cuanto a servicios de salud se refiere, así como de la aplicación de políticas públicas encaminadas al fomento de la unión familiar y a la información de hombres y mujeres adolescentes para disminuir el número de embarazos no deseados, así como de otorgar apoyos a hombres y mujeres adolescentes para que estos no tengan que abandonar la escuela para buscar trabajo. La disminución —si bien no la erradicación— de los problemas educativos también depende de las políticas aplicadas por los estados que conforman las diferentes regiones mexicanas, particularmente aquellas que están diseñadas para disminuir las desventajas a las que se enfrentan las mujeres, así como de garantizar el acceso total a servicios de salud y de alimentación a las zonas rurales y, en especial, las más marginadas.

## Referencias

- Lorena Alcázar. *Impacto económico de la anemia en el Perú*. Grupo de Análisis para el Desarrollo y Acción contra el Hambre, 2012. ISBN 9972615677.
- Jack Bagriansky, Ngy Champa, Kimchoeun Pak, Sophie Whitney, and Arnaud Lailou. The economic consequences of malnutrition in cambodia, more than 400 million us dollar lost annually. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 23(4):524–531, 2014.
- Yarlina Balaraajan, Usha Ramakrishnan, Emre Özaltin, Anuraj H. Shankar, and S. V. Subramanian. Anaemia in low-income and middle-income countries. *The Lancet*, 378(9809):2123 – 2135, 2012. ISSN 0140-6736.
- Samir Sanaad Basta, Darwin Karyadi, and Nevin S Scrimshaw. Iron deficiency anemia and the productivity of adult males in indonesia. *American Journal of Clinical Nutrition*, 32(4):916 – 925, 1979.
- Alberto Chong, Isabelle Cohen, Erica Field, Eduardo Nakasone, and Maximo Torero. Iron deficiency and schooling attainment in Peru. *American Economic Journal: Applied Economics*, 8(4):222–255, 2016. ISSN 19457790. doi: 10.1257/app.20140494.
- Wilma B. Freire. La anemia por deficiencia de hierro: estrategias de la ops/oms para combatirla. *Salud Pública de México*, 40:199 – 205, 1998. ISSN 0036-3634.
- Alejandro Gaviria and Alejandro Hoyos. Anemia and child education: The case of colombia. *Desarrollo y Sociedad*, (68):47 – 77, 2011. ISSN 0120-3584.
- INSP. Encuesta nacional de salud y nutrición 2012. resultados nacionales. *Cuernavaca, México: Instituto Nacional de Salud Pública (MX)*, 2012.
- Nicolas J. Kassebaum, Rashmi Jasrasaria, Mohsen Naghavi, Sarah K. Wulf, Nicole Johns, Rafael Lozano, Mathilda Regan, David Weatherall, David P. Chou, Thomas P. Eisele, Seth R. Flaxman, Rachel L. Pullan, Simon J. Brooker, and Christopher J.L. Murray. A systematic analysis of global anemia burden from 1990 to 2010. *Blood*, 123(5):615 – 624, 2014. ISSN 0006-4971. doi: 10.1182/blood-2013-06-508325.
- Betsy Lozoff, Elias Jimenez, and Julia B. Smith. Double burden of iron deficiency in infancy and low socioeconomic status: a longitudinal analysis of cognitive test scores to age 19 years. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, 160(11):1108 – 1113, 2006. ISSN 1072-4710 (Print). doi: 10.1001/archpedi.160.11.1108.
- Patrick J. McEwan. Improving learning in primary schools of developing countries a meta-analysis of randomized experiments. *Review of Educational Research*, 85(3):353 – 394, 2015. ISSN 0034-6543.

- Laura E. Murray-Kolb and John L. Beard. Iron treatment normalizes cognitive functioning in young women. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 85 (3):778 – 787, 2007. ISSN 0002-9165.
- Gina M Secura, Tessa Madden, Colleen McNicholas, Jennifer Mullersman, Christina M Buckel, Qihong Zhao, and Jeffrey F Peipert. Provision of no-cost, long-acting contraception and teenage pregnancy. *New England Journal of Medicine*, 371(14):1316 – 1323, 2014. ISSN 0028-4793.
- Leopoldo Vega-Franco, A.M. Mejía, B. Robles, L. Moreno, and Y. Pérez. Coeficiente intelectual y desnutrición. la deficiencia de hierro y la concentración de plomo como variables confusoras. *Boletín Médico del Hospital Infantil de México*, 48(11):826 – 831, 1991. ISSN 0539-6115.
- Antonio Villar and Pablo Zoido. Challenges to quality and equity in educational performance for latin america, a pisa 2012 perspective. *Electronic Journal of Educational Research, Assessment & Evaluation*, 22(1), 2016. ISSN 1134-4032.
- Susan P Walker, Sally M Grantham-McGregor, John H Himes, Sonia Williams, and Edith M Duff. School performance in adolescent jamaican girls: associations with health, social and behavioural characteristics, and risk factors for dropout. *Journal of Adolescence*, 21(1):109 – 122, 1998. ISSN 0140-1971.
- Thomas E. Webb and Frank A. Oski. Iron deficiency anemia and scholastic achievement in young adolescents. *The Journal of pediatrics*, 82(5):827 – 829, 1973. ISSN 0022-3476.
- Thomas E. Webb and Frank A. Oski. Behavioral status of young adolescents with iron deficiency anemia. *The Journal of Special Education*, 8(2):153 – 156, 1974. ISSN 0022-4669.
- WHO. The global prevalence of anaemia in 2011. Technical report, Geneva, 2015.

## A Anexo: Cuadros de resultados

Cuadro 1: Estadísticas descriptivas de la muestra (valor medio de la variable)

VARIABLES	(1) Hombres y Mujeres <i>N</i> = 10, 835	(2) Hombres <i>N</i> = 5, 719	(3) Mujeres <i>N</i> = 5, 782
<b><u>Variables dependientes</u></b>			
Asistencia sin rezago	0.393	0.372	0.415
Cursa año con rezago	0.333	0.357	0.309
Asistencia a la escuela	0.726	0.729	0.724
<b><u>Variables explicativas</u></b>			
<b>Estado Nutricional</b>			
Anemia	0.0620	0.0402	0.0835
<b>Características individuales</b>			
Sexo (mujer)	0.503	0	1
Embarazo	0.0467	0	0.0929
Indígena	0.222	0.224	0.221
Edad (años)	15.27	15.23	15.30
Trabaja	0.117	0.167	0.0671
<b>Características del hogar y geográficas</b>			
Cohabitación con los padres	0.642	0.664	0.621
Afiliación seguro de salud	0.774	0.768	0.779
Quintil de nivel socioeconómico	2.989	3.010	2.968
Estrato de marginalidad	0.404	0.397	0.410
Estrato de urbanidad			
<i>rural</i>	0.355	0.347	0.364
<i>urbano</i>	0.208	0.202	0.213
<i>metropolitano</i>	0.437	0.452	0.423
Región			
<i>Norte</i>	0.257	0.260	0.254
<i>Centro</i>	0.362	0.360	0.364
<i>DF</i>	0.0515	0.0518	0.0512
<i>Sur</i>	0.330	0.328	0.331

Cuadro 2: Estimación del coeficiente marginal de la asistencia sin rezago

	<i>Variable dependiente</i>		
	Asistencia sin rezago		
	Hombres y Mujeres	Hombres	Mujeres
	(1)	(2)	(3)
<b>Estado Nutricional</b>			
anemia	-0.283***	-0.355**	-0.252**
<b>Características individuales</b>			
sexo (mujer)	0.272***		
embarazo	-2.488***		-2.512***
indígena	-0.067	0.016	-0.155*
edad (12 años)			
13 años	-0.259***	-0.253**	-0.267**
14 años	-0.304***	-0.385***	-0.221**
15 años	-0.675***	-0.826***	-0.527***
16 años	-1.166***	-1.307***	-1.028***
17 años	-1.081***	-1.208***	-0.956***
18 años	-2.020***	-2.031***	-2.006***
19 años	-2.275***	-2.258***	-2.277***
trabaja	-2.043***	-2.108***	-1.870***
<b>Características del hogar y geográficas</b>			
cohabitación con los padres	0.173***	0.148**	0.192***
afiliación seguro de salud	0.504***	0.645***	0.367***
Nivel socioeconómico (q1)			
NSE q2	0.341***	0.370***	0.315***
NSE q3	0.610***	0.612***	0.608***
NSE q4	0.817***	0.866***	0.767***
NSE q5	1.338***	1.363***	1.327***
estrato de marginalidad	-0.184***	-0.196**	-0.180**
Estrato de urbanidad (rural)			
metropolitano	-0.110*	-0.163*	-0.073
urbano	-0.112*	-0.191**	-0.045
Región (Norte)			
Centro	-0.578***	-0.535***	-0.630***
DF	-0.019	-0.025	-0.020
Sur	-1.244***	-1.234***	-1.259***
Constante	0.049	0.017	0.369**
Observaciones	11,501	5,719	5,782
Log Verosimilitud	-5,984.179	-2,952.766	-3,019.904
Crit. Inf. Akaike.	12,018.360	5,951.532	6,087.807
Pseudo R2 de McFadden	0.7265	0.7299	0.7233

Nota:

\*p&lt;0.1; \*\*p&lt;0.05; \*\*\*p&lt;0.01



Cuadro 3: Estimación del coeficiente marginal de cursar el año con rezago

	<i>Variable dependiente</i>		
	Asistencia a la escuela con rezago		
	Hombres y Mujeres	Hombres	Mujeres
	(1)	(2)	(3)
<b>Estado Nutricional</b>			
anemia	0.313***	0.464***	0.233*
<b>Características individuales</b>			
sexo (mujer)	-0.303***		
embarazo	0.748**		0.805**
indígena	0.134**	0.094	0.180**
edad (12 años)			
13 años	0.211***	0.214*	0.210*
14 años	0.178**	0.239**	0.118
15 años	0.362***	0.529***	0.199*
16 años	0.787***	1.000***	0.587***
17 años	0.606***	0.789***	0.417***
18 años	1.437***	1.524***	1.346***
19 años	1.711***	1.696***	1.704***
trabaja	0.601***	0.543***	0.643**
<b>Características del hogar y geográficas</b>			
cohabitación con los padres	-0.125**	-0.133*	-0.108
afiliación seguro de salud	-0.312***	-0.438***	-0.189**
Nivel socioeconómico (q1)			
NSE q2	-0.312***	-0.359***	-0.269**
NSE q3	-0.547***	-0.579***	-0.512***
NSE q4	-0.663***	-0.782***	-0.543***
NSE q5	-1.034***	-1.095***	-0.987***
estrato de marginalidad	0.117**	0.124	0.129
Estrato de urbanidad (rural)			
metropolitano	0.218***	0.281***	0.172*
urbano	0.105	0.192*	0.036
región (Norte)			
Centro	0.719***	0.658***	0.796***
DF	0.208*	0.216	0.206
Sur	1.515***	1.487***	1.555***
Constante	-0.583***	-0.521***	-0.979***
Observaciones	8,354	4,167	4,187
Log Verosimilitud	-5,028.682	-2,519.818	-2,497.478
Crit. Inf. Akaike	10,107.360	5,085.636	5,042.956
Pseudo R2 de McFadden	0.6495	0.6572	0.6409

Nota:

\*p&lt;0.1; \*\*p&lt;0.05; \*\*\*p&lt;0.01

Cuadro 4: Estimación del coeficiente marginal de la asistencia a la escuela

	<i>Variable dependiente</i>		
	Asistencia a la escuela		
	Hombres y Mujeres (1)	Hombres (2)	Mujeres (3)
<b>Estado Nutricional</b>			
anemia	-0.003	0.462**	-0.180
<b>Características individuales</b>			
sexo (mujer)	-0.044		
embarazo	-2.687***		-2.604***
indígena	0.141**	0.367***	-0.055
edad (12 años)			
13 años	-0.603***	-0.562**	-0.635***
14 años	-1.009***	-1.130***	-0.833***
15 años	-1.743***	-1.773***	-1.697***
16 años	-2.194***	-2.078***	-2.272***
17 años	-2.375***	-2.343***	-2.403***
18 años	-2.956***	-2.839***	-3.064***
19 años	-3.085***	-3.058***	-3.094***
trabaja	-2.684***	-2.915***	-2.277***
<b>Características del hogar y geográficas</b>			
cohabitación con los padres	0.273***	0.160*	0.377***
afiliación seguro de salud	0.723***	0.822***	0.639***
Nivel socioeconómico (q1)			
NSE q2	0.222***	0.136	0.291**
NSE q3	0.513***	0.355***	0.667***
NSE q4	0.876***	0.628***	1.126***
NSE q5	1.616***	1.516***	1.714***
estrato de marginalidad	-0.330***	-0.379***	-0.287***
Estrato de urbanidad (rural)			
metropolitano	0.308***	0.318***	0.281**
urbano	-0.012	-0.079	0.037
Región (Norte)			
Centro	0.018	0.050	-0.032
DF	0.473***	0.529**	0.391*
Sur	0.318***	0.425***	0.213*
Constante	2.047***	2.109***	1.969***
Observaciones	11,501	5,719	5,782
Log Verosimilitud	-4,194.692	-2,038.017	-2,126.861
Crit. Inf. Akaike	8,439.384	4,122.035	4,301.722
Pseudo R2 de McFadden	0.8000	0.8096	0.7929

Nota:

\*p&lt;0.1; \*\*p&lt;0.05; \*\*\*p&lt;0.01

Cuadro 5: Estimación de varios modelos alternativos

	Hombres y Mujeres (1)	Hombres (2)	Mujeres (3)
<b>Asistencia sin rezago</b>			
Hb $[0, \infty)$	0.028*	0.059***	0.016
Hb categórica (referencia $[0, 11]$ )			
Hb (11, 12]	0.618**	0.130	0.805***
Hb (12, 13]	0.733***	0.478	0.830***
Hb (13, 14]	0.756***	0.546	0.845***
Hb (14, 15]	0.786***	0.663	0.836***
Hb (15, 16]	0.795***	0.716*	0.815***
Hb (16, $\infty)$	0.752***	0.705	0.662**
Hb $[11, 15]$	0.039	0.102*	0.018
<b>Asistencia con rezago</b>			
Hb $[0, \infty)$	-0.036**	-0.084***	-0.005
Hb categórica (referencia $[0, 11]$ )			
Hb (11, 12]	-0.632**	-0.012	-0.917***
Hb (12, 13]	-0.748***	-0.360	-0.922***
Hb (13, 14]	-0.755***	-0.502	-0.880***
Hb (14, 15]	-0.781***	-0.574	-0.892***
Hb (15, 16]	-0.832***	-0.724	-0.863***
Hb (16, $\infty)$	-0.810***	-0.738	-0.674**
Hb $[11, 15]$	-0.038	-0.123**	0.002
<b>Asistencia global</b>			
Hb $[0, \infty)$	-0.010	-0.051*	0.038
Hb categórica (referencia $[0, 11]$ )			
Hb (11, 12]	0.182	1.073	0.001
Hb (12, 13]	0.267	1.023	0.102
Hb (13, 14]	0.289	0.488	0.231
Hb (14, 15]	0.289	0.613	0.163
Hb (15, 16]	0.175	0.403	0.122
Hb (16, $\infty)$	0.131	0.382	0.306
Hb $[11, 15]$	0.007	-0.120	0.050

Nota:

\*p&lt;0.1; \*\*p&lt;0.05; \*\*\*p&lt;0.01

\* Este cuadro sintetiza la asociación entre los niveles de Hb y las diferentes variables dependientes. Aunque no se muestra en el cuadro, el resto de las variables explicativas también fueron incluidas