

# Construcción de un modelo multinivel para el análisis de la agresividad indirecta en escolares; comuna nororiental, Medellín, Colombia, 2001

Juan de J. Sandoval<sup>1</sup>

## Resumen

Se exponen tendencias de la epidemiología actual que han logrado articular la relación salud-enfermedad con el contexto social del individuo mediante el uso de metodologías estadísticas contemporáneas como los modelos jerárquicos. También se presentan algunas características de los modelos multinivel, tipos especiales de estos y sus bondades en comparación con otros modelos actuales de uso frecuente en epidemiología, especialmente en el análisis de datos con estructura jerárquica. Además, se describen los objetivos fundamentales de este análisis y su importancia en la epidemiología. Finalmente, se muestra cómo funciona la técnica y su uso en estudios epidemiológicos mediante una aplicación práctica en el análisis de los síntomas de agresividad indirecta en niños, estudio realizado con una fuente de datos secundarios, el test COPRAG (test de comportamiento agresivo y prosocial) en escolares de la comuna nororiental en Medellín, Colombia, en el año 2001.

## Palabras clave

Métodos epidemiológicos, agresión, estudiantes

<sup>1</sup> Magíster en epidemiología, Profesor, Universidad de Antioquia. E-mail: jsandoval@guajiros.udea.edu.co

Recibido: 21 de julio de 2004. Aceptado: 28 de octubre de 2004.

## Construction of a multilevel model for the analysis of indirect aggressiveness among school pupils in a suburb of the northeastern area of Medellín, Colombia in 2001

### Abstract

Tendencies in current epidemiology that have linked the relationship between health and illness with the social context of individuals are exposed, using contemporary statistical methodologies as those of the hierarchical models. Some characteristics of multilevel model are also presented, as well as types of these and their appropriateness in comparison with other existing models frequently used in epidemiology, especially for data analysis with hierarchical structure. In addition, fundamental objectives of this statistical analysis and their importance in epidemiology are described. Finally, the way in which this technique functions is explained, showing its use in epidemiological studies through an application in the analysis of reactive aggression symptoms with children. Data source of test COPRAG was taken from scholars in a suburb of the northeastern area of Medellín, Colombia in 2001.

### Key words

Epidemiologic methods, aggression, students

## Introducción

Actualmente es frecuente encontrar en los anales de epidemiología más importantes del mundo científico y, en general, en los del área de la salud, el uso de los modelos multinivel como una alternativa metodológica de acercarse al contexto del individuo a la explicación de la causalidad. Las causas que se asocian a la ocurrencia de un evento en salud, frecuentemente se estudian de manera estática en el sentido de que no se tiene en cuenta el análisis prospectivo o retrospectivo del ambiente social o cultural que rodea al individuo, debido a deficiencias importantes, tales como ausencia de variables, imposibilidad de relacionar el contexto o el ambiente o dificultades en la aplicación metodológica, entre otras. Esto ha implicado que el investigador llegue a sentirse potencialmente incapaz de explicar metodológicamente las causas de uno o varios eventos, puesto que frecuentemente se omiten características importantes que pertenecen a la dinámica ecológica donde interactúa el individuo, como son el ambiente del trabajo, la comunidad, la familia y los aspectos culturales y sociales, entre otros.

Recientemente, las ciencias sociales y la epidemiología han intentado suplir la necesidad de una explicación más global de la morbilidad o la mortalidad, buscando la conexión entre las características del individuo y el contexto social en el que este se desenvuelve, pero solo algunos estudios en el mundo<sup>1-5</sup> y pocos en nuestro medio<sup>6</sup> se han ocupado de esto. Bajo la perspectiva ecológica, se empieza a observar al individuo en forma dinámica y conjunta, sin separarlo del contexto en donde actúa, convive, piensa o trabaja, fusionándolo con el ambiente, las comunidades, la influencia de su cultura, el trabajo y, en general, la sociedad en que se desenvuelve.

Resultados obtenidos mediante la técnica del análisis multinivel han sido importantes dentro del campo de la investigación en salud, y día a día se tienen cada vez más publicaciones que incluyen los estudios ecológicos en trabajos epidemiológicos de alcance internacional, en los que se considera fundamental explicar los factores asociados a la morbilidad o la mortalidad sin separarlos del ambiente externo que rodea al individuo.<sup>7-11</sup>

Algunos estudios epidemiológicos han mostrado principios metodológicos de cómo estudiar las relaciones que los grupos poblacionales, el ambiente, las comunidades y la sociedad en general tienen con la agresividad en niños.<sup>12</sup> La importancia radica en que la violencia infantil es multicausal y presenta diversos factores conocidos y otros desconocidos todavía, y que los comportamientos violentos podrían tener su raíz en la infancia,<sup>13</sup> y que posiblemente estos se deban al contexto social que rodea al niño.

En epidemiología y áreas afines se ha venido explorando la forma de encontrar relaciones entre las variables composicionales (relacionadas con la persona) y las contextuales, mediante la ayuda de los métodos estadísticos contemporáneos, como los modelos ecológicos, para así tener la posibilidad de que dichas relaciones permitan explicar las causas de muchos eventos en las áreas de la salud.<sup>14, 15</sup> Algunos de ellos ya se han estado aplicando en el mundo en estudios como los de agresividad en niños.<sup>16-18</sup>

Separar los efectos composicionales de los contextuales para explicar las causas de morbilidad y mortalidad en salud no ha sido fácil. Si bien puede ser posible abordarlos con metodologías tradicionales como la regresión lineal múltiple o la regresión logística, se presentan algunos problemas en los supuestos básicos para el ajuste de los modelos,<sup>19</sup> lo que hace que se pierda explicación útil proveniente del contexto del individuo, ya que con estos modelos se hacen análisis sin tener en cuenta la jerarquía en los datos y se analizan las variables de interés como si todas perteneciesen solo al nivel composicional.<sup>20</sup>

Estudios ecológicos desde una perspectiva metodológica que incluya la metodología multinivel se han abordado poco en Colombia. Además, no se puede perder de vista que las causas asociadas al contexto no actúan de manera igual para todas las personas en cuanto a morbilidad o mejoramiento de la salud. Por ejemplo, en un grupo poblacional se puede producir un efecto deletéreo sobre la salud, mientras que en otro puede que no se sufra ninguna modificación.<sup>7</sup> Impulsados inicialmente por las ciencias sociales y las ciencias de la educación, se han

realizado análisis jerárquicos que han permitido el desenvolvimiento y el análisis de los individuos que se integran en contextos sociales, investigando los efectos combinados, tanto de las variables composicionales como las de contexto.<sup>20-22</sup> Este nuevo enfoque, más que ser un problema complejo, es una nueva metodología que complementa y enriquece las explicaciones individuales y biológicas en las investigaciones epidemiológicas.<sup>23</sup>

### **Modelos multinivel y su importancia en epidemiología social**

La preocupación principal en la epidemiología social es el estudio de la sociedad y las diferentes formas de organización social que afectan la salud de los colectivos humanos y su bienestar.<sup>15</sup> En particular, estudia la frecuencia, la distribución de los estados de salud en las poblaciones y su relación con los determinantes sociales, de tal manera que va más allá del análisis de los factores de riesgo individuales e incluye también estudios en el contexto social de los individuos en el cual se produce el fenómeno salud-enfermedad.<sup>24</sup> El reto de los últimos años ha sido el de intentar la búsqueda de explicaciones a la falacia ecológica e individualista<sup>25</sup> en los estudios epidemiológicos a través del uso creciente de nuevas metodologías, como son los análisis multinivel en diseños ecológicos.<sup>26</sup> Posiblemente investigar la relación ecología-sociedad-individuo sea quizá uno de los signos de la consolidación de la epidemiología contemporánea, en la cual los modelos multinivel son un apoyo importante para explicar los posibles cambios de la distribución de la enfermedad en un contexto dinámico.<sup>7</sup>

### **La variabilidad en el contexto: un enfoque sobre la agresividad indirecta en niños**

Las relaciones hacia el futuro entre el individuo y la comunidad se ven reflejadas en el comportamiento humano, particularmente en la agresividad temprana. La violencia es un proceso multicausal

que aún presenta factores desconocidos para los investigadores.<sup>29</sup> Separar las características composicionales de las contextuales no es fácil, y si bien esto se ha abordado con metodologías tradicionales como la regresión lineal múltiple o como la regresión logística, surgen algunas dificultades cuando se ignora el contexto o la jerarquía de los datos; esto genera pérdida de información importante del contexto en la estimación de la verdadera asociación entre las variables. Algunos estudios han abordado este problema desde la perspectiva multinivel.<sup>23, 28</sup>

Para ejemplificar esta metodología, considérese un indicador que de alguna forma mide los síntomas de agresividad indirecta (ISAIN) mostrados en el trabajo realizado por Juan de J. Sandoval en niños de 8 a 13 años de edad.<sup>30</sup> Supóngase que este indicador tiene una relación lineal con la edad, con fines de ejemplo. La figura 1 muestra los distintos esquemas para los cuales el contexto (colegios) puede afectar al niño. En la figura 1a se muestra una relación totalmente lineal con pendiente positiva entre el ISAIN y la edad; es decir, niños con mayor edad tendrán mayor probabilidad de tener síntomas agresivos indirectos. En este modelo, la variación en el contexto (colegios) donde se agrupan los niños ignora completamente.

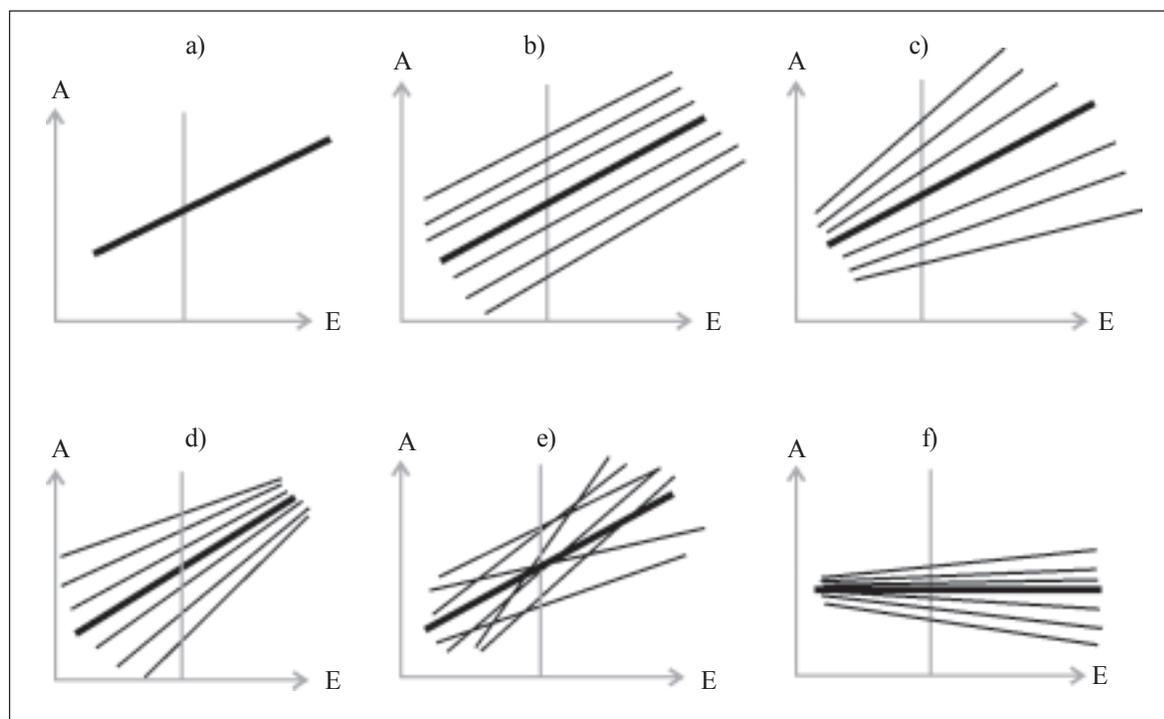
El esquema de la figura 1b ya considera el contexto; la relación entre el ISAIN y la edad depende de la variación cambiante en el promedio del ISAIN en diferentes colegios. El modelo representa la relación entre el ISAIN y la edad entre diversos colegios; las líneas paralelas indican limitaciones en el transcurso de la agresividad y edad en la relación con los colegios, mostrando la misma tendencia para todos; se concluye que en algunos colegios hay más alta "prevalencia" en el comportamiento agresivo indirecto que en otros. Este modelo se conoce como modelo de medias cambiantes con pendientes no aleatorias.

La figura 1c muestra patrones del modelo donde hay muy poca diferencia en el ISAIN entre los niños más jóvenes, pero sí mucha variación en los niños mayores, entre contextos, en contraste con la figura 1d, donde se presenta lo contrario. Este modelo se conoce como modelo de pendientes cambiantes. En la figura 1e hay una interacción compleja entre los

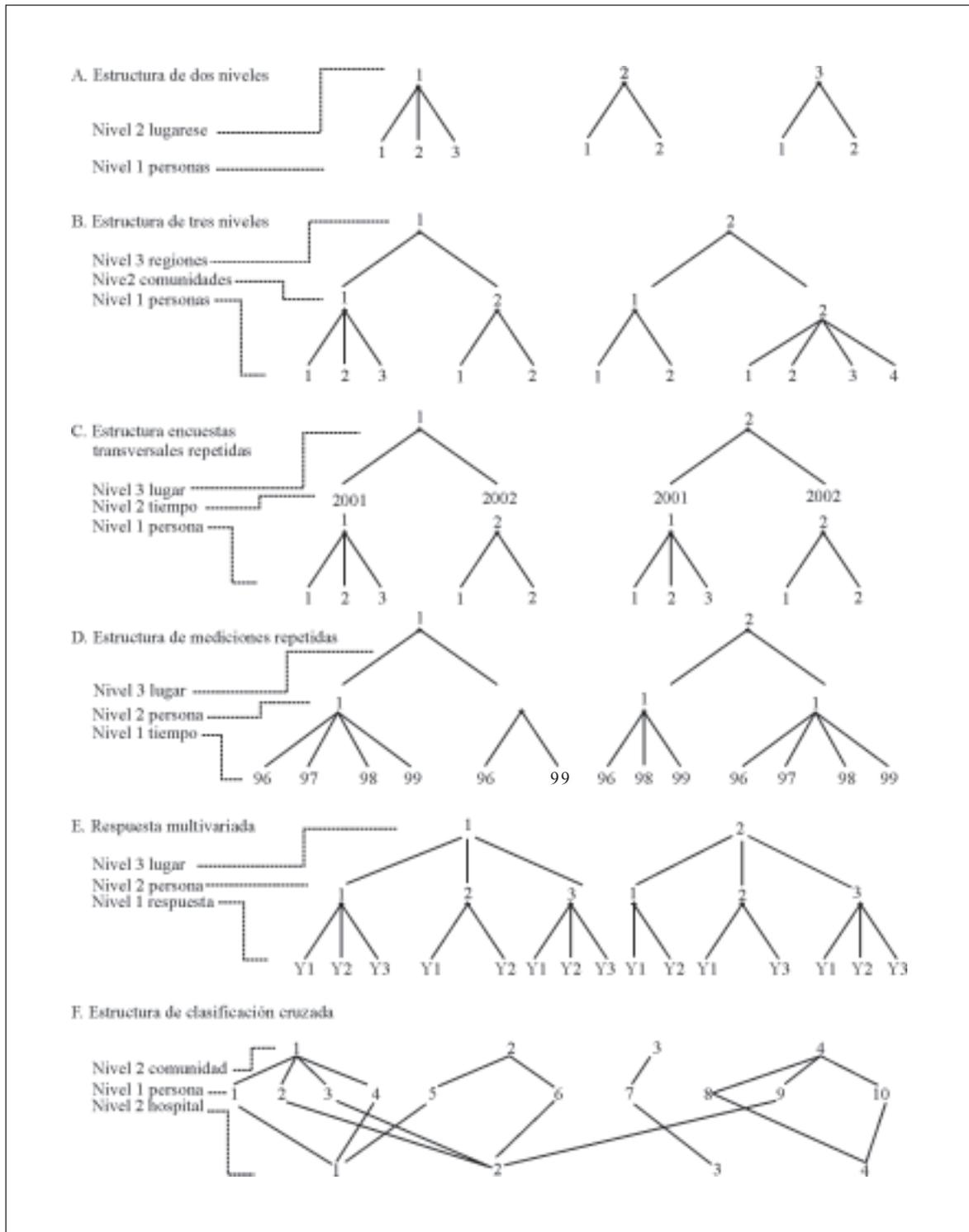
colegios, la edad y el ISAIN. En algunos colegios, los niños más jóvenes tienden a tener relativamente altas “prevalencias” en el ISAIN y en otros pasa lo contrario. Es evidente que la variabilidad que se presenta en la figura 1e es lo que más se presenta en los diferentes contextos sociales. Este modelo se conoce como modelo de coeficientes aleatorios. En este último fluctúan aleatoriamente tanto las pendientes como en los interceptos, indicando que la relación entre el comportamiento agresivo indirecto y la edad se debe a la variabilidad presente en los colegios y, por ende, a las características entre ellos. Se puede afirmar que este es el caso típico más general de los problemas que se abordan con los modelos multinivel, ya que esta metodología permite el control de los efectos producidos por los cambios en el contexto —en nuestro caso, la relación agresividad indirecta y edad—. La figura 1f es poco probable que ocurra en términos de la relación entre edad y el ISAIN, sin embargo, posiblemente puede esperarse en otras áreas de investigación.

Modelos como los mencionados estiman la variación dentro de los contextos sociales en una población y entre ellos mismos; tienen la capacidad de evaluar las pequeñas fluctuaciones que los métodos tradicionales no alcanzan a detectar y, más específicamente, de introducir las características de los individuos en un modelo que relacione las variables del ambiente cercano con las características del contexto social que rodea al individuo, evitando fenómenos como la falacia ecológica y la falacia individualista, en los que se presenten relaciones espurias por no tener en cuenta la variabilidad de los contextos.

Con los modelos tradicionales se deben asumir supuestos propios del análisis estadístico, como son el de varianza constante e independencia entre las unidades de estudio. En individuos agrupados en un contexto, la variabilidad es distinta entre diferentes grupos. El comportamiento agresivo dentro de un colegio puede variar poco, bien sea porque el colegio tiene algunas restricciones en su disciplina



**Figura 1.** Distribución de la variación entre las escuelas en relación con la edad y el comportamiento agresivo directo en niños de 8 a 12 años de edad



**Figura 2.** Estructuras de algunos tipos de modelos multinivel

interna, mientras que en otro —por ejemplo, en uno público— el comportamiento agresivo puede ser muy variable entre diferentes niños, que bien puede deberse a que haya niños con problemas de déficit cognitivo o hiperactividad que no tienen mas alternativa que estudiar en un colegio público por las limitaciones económicas de sus padres. Esto implica que en estos dos colegios las variabilidades no son las mismas en la relación comportamiento agresivo-edad. Los individuos dentro de un colegio público tienen un comportamiento similar que hace que “se parezcan” en su conducta; análogamente sucede con el primer colegio, lo que hace que haya dependencia entre las unidades de estudio dentro de los grupos. Esto muestra una vez mas que un análisis con modelos tradicionales no es el más adecuado, ya que se violan los supuestos de varianza constante e independencia, y habría que pensar en un modelo multinivel, que tiene en cuenta estas limitaciones, ya que su análisis es dentro de los contextos y entre ellos.<sup>20, 21</sup>

## Diversos tipos de modelos multinivel

La figura anterior reveló una diversidad considerable de modelos multinivel que pueden surgir en una investigación. Al observar la figura 2, se aprecia en la figura 2a un modelo multinivel de dos niveles de jerarquía (por ejemplo, lugares-personas), que pueden ser expandidos a tres niveles de jerarquía, como en la figura 2b, con individuos en el nivel 1 anidados dentro de comunidades en el nivel 2 y, a su vez, estas anidadas en regiones (agrupadas por niveles socioeconómico, por ejemplo) en el nivel 3. Las características pueden medirse en cada uno de los niveles, por ejemplo, en los niños al examinar la edad y el ISAIN en relación con el contexto, además, se pueden observar las características en las comunidades y el desarrollo económico de las regiones.

Algunos investigadores pueden estar interesados en describir los cambios de las respuestas de una enfermedad con respecto al tiempo y, desde esta perspectiva, el enfoque multinivel puede ser utilizado para mostrar el efecto temporal que se tiene sobre los grupos de estudio. La figura 2c mues-

tra cómo una encuesta trasversal o un estudio longitudinal puede representarse con un estudio multinivel. Aquí el nivel 3 podrían ser los lugares, el nivel 2 son los años en que se evaluaron los pacientes y el nivel 1, los individuos. Así, el nivel 2 representaría las mediciones repetidas en diferentes lugares. Ejemplos de este tipo se presentan en los estudios multicéntricos.<sup>31, 32</sup>

La figura 2d muestra la estructura de un diseño de mediciones repetidas en el que el nivel 1 es la medición de la ocasión, el nivel 2, el individuo y el nivel 3, los lugares o países. Así, el nivel 1 representa la medición repetida del evento en el mismo individuo. Tales estructuras permiten explorar el cambio individual dentro de un grupo.

Los modelos multinivel pueden utilizarse también para representar diferentes variables respuesta relacionadas de un mismo individuo. En la necesidad de examinar diversas variables simultáneamente para evaluar, por ejemplo, la salud física de un individuo, las diferentes mediciones del cuerpo formarían un conjunto de respuestas en el nivel 1, las cuales estarían anidadas entre individuos (nivel 2), que a su vez estarían anidadas en diferentes instituciones de salud. De esta forma se muestra en la figura 2e. Estudios con este enfoque pueden ser los ecológicos o espaciales.<sup>34</sup>

En términos sustanciales hay dos beneficios inmediatos de los modelos multinivel multivariados. Primero, las medidas son directamente comparables entre ellas dentro de cada individuo, ya que cada uno estará relacionado con las características del nivel individual. Segundo, las variaciones del conjunto de respuestas pueden ser estimadas en cualquier nivel; así, es posible estimar la asociación del estado de la salud entre individuos en diferentes lugares, controlando sobre otras posibles variables confundidoras. Además, en la técnica no es necesario el mismo número de respuestas para todos los individuos.<sup>21</sup>

Algunas fuentes contextuales de variación pueden superponerse en uno y otro nivel de jerarquía; el resultado de la estructuras no es necesariamente jerárquico. Cada unidad de un nivel inferior puede pertenecer a más de una unidad en los niveles superiores. En este caso, la respuesta individual a un

evento enfermedad puede estar influida por su forma de vida y/o por su ambiente de trabajo. Lo anterior puede ser modelado mediante una estructura de clasificación cruzada entre individuos en el nivel 1 con dos estructuras en el nivel 2. Esta estructura se muestra en la figura 2f, en que, por ejemplo, los individuos 2 y 3 de la comunidad 1 y el individuo 3 de la comunidad 4 interactúan con el hospital 2. Las variables explicativas pueden incluirse para las características del individuo y para las unidades del nivel 2. Este enfoque permite identificar posibles efectos de confusión y evaluar posibles interacciones que haya entre variables del contexto y características de los individuos; algunos de estos ha sido estudiados por Van den Braam et al.<sup>35</sup> y Kruttschnitt.<sup>36</sup>

### Una aplicación

Se utilizará el estudio realizado por Juan de J. Sandoval sobre el comportamiento agresivo en niños.<sup>30</sup> En dicho estudio se buscó entender el contexto escolar asociado con el comportamiento agresivo y prosocial en niños, en concordancia con las características individuales y los factores sociales relacionados con las escuelas. La muestra fue en su totalidad de niños de 3 a 11 años de edad para un primer nivel de jerarquía, que provenían de las escuelas primarias y secundarias, lo cual conformó el segundo nivel de jerarquía. Para la selección de la muestra se utilizó como población referencial los resultados del test COPRAG (test de comportamiento agresivo y prosocial, utilizado como tamizaje poblacional para medir comportamientos agresivos en escolares) aplicado a niños de la comuna nororiental en 2001.

Para aplicar la metodología, se utilizaron algunas características de los niños identificadas en el test COPRAG 2001 y la base de datos de familias de la Universidad Pontificia Bolivariana,<sup>1</sup> junto con otros dominios enfocados desde la metodología del análisis factorial mediante la construcción de puntuaciones para construir los indicadores de la agresividad física, la agresividad verbal, la agresividad indirecta, la prosocialidad, la ansiedad/depresión y los trastornos de hiperactividad y de déficit de atención.<sup>37</sup> El software utilizado fue el MLWIN.<sup>40</sup>

Las variables en estudio fueron: síntomas de agresividad física, verbal, indirecta, prosocialidad, ansiedad/depresión y trastornos de hiperactividad y déficit de atención; posibles variables de confusión, como la edad y los síntomas de trastornos de hiperactividad y de déficit de atención. Finalmente, algunas variables asociadas a la familia y la escuela. Se estimaron las relaciones mediante un modelo multinivel ajustado por los síntomas de hiperactividad con déficit de atención y la edad del niño. Para el ejemplo, la variable dependiente está conformada por los síntomas de agresividad indirecta, variable cuantitativa con nivel de medición de intervalo, construida mediante las puntuaciones factoriales de los resultados del dominio “síntomas de agresividad indirecta”. Un análisis más amplio se puede ver en Sandoval JJ.<sup>30</sup> Para aplicar el modelo multinivel, se agruparon los estudiantes dentro de las escuelas de donde provenían para formar un segundo nivel y, como un primer nivel, se tuvo en cuenta el niño(a) como tal; esto con el fin de evaluar si gran parte de la variabilidad de la variable respuesta “síntomas de agresividad indirecta” era atribuible a la variabilidad entre las familias e inclusive entre las escuelas.

El modelo multinivel utilizado relacionó la variable respuesta cuantitativa con las características individuales del escolar y la asociadas al ambiente escolar mediante un conjunto de variables exploratorias de uno y otro nivel de jerarquía. El modelo resultante lo definió la variable respuesta y fue el modelo lineal de coeficientes aleatorios.<sup>20</sup> Se optó por este modelo porque fue el que presentó mayores ventajas para describir las variables exploratorias en cada nivel, controlando por los posibles efectos de confusión.

### Construcción secuencial del modelo jerárquico

Para garantizar la convergencia de las estimaciones, se modeló inicialmente la variable dependiente (síntomas de agresividad indirecta) paso a paso, comenzando con el modelo más simple, el de medias incondicionales (ANOVA de un solo factor), seguido por el modelo final, que incluye las variables predictoras de la escuela (nivel 2) y del escolar (nivel 1).

La tabla 1 presenta las estimaciones obtenidas del modelo simple; se observa que efectivamente hay variabilidad altamente significativa ( $p < 0,01$ ) entre las escuelas, lo que permite explicar parte de la variabilidad total de los “síntomas de agresividad indirecta”. Este porcentaje representa 14,4% de la variación total de los síntomas de agresividad indirecta en los escolares. Lo anterior muestra que efectivamente la agresividad indirecta presente en algunos niños tiene explicación debida al contexto (las escuelas). Se analizará ahora el modelo final (modelo mixto), debido a que hubo presencia de variabilidad aleatoria; los resultados se muestran en la tabla 2.

Los resultados en el modelo final (tabla 2) muestran la estimación de los coeficientes fijos y aleatorios del modelo multinivel. En cuanto a efectos fijos, se encontró que la edad y los trastornos de hiperactividad con déficit de atención (THDA) están altamente asociados de manera directa con los síntomas de agresividad indirecta, así como el sexo femenino, desempeño académico superior a los demás niños, tener un acudiente distinto al del grupo familiar primario y tener una tipología familiar simultánea —tipo de familia en la cual se juntan para vivir la madre con sus hijos de otro padre y el padre con sus hijos de otra madre para formar un solo

hogar—, comparada con la tipología nuclear. Los eventos anteriores son posibles “factores de riesgo” para los síntomas de agresividad indirecta en los niños. Existe un efecto de interacción altamente significativo ( $p < 0,01$ ) entre la edad y los trastornos de hiperactividad con déficit de atención, haciendo que los THDA se vean influidos en su acentuación conforme aumenta la edad. Sin embargo el gran aporte del modelo multinivel va en la dirección de separar el efecto contextual (escuelas) del composicional, indicando que alrededor de 15,6% de la variabilidad de los síntomas de agresividad indirecta en los escolares se explica por la variabilidad en el contexto (instituciones educativas), en lo que esta es altamente significativa. Pero algo más importante aún es que 42,9% (6,67% de 15,6%) del total de la variabilidad en el contexto explica por los trastornos de hiperactividad con déficit de atención, con lo que se revela que estos trastornos están fuertemente influidos por el contexto escolar en que se desenvuelve el niño, según los resultados del test COPRAG. Para más detalles, véase Sandoval JJ.<sup>30</sup>

## Discusión

Las variables del contexto de los individuos muchas veces juegan un papel importante en el análisis epidemiológico y no deben relegarse o anali-

**Tabla 1.** Diferencias entre síntomas de agresividad indirecta en escolares explicadas por factores de la escuela y características del niño, en el modelo de regresión lineal con variable dependiente: síntomas de agresividad indirecta (cuantitativa); análisis de ANOVA simple

<i>Modelo simple: ANOVA de un solo factor con efectos aleatorios</i>					
<i>Variables dependientes</i>	<i>parámetro</i>	<i>error estándar</i>	<i>estadístico de Wald</i>	<i>p-valor</i>	
<i>efecto fijo</i>					
Constante	-0,08672	0,07596	1,30337	0,25360	
<i>efectos aleatorios</i>					<i>porcentaje de varianza</i>
Escuelas	0,14745	0,03348	19,39576	0,00001*	14,4%
Estudiantes	0,82591	0,03736	488,71055	0,00000*	85,6%

\*significativo al 5%

Fuente: Sandoval JJ.<sup>30</sup>

zarse como si todas perteneciesen al mismo nivel individual; ello conlleva a problemas anteriormente mencionados como la falacia ecológica y la falacia atomista.<sup>38</sup> La introducción de los modelos multinivel en salud permiten un acercamiento al contexto social del individuo en el momento de estudiar las causas que se asocian al desencadenamiento o al mejoramiento de un evento en salud. Estos son una herramienta sustancial para el análisis de la multicausalidad, cuando se debe estudiar el contexto del individuo.

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que los datos deben estar jerárquicamente anidados; estos

evalúan de forma más confiable los supuestos del modelo y, por consiguiente, se revelarán significaciones más reales que en los modelos tradicionales. En un estudio donde se utilizó un análisis de varianza multivariado (MANCOVA) para compararlo con los resultados de un modelo multinivel en las mismas variables,<sup>30</sup> se llegó a la conclusión de recomendar este último cuando el enfoque investigativo se haga hacia una población cuya naturaleza sea anidada dentro de contextos. Se argumentó que utilizar modelos tradicionales en este tipo de datos generaba problemas metodológicos, como el no cumplimiento de los supuestos de independencia y de varianza

**Tabla 2.** Diferencias entre síntomas de agresividad indirecta en escolares explicadas por factores de la escuela y características del niño, en el modelo de regresión lineal con variable dependiente: síntomas de agresividad indirecta (cuantitativa); análisis de ANOVA de coeficientes aleatorios

<i>variables dependientes</i>	<i>parámetro</i>	<i>error estándar</i>	<i>Estadístico de Wald</i>	<i>p-valor</i>	
<i>efecto fijo</i>					
Constante	0,05221	0,05805	0,80892	0,36844	
Edad	0,13173	0,0203	42,10923	0,00000*	
Trastorno de hiperactividad con déficit de atención	0,38092	0,0312	149,05905	0,00000*	
Sexo femenino	0,37788	0,05258	51,64956	0,00000*	
Acudiente padre	0,11541	0,07879	2,14558	0,14298	
Convive con padre y madre	-0,1053	0,05388	3,81946	0,05066	
Acudiente otro	0,78684	0,27284	8,31681	0,00393*	
Convive con solo padre	0,11541	0,07879	2,14558	0,14298	
Colegio	-0,19132	0,11657	2,69369	0,10075	
Estrato 2	0,09258	0,05216	3,15035	0,07591	
Grado escolar	-0,03989	0,02743	2,11483	0,14588	
Desempeño académico superior	0,17461	0,06226	7,86539	0,00504*	
Desempeño académico medio	0,34993	0,09039	14,98724	0,00011*	
Tipología familiar simultánea	0,21206	0,09512	4,97020	0,02579*	
Edad al cuadrado	-0,00577	0,00309	3,48686	0,06186	
Edad x THDA	0,03838	0,00901	18,14514	0,00002*	
<i>efectos aleatorios</i>					<i>porcentaje de varianza</i>
Entre instituciones	0,06744	0,02145	9,88509	0,00167*	8,89
THDA entre Instituciones	0,05049	0,01824	7,66233	0,00564*	6,67
Entre estudiantes	0,64048	0,03056	439,24259	0,00000*	84,45
<b>Varianza total</b>	0,75841				100,0

\*significativo al 5%

Fuente: Sandoval JJ.<sup>30</sup>

constante, lo que permitió recomendar el modelo multinivel como una mejor alternativa metodológica que discriminaba la relación entre las variables del individuo con las variables del contexto. Los modelos multinivel ofrecen distintas alternativas que se traducen en ventajas respecto de los modelos tradicionales en una población cuya naturaleza sea anidada dentro de contextos; dan una versión más realista ya que modelan cada nivel de jerarquía y no requieren de la independencia entre los grupos.<sup>20, 21, 39</sup> Un precio que hay que pagar es la mayor complejidad dentro del marco teórico propuesto para el análisis los datos, lo que lleva una mayor dificultad en la comunicación de los resultados, sin embargo, actualmente hay autores que plantean mejores formas o nuevos métodos de interpretación, Einstein decía: “*Nuestra visión científica del universo debería ser tan simple como posible, pero no más simple que este*”. De todas maneras, la frecuencia con que se encuentran estructuras jerárquicas en investigación en salud pública o relacionadas con servicios de salud, entre otros, está demandando una mayor utilización de estos modelos, lo que puede contribuir a una revitalización o replanteamiento en la metodología de investigación de los determinantes colectivos de la salud y seguridad social de los individuos.<sup>7, 39</sup>

## Referencias

1. Krieger N. Theories for social epidemiology in the 21st century: an ecosocial perspective. *Int J Epidemiol* 2001; 30:668-677.
2. Beckman A, Merlo J, Lynch JW, Gerdtham UG, Lindstrom M, Lithman T. Country of birth, socioeconomic position, and healthcare expenditure: a multilevel analysis of Malmo, Sweden. *J Epidemiol Community Health* 2004; 58(2):145-149.
3. Sundquist K, Malmstrom M, Johansson SE. Neighbourhood deprivation and incidence of coronary heart disease: a multilevel study of 2.6 million women and men in Sweden. *J Epidemiol Community Health* 2004; 58(1):71-77.
4. Lindstrom M, Moghaddassi M, Merlo J. Social capital and leisure time physical activity: a population based multilevel analysis in Malmo, Sweden. *J Epidemiol Community Health* 2003; 57(1):23-28.
5. Pinilla J, Gonzalez B, Barber P, Santana Y. Smoking in young adolescents: an approach with multilevel discrete choice models. *J Epidemiol Community Health* 2002; 56(3):227-232.
6. De la Cuesta-Benjumea C. Contexto del embarazo en la adolescencia. Nos hicimos novios y ahí empezo todo. *Rev Rol Enfermería* 2001; 24(9):24-30.
7. Duncan C, Jones K, Moon G. Context, composition and heterogeneity: Using multilevel models in health research. *Soc Sci Med* 1998; 46(1):97-117.
8. Beckman A, Merlo J, Lynch JW, Gerdtham UG, Lindstrom M, Lithman T. Country of birth, socioeconomic position, and healthcare expenditure: a multilevel analysis of Malmo, Sweden. *J Epidemiol Community Health* 2004; 58(2):145-149.
9. Sundquist K, Malmstrom M, Johansson SE. Neighbourhood deprivation and incidence of coronary heart disease: a multilevel study of 2.6 million women and men in Sweden. *J Epidemiol Community Health* 2004; 58(1):71-77.
10. Lindstrom M, Moghaddassi M, Merlo J. Social capital and leisure time physical activity: a population based multilevel analysis in Malmo, Sweden. *J Epidemiol Community Health* 2003; 57(1):23-28.
11. Pinilla J, Gonzalez B, Barber P, Santana Y. Smoking in young adolescents: an approach with multilevel discrete choice models. *J Epidemiol Community Health* 2002; 56(3):227-232.
12. Dodge KA, Laird RD, Lochman JE, Zelli Arnaldo. Multidimensional latent-construct analysis of children's social information processing patterns: corelations with aggressive behavior problems. *Psychol Assess* 2002; 14(1):60-73.
13. Agudelo LM, Giraldo CA, Gaviria MB, Sandoval CA, Rodríguez MA, Gallón LA et al. Familias y escuelas de niños (as) con comportamientos agresivos y prosociales: claves para su intervención, Medellín, Colombia, 2000-2002. *Saludarte* 2002; 1(7):9-36.

14. Diez-Roux AV. Multilevel analysis in public health research. *Annu Rev Public Health* 2000; 21:171-192.
15. Kriegel N. A Glossary for social epidemiology. *J Epidemiol Community Health* 2001; 55:693-700.
16. Brendgen M, Vitaro R, Tremblay RE, Lavoie F. Reactive and proactive aggression: predictions to physical violence in different contexts and moderating effects of parental monitoring and caregiving behavior. *J Abnorm Child Psychol* 2001; 29(4):293-304.
17. Brook Judith S, Zheng Lu, Whiteman M., Brook DW. Aggression in toddlers: Associations with parenting and marital relations. *J Genet Psychol* 2001; 162(2):228-241.
18. Marcus RF, Cramer C. Reactive and proactive aggression: attachment and social competence predictors. *J Genet Psychol* 2001; 162(3):260-275.
19. Witte JS, Greenland S, Kim LL, Arab L. Multilevel modeling in epidemiology with GLIMMIX. *Epidemiol* 2000; 11(6):684-688.
20. Bryk AS, Raudenbush SW. Hierarchical linear models. Newbury Park: Sage, 1992.
21. Goldstein H. Multilevel statistical models. 2nd ed. London: Kendall's Library of Statistics, 1995.
22. Hox JJ. Applied multilevel analysis. Amsterdam: TT-Publikaties, 1995.
23. Mendonca GA. Tendencias da investigacao epidemiologica em doencas cronicas. [Epidemiological research trends in chronic diseases]. *Cad Saude Publica* 2001; 17(3):697-703.
24. Agudelo LM, Giraldo CA, Gaviria MB, Sandoval CA, Rodríguez MA, Gómez JF, et al. Características de las familias y escuelas relacionadas con los comportamientos agresivos y prosociales en niños y niñas de 3-11 años. Medellín: Instituto de Ciencias de la Salud (CES), Universidad de Antioquia, Colciencias, 2002. p. 47-111.
25. Diez Roux AV. A glossary for multilevel analysis. *J Epidemiol Community Health* 2002; 56(8):588-594.
26. Greenland S. A review of multilevel theory for ecologic analyses. *Stat Med* 2002; 21(3):389-395.
27. Duque LF, Klevens J, Ramirez C. Estudio sobre epidemiología de la violencia en Santafé de Bogotá, 1997. [Presentado a Colciencias]. 1998. Ref Type: Unpublished Work.
28. Glasgow RE, Wagner EH, Kaplan RM, Vinicor F, Smith L, Norman J. If diabetes is a public health problem, why not treat it as one? A population-based approach to chronic illness. *Ann Behav Med* 1999; 21(2):159-170.
29. Greenland S. A review of multilevel theory for ecologic analyses. *Stat Med* 2002; 21(3):389-395.
30. Sandoval JJ. Ambiente escolar y familiar en relación con los comportamientos agresivos y prosociales en niños de 3 a 13 años, Medellín, Colombia, 2001: análisis comparativo entre los modelos jerárquicos y el modelo lineal general tradicional en algunas variables. Medellín, 2003. Trabajo de grado (Maestría en epidemiología). Universidad de Antioquia. Facultad Nacional de Salud Pública.
31. Benavides FG, Benach J, Diez-Roux AV, Roman C. How do types of employment relate to health indicators? Findings from the second European survey on working conditions. *J Epidemiol Community Health* 2000; 54(7):494-501.
32. Diez-Roux AV, Nieto FJ, Caulfield L, Tyroler HA, Watson RL, Szklo M. Neighbourhood differences in diet: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *J Epidemiol Community Health* 1999; 53(1):55-63.
33. Braam AW, Van den EP, Prince MJ, Beekman AT, Kivela SL, Lawlor BA et al. Religion as a cross-cultural determinant of depression in elderly Europeans: results from the EURODEP collaboration. *Psychol Med* 2001; 31(5):803-814.
34. Greenland S. A review of multilevel theory for ecologic analyses. *Stat Med* 2002; 21(3):389-395.
35. Braam AW, Van den EP, Prince MJ, Beekman AT, Kivela SL, Lawlor BA et al. Religion as a cross-cultural determinant of depression in elderly Europeans: results from the EURODEP collaboration. *Psychol Med* 2001; 31(5):803-814.
36. Kruttchnitt C. Violence by and against women: a comparative and cross-national analysis. *Violence Vict* 1993; 8(3):253-270.
37. Gaviria MB, Giraldo CA, Agudelo LM, Wiedemann J, et al. Comportamientos psicosociales y trastornos deficitarios en niños y niñas de 3 a

Construcción de un modelo multinivel para el análisis de la agresividad indirecta en escolares; comuna nororiental, Medellín, Colombia, 2001  
*J. Sandoval*

.....

11 años de la ciudad de Medellín, 2001: un abordaje cuantitativo. Medellín: Universidad de Antioquia. Facultad Nacional de Salud Pública, 2001.

38. Marmot M. Multilevel approaches to understanding social determinants In: Berkman LF, Kawachi I, (eds). Social epidemiology. New York:

Oxford University Press, 2002.

39. Greenland S. Principles of multilevel modelling. *Int J Epidemiol* 2000; 29(1):158-167.

40. Rasbash, J., Browne, W., Goldstein., H., Yang, M., et al. (2002). A user's guide to MLwiN (Second Edition). London, Institute of Education.

