

# ESTANDARIZACION DE METODOS EPIDEMIOLOGICOS CUANTITATIVOS SOBRE EL TERRENO<sup>1</sup>

Jean-Pierre Habicht<sup>2</sup>

*La ejecución de un estudio longitudinal en Guatemala demostró la dificultad de estandarizar métodos para uso sobre el terreno. Este artículo describe una metodología de estandarización práctica, aplicable en estudios de campo, que solo requiere lápiz y papel para hacer cálculos. Ofrece información esencial para mejorar la precisión y exactitud. Los resultados son también valiosos para determinar la adecuación del método de medición aplicado.*

## Introducción

Cuando se trata de estudios epidemiológicos, es muy importante estandarizar los procedimientos técnicos sobre el terreno. En todo estudio científico en el que participen diferentes observadores, la falta de uniformidad reduce la sensibilidad de los resultados y puede conducir a conclusiones falsas.

Es difícil establecer en qué momento el adiestramiento llega a un nivel adecuado. En condiciones de campo a menudo no se dispone de expertos en estadística ni de calculadoras para la rápida elaboración de los datos. Sin embargo, esta rapidez en el análisis de los datos es importante porque aporta información para responder a las preguntas siguientes:

1. ¿En qué medida se compara la precisión de mediciones repetidas del mismo sujeto?

2. ¿Hasta qué grado son exactas las mediciones? En otras palabras, ¿hasta qué punto se acercan a los valores de un estándar ya aceptado? Ante este problema, el consejo acostumbrado al personal de campo es que emplee el promedio de las mediciones efectuadas por todos los observadores. En realidad, tanto el supervisor como su personal reconocen que el valor más fidedigno es el que determina el supervisor, ya que este posee más experiencia y está en con-

diciones de evaluar su propia exactitud por la comparación de sus medidas con las de otros colegas. Además, el procedimiento pragmático de aceptar como patrón las medidas del supervisor simplifica los cálculos y la interpretación de los resultados.

3. Por último, ¿dónde están cometándose los errores? ¿Se trata sólo de falta de atención, de un error sistemático al aplicar la prueba, o bien es defectuoso el propio procedimiento? La respuesta final puede obtenerse mediante el análisis detenido de las mediciones efectuadas, aun cuando un buen método de estandarización proporciona pistas valiosas.

Los procedimientos que se describen en esta ocasión responden a las interrogantes mencionadas, y se basan en métodos estadísticos de uso común,<sup>3</sup> adaptados a las necesidades de un estudio sobre el terreno.

Este procedimiento de estandarización permite un rápido acopio de información, localiza los errores corregibles y ayuda a detectar en qué momento se ha llegado a un grado satisfactorio de estandarización. Puesto que los observadores analizan sus propios resultados, pronto aprenden a apreciar la importancia de una medición cuidadosa. Por su parte, el supervisor averigua cuáles son las características en que debe hacerse hincapié para garantizar unas mediciones precisas y exactas, y cuál es el refinamiento de valor relativamente escaso.

<sup>1</sup> Esta investigación contó con el apoyo financiero del Instituto Nacional de Salud Infantil y Desarrollo Humano, Bethesda, Md., EUA (Contrato No. PH-43-65-640).

<sup>2</sup> Jefe, Sección Biomédica y Epidemiológica, División de Desarrollo Humano, Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Guatemala, C. A.

<sup>3</sup> Snedecor, G. W. y Cochran, W. C. *Statistical Methods*, 6<sup>a</sup> ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 593 págs., 1967.

Estas sesiones de estandarización constituyen un esfuerzo común activo del personal y del supervisor. Así el supervisor somete a prueba su actuación y evalúa la labor de los demás. Al terminar una sesión de estandarización se procede a analizar los datos reunidos y cada observador recopila los suyos. Luego, juntos, los examinan, se exponen los errores, y, en caso necesario, se amplían las instrucciones. Los procedimientos descritos a continuación son indispensables para el adiestramiento previo e igualmente aplicables a las sesiones periódicas de estandarización que deben realizarse durante el estudio.

#### Acopio de datos

El ejemplo concreto presentado en el cuadro 1 procede de una encuesta transversal de mediciones de talla, llevada a cabo en niños de cuatro años.

La serie de estandarización acostumbrada incluye diez sujetos a quienes cada observador mide dos veces para evitar que la primera medición influya en la segunda; de lo contrario, la concordancia será falsa. Por consiguiente, es recomendable que los resultados de la medición inicial no estén a la vista durante la segunda medición, y que exista un intervalo suficiente entre las

mediciones para evitar que el recuerdo de la primera influya en la segunda.

La experiencia ha demostrado que el personal subprofesional a menudo mide con más precisión y exactitud que el profesional de nivel universitario, sobre todo cuando la operación tiende a convertirse en una actividad rutinaria tediosa. No obstante, el deseo de complacer por parte del personal subordinado puede conducir a datos falsamente precisos los cuales dificultan la interpretación y el mejoramiento del método. Sea cual fuere la dificultad, hay que abordarla de manera constructiva y evitar cualquier expresión que pueda interpretarse como ofensa personal.

#### Los cálculos

Las columnas *a* y *b* del cuadro 2 exponen los resultados de las dobles mediciones. La diferencia de *a* menos *b* con su signo correspondiente consta en la columna *d*. En la columna *d*<sup>2</sup>, la *d* está elevada al cuadrado. En vez de elevar los resultados al cuadrado, se puede utilizar el cuadro 3 sin que ello los haga menos satisfactorios. Su empleo facilita las operaciones siguientes y reduce la suma de errores porque sólo se registran los dígitos necesarios para análisis posterior. La suma directa de las *d* ahorraría la operación de

CUADRO 1—Datos de una prueba de estandarización de mediciones de talla en niños de edad preescolar (expresados en milímetros).

Niño No.	Super-visor	Observador												
		O <sub>1</sub>		O <sub>2</sub>		O <sub>3</sub>		O <sub>4</sub>		O <sub>5</sub>		O <sub>6</sub>		
		<i>a</i>	<i>b</i>											
1	828	822	819	826	841	834	833	828	838	825	842	837	836	819
2	838	846	846	846	842	854	849	856	850	856	861	854	860	845
3	860	856	863	861	856	865	875	853	882	872	862	858	873	860
4	862	860	862	850	866	855	854	864	856	869	875	865	874	854
5	820	820	825	823	827	826	826	822	836	828	826	827	818	827
6	856	854	857	862	855	860	856	864	862	873	864	860	858	856
7	823	824	824	825	826	824	827	826	832	825	820	835	818	827
8	876	876	880	875	877	875	873	878	879	887	884	882	876	874
9	801	806	810	804	811	810	809	808	811	800	820	815	800	797
10	853	865	858	852	859	860	857	860	856	856	866	870	852	856

*a* = Primera medición.

*b* = Segunda medición, efectuada independientemente después de un intervalo apropiado, y registrada por separado.

CUADRO 2—Cálculos de una prueba de estandarización (datos del observador O<sub>2</sub> en el cuadro 1).

Niño No.	Medición		<i>d</i>	<i>d</i> <sup>2</sup>	"Signo"	<i>s</i>	<i>S</i>	<i>D</i>	<i>D</i> <sup>2</sup>	"Signo"
	<i>a</i> *	<i>b</i>								
1	842	837	+5	25		1,679	1,650	+29	841	
2	861	854	+7	49		1,715	1,684	+31	961	
3	862	858	+4	16		1,720	1,716	+4	16	
4	875	865	+10	100		1,740	1,722	+18	324	
5	826	827	-1	1		1,653	1,640	+18	169	
6	864	860	+4	16		1,724	1,710	+14	196	
7	820	835	-15	225		1,655	1,647	+8	64	
8	884	882	+2	4		1,766	1,752	+14	196	
9	820	815	+5	25		1,635	1,607	+28	784	
10	866	870	-4	16		1,736	1,718	+18	324	
Sumas			+17	477	7/10			+177	3,875	10/10

\* *a* = Primera medición; *b* = segunda medición; *d* = diferencia entre *a* - *b*; *s* = suma de *a* + *b*; *S* = suma del supervisor de *a* + *b*; *D* = *s* - *S*.

"Signo" = el número de signos + o -, cualquiera sea el mayor, en *d* o *D*, es el numerador de una fracción en la que los signos del total son el denominador (sin contar los ceros).

elevar al cuadrado, pero en este caso la sensibilidad es menor y los resultados difíciles de interpretar. En la columna *s* se anota la suma de *a* más *b*.

Cada observador registra sus resultados, y al mismo tiempo el supervisor llena, de manera similar las columnas que le corresponden: *a*, *b*, *d*<sup>2</sup>, y *S*. Luego, los datos en la columna *S* del supervisor se transfieren a la hoja de cada observador. La diferencia entre la *s* del observador y la *S* del supervisor se anota en la columna *D* (*s*-*S*) con el signo apropiado, y se eleva al cuadrado en la columna *D*<sup>2</sup>. A continuación se suman las columnas *d*<sup>2</sup> y *D*<sup>2</sup> ( $\sum^* d^2$  y  $\sum D^2$ , respectivamente) y los resultados se resumen como lo muestra el cuadro 4. Por último, se cuentan los signos más y los menos. El valor más alto sumado en la columna *d*, cualquiera que sea, constituye el numerador de una fracción donde el número total de signos es el denominador. Los ceros se ignoran. Igual procedimiento rige para la columna *D*.

La inspección del resumen contenido en el cuadro 4 constituye la primera etapa de la evaluación; economiza tiempo al supervisor porque identifica al personal

que necesita ayuda, y, además, le indica si sus dificultades estriban en una precisión defectuosa, inexactitud, o en ambas. La representación gráfica del progreso de cada observador a medida que la estandarización continúa desarrollándose también es muy útil. Sin embargo, si el resumen revela deficiencias, sólo la inspección de la hoja de cálculos (cuadro 2), identificará el problema.

Reglas para el uso del cuadro 4

1. Por lo general, la  $\sum d^2$  del supervisor será la menor, y su precisión la mayor, porque se supone que él es el más competente.

2. La  $\sum d^2$  del observador (en relación inversa con la precisión) no excede, arbitrariamente, del doble de la  $\sum d^2$  del supervisor. (Por razones teóricas, este factor, *f*, debe ser menor de 2.97.)

3. La  $\sum D^2$  del observador (en relación inversa con la exactitud) arbitrariamente no excede del triple de la  $\sum d^2$  del supervisor. (Por razones teóricas, este factor debe ser menor de 2*f*.)

4. La  $\sum D^2$  del observador debe ser mayor que su  $\sum d^2$ . Lo contrario requiere un examen especial de los datos y

\*  $\Sigma$  = Suma de.

CUADRO 3—Aproximaciones a cuadrados con menos de 3.5% de error.

Número que hay que elevar al cuadrado	Cuadrado aproximado	Número que hay que elevar al cuadrado	Cuadrado aproximado
1	1	25	625
2	4	26	675
3	9	27	725
4	16	28	800
5	25	29	850
6	35	30	900
7	50	31	975
8	65	32	1,025
9	80	33-34	1,120
10	100	35	1,200
11	120	36-37	1,330
12	140	38-39	1,480
13	170	40	1,600
14	200	45	2,000
15	225	50	2,500
16	260	55	3,000
17	290	60	3,600
18	325	65	4,300
19	360	70	4,900
20	400	75	5,600
21	450	80	6,400
22	475	85	7,200
23	525	90	8,100
24	575	95	9,000
		100	10,000

Si se siguen las reglas para aproximación descritas en el apéndice, y si los observadores tienen experiencia y su labor está estandarizada, las cifras correspondientes a los observadores en el cuadro 2 rara vez excederán de 15 ó 75, con mediciones aproximadas a la unidad o media unidad, respectivamente. De ordinario, un cuadro con aumentos unitarios hasta 15 e intervalos de 5, de ahí en adelante suele ser suficiente. Así, una vez que la estandarización haya avanzado razonablemente, la lectura de los resultados, elevados al cuadrado, se facilita.

un nuevo cálculo (véase comentarios acerca del observador  $O_6$  en el cuadro 3.)

5. Luego, las columnas  $d$  o  $D$  (cuadro 2) se inspeccionan para averiguar si hay errores sistemáticos. Estas columnas deben tener casi tantos signos más como menos y, por consiguiente, la prueba de signos no debe ser significativa. En otras palabras, los signos del numerador no deben llegar a las cifras de la segunda columna del cuadro 5, donde el denominador es la cifra de la primera columna. Una prueba de signos significativa en la columna  $d$  (cuadro 2)

señala una probable diferencia entre la primera medición y la segunda; ello significa que el observador se cansó o que el sujeto cambió. Esto último ocurre, por ejemplo, cuando un niño pequeño, desnudo, orina en el intervalo transcurrido entre la primera y la segunda toma de peso sin que el observador lo advierta. Cuando se miden numerosos niños y todas las primeras determinaciones de la talla se hacen antes de comenzar la segunda medición, a menudo el observador se fatiga. El esfuerzo y la atención tienden a menguar en la segunda

CUADRO 4—Resumen de una prueba de estandarización de mediciones de talla en niños de edad preescolar, realizada por seis trabajadores y el supervisor.

Medi- dores	Precisión		Exactitud		Observaciones (por el supervisor)
	$\Sigma d^2$	“Signos”	$\Sigma D^2$	“Signos”	
Supervisor	294	4/8			La mejor precisión, como se había previsto.
Miembros del perso- nal					
O <sub>1</sub>	324	6/9	524	7/10	Precisión y exactitud satisfactorias.
O <sub>2</sub>	431	6/10	1,195	8/9	Precisión satisfactoria. Exactitud deficiente; valores en exceso de 3.8 mm. Procede un nuevo examen de los mismos niños, previa instrucción y bajo supervisión.
O <sub>3</sub>	774	5/10	1,024	7/10	Precisión deficiente debido a una segunda medición insatisfactoria; exactitud casi adecuada. Con una exactitud adecuada cabe esperar una precisión también adecuada.
O <sub>4</sub>	893	5/9	3,655	9/10	En general, precisión deficiente, mediciones en exceso de 7.4 mm; actitud inapropiada; descuido. Se requiere hablar con el interesado y estandarizarlo de nuevo.
O <sub>5</sub>	477	7/10	3,875	10/10	Precisión satisfactoria; sistemáticamente comete un error de 8.9 mm en exceso. (Al hacer la medición “estiraba” a los niños).
O <sub>6</sub>	1,278	7/10	1,040	6/10	Precisión y exactitud deficientes en las cuatro primeras mediciones; de ahí en adelante, satisfactorias.

vuelta, y esta segunda medida puede dar la impresión de que los niños han crecido.

Una prueba significativa de signos en la columna *D* indica que la actuación del observador difiere de la del supervisor, ya sea por exceso (los signos más exceden de los menos) o por defecto (los signos menos exceden de los más); en este caso, el observador acusa un error sistemático.

6. Si cualquiera de las circunstancias mencionadas no son satisfactorias, hay que examinar la hoja de cálculo del individuo (véase, por ejemplo, el cuadro 2). Hay que advertir que en esta prueba en particular, no todas las hojas de trabajo están impresas. Para los ejemplos que se citan seguidamente, se ha recurrido a los datos originales, en bruto (cuadro 1).

El supervisor (cuadro 4), en efecto, revela la mayor precisión. Tres miembros del

personal muestran una precisión adecuada ( $\sum d^2$ ) y tres carecen de ella porque  $\sum d^2$  es más del doble que la del supervisor. Las pruebas de signos no son significativas, de modo que no podía atribuirse el hecho a diferencias sistemáticas entre la primera y la segunda medición. La inspección de los datos (cuadro 1) revela que la precisión del observador O<sub>3</sub> no era totalmente satisfactoria debido a una medición repetida inadecuada. Es de esperar que ello no vuelva a ocurrir. La precisión del observador O<sub>4</sub> fue deficiente a través de todo el ensayo. La falta de exactitud del observador O<sub>6</sub> se debió a las cuatro primeras mediciones. Este último no logró adquirir competencia fidedigna hasta después de examinar al cuarto niño de la primera vuelta; después sus anotaciones fueron satisfactorias.

**CUADRO 5**—En un número determinado de sujetos a medir diferencias del mismo signo que deben ocurrir para detectar una diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre la primera medición y la segunda ( $d$ ) o entre el supervisor y el trabajador ( $D$ ).

No. de sujetos	No. de diferencias con el mismo signo
	Por lo menos:
6	6
7	7
8	8
9	8
10	9
11	10
12	10
13	11
14	12
15	12
16	13
17	13
18	14
19	15
20	15

Según se indica en el cuadro 4, el observador  $O_1$  mostró una exactitud consistente ( $\sum D^2$ ); no ocurrió lo mismo con los demás (las  $\sum D^2$  eran excesivamente elevadas). Ello se debió, en parte, a falta de precisión ( $O_3$ ,  $O_4$  y  $O_6$ ), y en parte a error sistemático, como se indica en la última columna del mismo cuadro correspondiente a las pruebas de signos ( $O_2$ ,  $O_4$  y  $O_5$ ). La  $\sum d^2$  del observador  $O_6$  es mayor que su  $\sum D^2$ . Por consiguiente, su actuación requiere atención especial.

La inspección de las hojas de cálculo (véase cuadros 1 y 2) revela, además, que los observadores  $O_4$  y  $O_5$  cometían algún error básico; en sus mediciones sistemáticamente calculaban 7 mm de más. El observador  $O_2$  incurría en lo mismo aunque en menor grado (4 mm). Las primeras cuatro mediciones del observador  $O_6$  mostraron falta de precisión y de exactitud; sin embargo, todas las medidas subsecuentes fueron precisas y exactas. Las primeras cuatro mediciones explican las discrepancias entre su  $\sum d^2$  y su  $\sum D^2$ .

De vez en cuando, una  $D$  notoriamente alta echa a perder una estandarización satisfactoria en sus otros aspectos. Esto ocurre con más frecuencia en trabajos de

estandarización que requieren juicios cualitativos, como en el caso de la asignación de puntos a centros de osificación. Un nuevo examen de los sujetos y la aclaración, por parte del supervisor, de los métodos de punteo, resolverán este tipo de error.

Con el tiempo, los observadores aprenden a interpretar sus propios resultados de estandarización y a evaluar las hojas de cálculo (cuadro 2) como medio para mejorar su actuación. En la columna "Observaciones" del resumen que constituye el cuadro 4, el supervisor verifica las conclusiones a que llegaron los miembros del equipo.

Así, el análisis mencionado puede recapitularse como sigue. Las cifras resumidas de  $\sum d^2$  y  $\sum D^2$  de los observadores, comparadas con la  $\sum d^2$  del supervisor, permiten hacer una evaluación rápida del rendimiento en el trabajo. Si la  $\sum d^2$  de un observador es más del doble, o su  $\sum D^2$  es más del triple que la  $\sum d^2$  del supervisor, se examinan las columnas individuales. Una  $\sum d^2$  alta indica descuido en la medición, fatiga, o cambios en el sujeto en el tiempo transcurrido entre una medición y otra, lo que debe determinarse mediante la inspección de los signos o de las  $d$  individuales.

Una  $\sum D^2$  alta indica, ya sea descuido (la  $\sum d^2$  sería entonces también alta), error sistemático (inspección de los signos de las  $D$  individuales) o diferencias particulares de juicio cualitativo (de vez en cuando una  $D$  alta). Una vez identificado el tipo de error, por lo común la corrección resulta fácil.

#### Discusión

A pesar de tener acceso a calculadoras de mesa, y de disponer de una computadora y de los servicios de estadísticos graduados, este método ha satisfecho mejor que ningún otro nuestras necesidades sobre el terreno. La promoción de la evaluación inmediata de las pruebas de estandarización ha servido para inculcar al personal de campo el significado y la importancia de la calidad de los datos. Este método permite elaborar

con rapidez una descripción operativa uniforme para cada medición. La disponibilidad de estos procedimientos operativos estándar, por escrito, es indispensable en cualquier campo de estudio, porque garantizan la exactitud de las mediciones durante el período de investigación. La implantación de estos procedimientos puede ensayarse mejor con dos miembros del personal de campo, hasta comprobarse que otros refinamientos no mejoran significativamente la exactitud o la precisión. Utilizando estas instrucciones operativas uniformes, se puede estandarizar el resto del personal de campo. De vez en cuando puede suceder en esta etapa que uno de los trabajadores de campo mejore aún más la precisión. El examen de este aspecto revelará un refinamiento mayor en las mediciones, que deberá incorporarse en los procedimientos operativos estándar escritos.

Debe recordarse que la estandarización de recolección de datos constituye simplemente uno de los diversos procedimientos esenciales para obtener datos útiles. Entre otros métodos, cabe citar los siguientes: 1) calibración periódica del equipo; 2) rotación del personal de campo entre los grupos de sujetos que habrán de compararse, y 3)

evaluación estadística periódica de los datos acumulados a fin de evitar el error sistemático en las mediciones entre los miembros del personal.

Por último, tan pronto como se disponga de datos estandarizados y en la medida que el diseño experimental lo permita, debe procederse al análisis de tales datos y a la interpretación de los resultados. Estas operaciones pueden realizarse mejor con la ayuda de un estadístico competente.

#### Resumen

Los procedimientos de estandarización descritos en este artículo pueden ser realizados por personal de campo que simplemente sepa sumar, restar y copiar cifras de un cuadro. Esta estandarización permite evaluar con rapidez la calidad de los datos reunidos e identificar los errores más comunes en las prácticas sobre el terreno tales como los debidos al descuido, cansancio, tendenciosidad sistemática y juicios cualitativos deficientes. □

#### Agradecimientos

El autor agradece al Dr. Charles Yarbrough (Ph.D.) por su valiosa ayuda, y al Dr. Miguel A. Guzmán (Ph.D.) por su crítica constructiva.

#### Apéndice

##### Estimaciones del tamaño de la muestra y del grado de precisión necesario para las mediciones

La información que se presenta en el cuadro 4 puede utilizarse para responder a las interrogantes siguientes: ¿Cuántos sujetos se necesitan? ¿Es satisfactoria la estandarización? ¿Cuántos dígitos significativos deben usarse para registrar los resultados?

Se consideró conveniente relegar esta sección a un apéndice, por cuanto la respuesta a estas cuestiones requiere cierta facilidad para sustituir números en fórmulas matemáticas y cálculos exactos. Además, por razones de concisión e inteligibilidad, las fórmulas no se presentan con el rigor del caso.

La pregunta: "¿Cuántos sujetos hay que medir para hallar una diferencia estadísticamente significativa entre la población experimental bajo estudio y la que sirve de testigo?" está relacionada con otra interrogante: "¿Es satisfactoria la precisión del supervisor?" Las explicaciones siguientes pueden servir de base para responder de manera aproximada a ambos puntos.

Cuando la estandarización es adecuada, las  $D$  no tienen ninguna prueba significativa de signos, y las  $D^2$  son aproximadamente de la misma magnitud que las  $2 \sum d^2$ . Se puede llegar a una medición aproximada de la variabilidad (variancia) debida al

error de todos los observadores,  $S^2_m$ , aplicando la fórmula siguiente:

$$\sum \sum d^2/(2nT) = \sum \sum D^2/(4nT) = S^2_m$$

donde T = número de trabajadores, y n = número de sujetos medidos.

La decisión de si esta  $S^2_m$  es lo suficientemente reducida depende del número de sujetos en los grupos comparados ( $n$ ); de la diferencia prevista entre distintas poblaciones ( $\delta$ ); de un factor que refleje la probabilidad (M) con que se desea determinar si existe o no una diferencia (si cada grupo comprende más de 10 sujetos, a menudo la M se selecciona como igual a 8)<sup>4</sup>, y de la variabilidad de los sujetos que se miden en el estudio ( $S^2_v$ ) donde

$$S^2_v = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N},$$

y donde " $\sum X$ " es la suma de las mediciones, en este caso las tallas de todos los

<sup>4</sup> Snedecor, G. W. y Cochran, W. C. *Statistical Methods*, 6ª ed. Ames, Iowa. Iowa State University Press, 1967, pág. 113.

niños de un grupo; y " $\sum X^2$ " es la suma de los cuadrados de las mediciones. N = número de niños del grupo.

La máxima variabilidad aconsejable entre los observadores ( $S^2_m$ ) es:

$$S^2_m = 0.46 \left( \frac{\delta^2 n}{M} - 2S^2_v \right)$$

Este cálculo incluye corrección para aproximación, como se describe seguidamente.

La decisión entre disminuir la variabilidad entre los observadores ( $S^2_m$ ) o aumentar el número de mediciones efectuadas ( $n$ ) a menudo depende de los costos relativos de una estandarización más intensa y la medición de un mayor número de sujetos. Considerando todos los elementos antes citados y los datos del cuadro 6, el número requerido ( $n$ ) de sujetos en cada grupo es:

$$n = 2M(1.084S^2_m + S^2_v)/\delta^2$$

Por ejemplo, si lo que se desea es comprobar

CUADRO 6—Influencia de los errores de medición y de los criterios de aproximación sobre el tamaño de la muestra.<sup>a</sup>

Variables antropométricas	Desviación estándar de medición	Intervalos de aproximación	Desviación estándar específica para edad y sexo	Porcentaje de aumento en el número de niños requerido <sup>b</sup>		
				Debido a error de medición	Aproximación	Total
Peso	15g	10g	1.5kg	0.01%	0.0%	0.01%
Talla	5mm	5mm	4.4cm	1.3%	0.1%	1.4%
Talla sentado	5mm	5mm	3.8cm	1.7%	0.1%	1.9%
Circunferencia cefálica	3mm	1mm	1.9cm	2.5%	0.0%	2.5%
Circunferencia torácica	6mm	5mm	2.1cm	8.2%	0.5%	8.6%
Circunferencia parte superior del brazo	3mm	1mm	8.4mm	12.8%	0.1%	12.9%
Diámetro del biestiloide	9mm	5mm	1.9cm	22.4%	0.6%	23.0%
Pliegue tricipital	0.6mm	0.5mm	1.6mm	14.1%	0.8%	14.9%
Pliegue sub-escapular	0.4mm	0.1mm	0.9mm	19.8%	0.1%	19.9%
Fórmulas (Véase texto)	$S_m$	I	$S_v$	$\frac{S^2_m}{S^2_v}$	$\frac{I^2}{12 S^2_v}$	$\frac{S^2_m + (I^2/12)}{S^2_v}$

<sup>a</sup> Con base en datos recolectados de niños guatemaltecos ladinos del medio rural, del nacimiento a los 7 años de edad, y corregido según Sheppard (1).

<sup>b</sup> Porcentaje de incremento requerido para que las pruebas estadísticas acusen la misma capacidad de discriminación.

una diferencia prevista ( $\delta$ ) de 2 cm entre dos grupos de niños, aplicando la prueba estadística de significación con los criterios usuales ( $P < 0.05$ )<sup>4</sup>, se necesitarían 79 niños en cada grupo, o sea 158 niños en total. La reducción de error de la medición hasta cero, lo cual es imposible, sólo resultaría en una reducción del número de niños necesario, de 79 a 78 en cada grupo.

Arbitrariamente, la variabilidad del supervisor se acepta cuando no excede de una tercera parte de la variabilidad de medición aceptable ( $S_m^2$ ).

Se aceleran los cálculos, si se aproxima la anotación de los datos al primer dígito significativo de la desviación estándar del supervisor. Esto, por lo general, no altera significativamente la exactitud. La misma aproximación reduce las posibilidades de error porque la atención se concentra solo en los dígitos significativos. Si las  $d$  no tienen una prueba significativa de signos, la desviación estándar de los resultados a que se llega es:

$$= \sqrt{\sum d^2/2n}$$

donde "n" es el número de niños medidos, y " $\sum d^2$ " lo mismo que en el cuadro 4.

La práctica usual es registrar como el último dígito, las unidades (en el caso de talla, milímetros) del primer dígito de la desviación estándar del supervisor aproximada al múltiplo inferior de 5 más cercano (véase cuadro 6). Los efectos de los procedimientos de aproximación empleados en lo que respecta al número de niños necesarios para discriminación en las pruebas estadísticas, se muestran en el cuadro 6. Como se observará, este efecto es insignificante.

Ocasionalmente la aproximación da valores de la misma magnitud y sin ninguna variabilidad. En este caso la medición empleada carece evidentemente de sensibilidad suficiente para distinguir pequeñas diferencias. Otras posibilidades consistirían en buscar un método mejor o bien en medir cada sujeto muchas veces utilizando la media resultante. Este último procedimiento es laborioso: reducir a la mitad el error de medición (expresado como la desviación estándar entre las repeticiones) requiere cuatro mediciones repetidas; su reducción a una tercera parte exige nueve mediciones. En otras palabras, la reducción de la desviación estándar de la medición en  $1/x$  requiere mediciones  $x^2$ .

#### Standardization Procedures for Quantitative Epidemiologic Field Methods (Summary)

The rapid and simple standardization of technical procedures here described can be done by field workers with no more demanded than an ability to add, subtract and copy figures from a table. It permits a prompt assessment of

the quality of collected epidemiological data. It identifies the more common errors in field practice: carelessness, fatigue, systematic bias and poor qualitative judgment.

#### Uniformização de métodos epidemiológicos quantitativos de campo (Resumo)

A uniformização rápida e simples dos processos técnicos descritos neste artigo pode ser feita por pessoal de campo que apenas saiba somar, subtrair e copiar as cifras de um quadro. A uniformização permite o controle rápido da

qualidade dos dados epidemiológicos coletados. Outrossim, possibilita a identificação dos erros mais comuns na prática em trabalhos de campo por descuido, fadiga, falta de método na apreciação qualitativa dos dados, etc.

### Normalisation des méthodes épidémiologiques quantitatives sur le terrain (Résumé)

La normalisation rapide et simple des méthodes techniques qui sont décrites dans le présent article peut être réalisée par un personnel extérieur qui est tout juste compétent pour additionner, soustraire et copier les chiffres d'un tableau. Cette normalisation permet une évalua-

tion rapide de la qualité des données épidémiologiques rassemblées. En outre, elle repère les erreurs les plus communes dans les activités sur le terrain, à savoir la négligence, la fatigue, certaines tendances systématiques et un jugement qualitatif laissant à désirer.