



**MINISTERIO DE EDUCACIÓN**  
**Vice Ministerio de Gestión Institucional**  
**Unidad de Medición de la Calidad Educativa**

## **Diseño Muestral en la aplicación nacional CRECER 96**

***Alberto Torreblanca Villavicencio***  
***Arturo Calderón***  
***Cholly Farro Peña***

**Lima, octubre 2000**

# Informe sobre la Muestra CRECER 1996

## Introducción

La Unidad de Medición de la Calidad Educativa del Ministerio de Educación (UMCE) tenía programadas, dentro de las actividades del Proyecto CRECER 1996, diversas evaluaciones sobre determinadas áreas de desarrollo de la currícula de educación primaria. El plan general de trabajo de la unidad contemplaba en 1996 que estas evaluaciones debían ser aplicadas exclusivamente a alumnos de cuarto primaria<sup>1</sup>. Las pruebas a aplicar comprenderían las áreas de Matemática y Lenguaje.

Adicionalmente, el estudio planteaba recopilar datos relativos a los llamados “Factores Asociados al Rendimiento”, y para ello se definieron tres poblaciones: la de Padres de Familia de los alumnos, la de los Profesores de los alumnos y la de Directores de los centros educativos donde estudiaban los alumnos de la población objetivo. Se entrevistaría a los padres de cada estudiante, al tutor del aula sorteada y al director del centro educativo. En el caso de los profesores y directores no sería posible desagregar por estratos (como departamentos, por ejemplo), pues las muestras correspondientes resultarían muy pequeñas.

## Objetivo

El objetivo general del diseño era obtener una muestra representativa de alumnos de 4° grado de educación primaria de menores, de modalidad escolarizada, de centros educativos polidocentes completos urbanos y rurales a nivel nacional. Esta muestra debía permitir estimaciones del rendimiento en las materias de Matemática y Lenguaje, tanto globales como por departamento, área y gestión, con confiabilidad de 95% y errores de estimación no mayores al 5%.

La evaluación proporcionaría información agregada, es decir no para cada alumno, ni para cada escuela, docente o director. Para que esto fuera posible, se habría necesitado una muestra suficientemente grande por población objetivo y la investigación no pretendía dar resultados para cada una.

## Diseño muestral

En diseños simples, las unidades de muestreo o unidades a seleccionar son las mismas que se van a analizar y por lo tanto constituyen el único objeto de estudio. En diseños complejos -los más empleados en la práctica- las unidades de muestreo no coinciden necesariamente con las unidades de análisis. Este es el caso del muestreo en dos etapas o llamado también bietápico. Las Unidades Primarias de Muestreo (UPM) fueron las escuelas y las unidades de muestreo de la segunda etapa (USM) los alumnos de las mismas.

En CRECER 96 se empleó muestreo estratificado. Se combinaron los criterios de Gestión (escuela estatal o no estatal), Área (urbana o rural) y Departamento para formar los estratos requeridos. Dentro de cada uno de éstos se seleccionaron escuelas en forma proporcional a sus tamaños, medido en base al número de alumnos en el grado.

En suma:

- a) La muestra originalmente diseñada está dentro de un sistema de muestreo estratificado bietápico, con las escuelas como unidades de primera etapa y los alumnos como unidades de segunda etapa.

---

<sup>1</sup> Se eligió 4° grado porque el Ministerio de Educación considera que a la edad que los niños tienen en este grado, ya deben haber adquirido habilidades y competencias para el manejo de la lectura y escritura, así como el hecho de estar preparados para resolver problemas de la vida diaria, usando las operaciones básicas de la Matemática.

- b) Se trata de una muestra con probabilidad de selección proporcional al tamaño del centro educativo, que asegura igual oportunidad de formar parte de la muestra a todos los alumnos y requiere el uso de ponderaciones en las estimaciones que se haga, dado que la distribución de la muestra no es proporcional a la distribución de la población por estratos.
- c) Se usó este esquema de muestreo (afijación no proporcional) porque se necesitaba garantizar comparabilidad y representatividad entre estratos y una distribución proporcional de la muestra concentraría ésta en Lima y algunas otras ciudades, dejando sin casos a los demás estratos y aumentando el error de estimación en ellos.
- d) Con el fin de restituir la representatividad de los estratos de la muestra en el universo, se usó ponderaciones, las cuales se calcularon según los criterios básicos de estratificación empleada. El empleo de ponderaciones no altera la calidad de las estimaciones, por el contrario, las hace más fiables y consistentes.

## Población objetivo

La población objetivo principal estuvo conformada por alumnos de 4° grado de educación primaria escolarizada, estudiantes de centros educativos polidocentes completos de áreas urbanas y rurales, tanto estatales como no estatales. Esta población era de 289283<sup>2</sup> alumnos en 1996, distribuidos en 7933 centros educativos.

**Universo de alumnos en 4° grado de Primaria de Colegios Polidocentes Completos**

Departamento	Urbano Estatal	% en el Departamento	Urbano No Estatal	% en el Departamento	Rural Estatal	% en el Departamento	Rural No Estatal	% en el Departamento	Total	% en el País
AMAZONAS	2,951	73.55%	214	5.33%	847	21.11%	0	0.00%	4,012	0.97%
ANCASH	13,061	72.61%	1,498	8.33%	3,429	19.06%	0	0.00%	17,988	4.34%
APURIMAC	5,213	71.74%	29	0.40%	1,988	27.36%	37	0.51%	7,267	1.75%
AREQUIPA	13,230	68.31%	4,221	21.79%	1,671	8.63%	246	1.27%	19,368	4.67%
AYACUCHO	7,564	77.54%	477	4.89%	1,714	17.57%	0	0.00%	9,755	2.35%
CAJAMARCA	8,619	62.25%	262	1.89%	4,964	35.85%	0	0.00%	13,845	3.34%
CALLAO	9,100	74.84%	2,840	23.36%	219	1.80%	0	0.00%	12,159	2.93%
CUSCO	13,376	69.52%	1,754	9.12%	4,087	21.24%	24	0.12%	19,241	4.64%
HUANCAVELICA	3,252	68.08%	230	4.81%	1,212	25.37%	83	1.74%	4,777	1.15%
HUANUCO	6,878	72.57%	859	9.06%	1,741	18.37%	0	0.00%	9,478	2.28%
ICA	9,801	79.40%	1,350	10.94%	1,172	9.49%	21	0.17%	12,344	2.98%
JUNIN	13,965	64.96%	1,456	6.77%	5,727	26.64%	350	1.63%	21,498	5.18%
LA LIBERTAD	16,006	70.66%	4,226	18.66%	2,095	9.25%	326	1.44%	22,653	5.46%
LAMBAYEQUE	13,953	71.27%	2,735	13.97%	2,254	11.51%	637	3.25%	19,579	4.72%
LIMA	89,140	68.42%	32,031	24.58%	7,881	6.05%	1,240	0.95%	130,292	31.40%
LORETO	9,909	77.80%	1,148	9.01%	1,646	12.92%	33	0.26%	12,736	3.07%
MADRE DE DIOS	1,063	82.40%	36	2.79%	191	14.81%	0	0.00%	1,290	0.31%
MOQUEGUA	1,920	76.40%	378	15.04%	215	8.56%	0	0.00%	2,513	0.61%
PASCO	2,406	51.12%	747	15.87%	1,386	29.45%	168	3.57%	4,707	1.13%
PIURA	15,922	63.52%	3,171	12.65%	5,973	23.83%	0	0.00%	25,066	6.04%
PUNO	12,084	66.81%	814	4.50%	5,107	28.23%	83	0.46%	18,088	4.36%
SAN MARTIN	8,667	79.64%	260	2.39%	1,956	17.97%	0	0.00%	10,883	2.62%
TACNA	3,442	78.00%	675	15.30%	274	6.21%	22	0.50%	4,413	1.06%
TUMBES	2,484	62.13%	264	6.60%	1,250	31.27%	0	0.00%	3,998	0.96%
UCAYALI	5,277	75.87%	111	1.60%	1,567	22.53%	0	0.00%	6,955	1.68%
<b>Totales</b>	<b>289,283</b>	<b>69.72%</b>	<b>61,786</b>	<b>14.89%</b>	<b>60,566</b>	<b>14.60%</b>	<b>3,270</b>	<b>0.79%</b>	<b>414,905</b>	<b>100.00%</b>

El universo definido para establecer la muestra representa alrededor del 70% de la población escolar del país y distribuidos según la presencia de los colegios polidocentes completos. En general, estos se ubican principalmente en centros poblados urbanos y en la Costa más que en la Sierra. La Selva tiene una proporción muy semejante entre centros polidocentes y la matrícula nacional. Asimismo, escuelas de este tipo suelen ser de mayor tamaño que las multigrados o unidocentes. La exclusión de estas últimas se justificaba por la necesidad de controlar la calidad en la aplicación de las pruebas y demás instrumentos, puesto que la supervisión y control de tiempos y condiciones materiales en escuelas muy alejadas de los centros de distribución y coordinación ocasionaba gran dispersión de esfuerzos y contextos muy lejos de las recomendables dada la falta de experiencia a que se enfrentaba la UMC en aquella oportunidad. Incluir este segmento de la población escolar en la primera prueba nacional, sin experiencia previa sobre el funcionamiento de la evaluación en general, ni sobre la respuesta de la población misma, significaba exponer todo este primer proceso a circunstancias que originarían una variabilidad excesiva en los resultados, no derivada de las diferencias naturales de la población, sino de las desiguales condiciones de aplicación de las pruebas y encuestas.

<sup>2</sup> En 1993, que fue el marco muestral empleado.

	Matrícula General 1996 (%)	Matrícula en Polidocentes Completos 1996 (%)
Urbano	63	85
Rural	37	15

## Precisión

La muestra tuvo una magnitud de 45,771 alumnos, repartidos en 1,421 centros educativos polidocentes completos a nivel nacional. De este modo, se esperaba contar con una muestra representativa, con errores de estimación dentro de márgenes razonables y alta confiabilidad. Así, a un nivel de confianza del 95%, se esperaba un error no superior al 1%, considerando una muestra simple aleatoria, reduciéndose al tratarse de un muestreo estratificado, como es el que nos ocupa.

## Muestra de alumnos

Departamento	Urbano Estatal	% en el Departamento	Urbano No Estatal	% en el Departamento	Rural Estatal	% en el Departamento	Rural No Estatal	% en el Departamento	Total	% en el País
AMAZONAS	918	2.00%	78	0.20%	202	0.40%			1,198	2.60%
ANCASH	2,063	4.50%	200	0.40%	516	1.10%			2,779	6.10%
APURIMAC	1,211	2.60%			385	0.80%			1,596	3.50%
AREQUIPA	1,457	3.20%	520	1.10%	174	0.40%			2,151	4.70%
AYACUCHO	1,388	3.00%	85	0.20%	245	0.50%			1,718	3.80%
CAJAMARCA	1,618	3.50%	59	0.10%	889	1.90%	57	0.10%	2,623	5.70%
CALLAO	1,237	2.70%	379	0.80%	29	0.10%			1,645	3.60%
CUSCO	1,421	3.10%	239	0.50%	319	0.70%			1,979	4.30%
HUANCAVELICA	994	2.20%	57	0.10%	356	0.80%			1,407	3.10%
HUANUCO	1,262	2.80%	178	0.40%	275	0.60%			1,715	3.70%
ICA	1,702	3.70%	264	0.60%	180	0.40%			2,146	4.70%
JUNIN	1,289	2.80%	150	0.30%	476	1.00%	30	0.10%	1,945	4.20%
LA LIBERTAD	1,724	3.80%	624	1.40%	210	0.50%	30	0.10%	2,588	5.70%
LAMBAYEQUE	120	0.30%	174	0.40%	85	0.20%	29	0.10%	408	0.90%
LIMA	2,200	4.80%	828	1.80%	137	0.30%	30	0.10%	3,195	7.00%
LORETO	1,402	3.10%	148	0.30%	190	0.40%			1,740	3.80%
MADRE DE DIOS	666	1.50%			113	0.20%			779	1.70%
MOQUEGUA	1,022	2.20%	201	0.40%	71	0.20%			1,294	2.80%
PASCO	751	1.60%	212	0.50%	372	0.80%	51	0.10%	1,386	3.00%
PIURA	1,720	3.80%	345	0.80%	433	0.90%			2,498	5.50%
PUNO	1,324	2.90%	120	0.30%	415	0.90%			1,859	4.10%
SAN MARTIN	1,650	3.60%	32	0.10%	447	1.00%			2,129	4.70%
TACNA	1,453	3.20%	296	0.60%	89	0.20%			1,838	4.00%
TUMBES	950	2.10%	104	0.20%	366	0.80%			1,420	3.10%
UCAYALI	1,315	2.90%	30	0.10%	390	0.90%			1,735	3.80%
<b>Totales</b>	<b>32,857</b>	<b>71.80%</b>	<b>5,323</b>	<b>11.60%</b>	<b>7,364</b>	<b>16.10%</b>	<b>227</b>	<b>0.50%</b>	<b>45,771</b>	<b>100.00%</b>

## Tipo

Muestreo estratificado con afijación simple.

### a) Estratificación

- .Departamentos (25 incluida la Provincia Constitucional del Callao)
- .Área urbana y rural
- .Gestión estatal y no estatal
- .Género masculino y femenino

### b) Afijación

Los 45771 alumnos serían repartidos por departamentos no proporcionalmente, de manera que todos pudieran tener representatividad interna. Se consideró un número mínimo de 900 alumnos por departamento<sup>3</sup>. De este modo, se podría reportar resultados para cada uno de los 25 departamentos. Sólo en aquellos casos que contaran con un número suficiente de estudiantes, se podría además reportar resultados por los estratos de área y gestión. Obviamente, dada la magnitud de la muestra total, sí era posible inferir resultados a nivel nacional para todos los estratos contemplados.

<sup>3</sup> Cabe mencionar que hubo problemas en la aplicación de las pruebas en el departamento de Lambayeque, obteniéndose únicamente una muestra de 120 alumnos, con lo que no era confiable inferir resultados para la totalidad del departamento ni para alguno de sus estratos sin esperar un error alto. La representación nacional de este departamento era de 4.72% y sólo se llegó a cubrir un 0.90%.

## Selección

Dentro de cada estrato se seleccionó una muestra probabilística de centros educativos y luego en cada centro se escogió, mediante sorteo aleatorio simple, a la sección y a los alumnos que integrarían la muestra.

Los centros educativos fueron elegidos mediante selección proporcional a su tamaño (en base al número de alumnos) y luego en cada centro se escogió, también mediante sorteo, a los alumnos que integrarían la muestra.

El sorteo hace que la relación de centros sea representativa de su participación en el universo, pues aquellos colegios con más alumnos tendrían más probabilidad de ser seleccionados que aquellos más pequeños. Esto obliga a respetar la relación de centros educativos seleccionados.

La segunda etapa consistió en la selección de alumnos, previo sorteo de un aula, de haber más de una en el grado. El diseño pretendía retratar bien el rendimiento de un alumno “promedio” dentro de cada estrato y su “representatividad” estuvo pensada en ese sentido. Por eso se estableció una misma cuota de alumnos por centro educativo y por grado: 30 educandos.

Los 30 alumnos deberían ser seleccionados por sorteo, no pudiendo ser elegidos en base a su rendimiento, calificaciones o cualidades. Esto induciría a error y afectaría seriamente el estrato correspondiente y la muestra en general.

Por otro lado, fue necesario insistir en que, como se trataba de dos o más pruebas por alumno, además de las encuestas a los alumnos, padres de familia, profesores y directores, se debe asegurar la correspondencia entre todos los instrumentos, controlando que los datos de identificación en todos los cuadernillos y hojas de respuestas coincidieran. Esto estaba vinculado estrechamente al trabajo de organización y entrenamiento del personal que conformaría finalmente la red administrativa.

En suma:

- a) En el interior de cada estrato de sorteo, se determinó la cuota de centros educativos a elegir (dividiendo entre 30 la cantidad de alumnos por seleccionar en el estrato y redondeando). Además se fijó un mínimo de dos centros educativos por estrato de sorteo para poder estimar el error de muestreo en todos los casos. Identificada la cantidad de centros por sortear, se los seleccionó mediante un programa de computador que asignaba probabilidades de selección proporcionales al tamaño del centro educativo (cantidad de alumnos en el grado).
- b) La segunda etapa consistió en la selección de alumnos. Los 30 alumnos fueron seleccionados por sorteo aleatorio simple. En el caso de centros con más de una sección, se tuvo que hacer un sorteo simple de secciones para evitar complicaciones excesivas de logística. Esta etapa adicional del sorteo no sesga la muestra (sigue siendo representativa del centro educativo) pero no permite retirar del error de estimación el posible efecto de diferencias entre secciones del centro educativo, si las hubiera, incrementando el margen de error. Pero es un riesgo calculado por el que se optó, para controlar los errores “no de muestreo”.

## Ponderación

Al tratarse de un muestreo no proporcional (compárese las columnas “% en el país” del cuadro “Universo” con la distribución en la misma columna del cuadro “Muestra”), la muestra debía ponderarse para devolver la representación relativa de cada departamento en el universo. Lo mismo debía efectuarse para los estratos de área y gestión<sup>4</sup>. El procedimiento fue el siguiente:

- ◆ Sabiendo que la selección se llevó a cabo por escuelas, se ajusta en primer lugar al tamaño del aula, es decir si en el salón hubo, por ejemplo 28 alumnos, se multiplica por un coeficiente de modo tal que represente una cuota fija de 30 estudiantes.
- ◆ En segundo lugar, el objetivo es reconstruir las muestras por estrato según su correspondiente peso en la distribución nacional.
- ◆ Finalmente, se multiplica por una constante de modo que la suma del ponderador sea igual a 1.

Las ponderaciones se emplean en situaciones en que, habiendo elegido muestras no proporcionales, se requiere “devolver” la presencia real en cuanto a la distribución de los estratos en el universo.

---

<sup>4</sup> Téngase en cuenta que la ponderación se requiere sólo en caso de efectuar comparaciones. Para resultados independientes, no es necesaria.

La fórmula empleada en CRECER 96 para tal fin debió contemplar las distintas etapas del diseño, quedando de la siguiente manera:

$$W = (n/N) (M/(j*30)) (30/m)$$

cuyos términos se interpretan del siguiente modo:

$n/N$  = Total de alumnos en la muestra / Total de alumnos en el universo

Ésta es la fracción de muestreo, es decir cuánto representa la muestra del universo.

$(M/(j*30))$  = Total de alumnos en el estrato en el universo / (Centro educativos en el estrato en la muestra \* Alumnos esperados en el aula)

Ésta es la cantidad de veces que contiene el universo a la muestra en el estrato.

$(30/m)$  = Alumnos esperados en el aula / Alumnos hallados en el aula

## Cobertura

Las coberturas esperadas y efectivas para cada departamento fueron:

### 4° grado de Primaria: Cobertura lograda según departamento

Departamento	Esperado	Logrado	Porcentaje
AMAZONAS	1,470	1,198	81.50
ANCASH	2,850	2,779	97.51
APURIMAC	1,650	1,596	96.73
AREQUIPA	2,250	2,151	95.60
AYACUCHO	1,830	1,718	93.88
CAJAMARCA	2,730	2,623	96.08
CALLAO	1,710	1,645	96.20
CUSCO	2,010	1,979	98.46
HUANCAVELICA	1,500	1,407	93.80
HUANUCO	1,827	1,715	93.87
ICA	2,520	2,146	85.16
JUNIN	1,980	1,945	98.23
LA LIBERTAD	2,730	2,588	94.80
LAMBAYEQUE	2,610	408	15.63
LIMA	3,120	3,195	102.40
LORETO	1,950	1,740	89.23
MADRE DE DIOS	840	779	92.74
MOQUEGUA	1,380	1,294	93.77
PASCO	1,470	1,386	94.29
PIURA	2,550	2,498	97.96
PUNO	1,890	1,859	98.36
SAN MARTIN	1,920	2,129	110.89
TACNA	1,860	1,838	98.82
TUMBES	1,590	1,420	89.31
UCAYALI	1,800	1,735	96.39
<b>Totales</b>	<b>50,037</b>	<b>45,771</b>	<b>91.47</b>