

|||||
PARTE

3

Anexo metodológico

CAPÍTULO

8

Anexo metodológico

Introducción

Uno de los principales objetivos del *Informe Estado de la Educación* es suministrar información oportuna, fidedigna y de calidad, que permita dar seguimiento al desempeño del sistema educativo costarricense e identificar los desafíos nacionales y las oportunidades de mejora en reformas de política pública y privada. En su elaboración participa una amplia e interdisciplinaria red de investigadores que analizan, mediante técnicas y metodologías novedosas, la información más actualizada y disponible en el país.

Esta tercera parte del Informe ofrece una síntesis sobre algunas de las principales innovaciones metodológicas utilizadas en los capítulos, con el fin de brindar una sólida base técnica a los hallazgos presentados en cada uno de ellos.

Con respecto al capítulo sobre educación primaria, se sintetiza la metodología seguida en la estimación de un modelo para analizar el rendimiento de los estudiantes desventajados de bajo y alto rendimiento a partir de la prueba Tercer 2013, aplicada por la Unesco y en la que Costa Rica participó. Además, se profundiza en las técnicas estadísticas utilizadas para determinar la caracterización de los docentes y su distribución espacial, así como en el método para establecer los

patrones de localización de las escuelas unidocentes.

En cuanto al capítulo sobre educación secundaria, se sintetizan cuatro metodologías a saber: i) modelos multinivel para analizar los factores asociados al rendimiento de los estudiantes en las pruebas PISA 2015 aplicadas por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), ii) procedimiento para identificar a los estudiantes resilientes y los factores asociados a la resiliencia educativa con base en PISA 2015, iii) método para comparar los resultados obtenidos por los estudiantes en PISA 2015 con respecto a los alcanzados en las evaluaciones anteriores en las que el país participó (PISA 2012 y PISA 2009+) y iv) procesamientos de la base de datos de la encuesta a representantes de las Juntas Escolares y Juntas Educativas realizada por el MEP con apoyo de la Fundación Gente.

Para el capítulo de educación superior se presenta una síntesis de algunos de los procesamientos realizados con información suministrada por las oficinas de Registro de las universidades estatales, a partir de la cual se exploró la generación de indicadores de resultado, tales como los tiempos de graduación, el aprovechamiento de cupos y los patrones de matrícula con el fin de aproximar el tema de la deserción universitaria.

Finalmente, se presenta un resumen de las metodologías utilizadas en el capítulo especial de este Informe para realizar la observación en las aulas y medir prácticas y distintos aspectos físico-ambientales. También se ofrece una síntesis del análisis de redes sociales (ARS), una herramienta metodológica con alta potencialidad aplicada en varias disciplinas de las ciencias básicas y sociales.

Aportes metodológicos en el capítulo sobre primaria

Factores asociados a la probabilidad de que un estudiante sea desventajado de alto rendimiento

Para el capítulo sobre primaria, Barquero (2016) realizó un análisis de la resiliencia educativa en los estudiantes costarricenses participantes en las pruebas Tercer 2013 de la Unesco. Primeramente, la autora identifica a los estudiantes resilientes con base en los criterios establecidos por los expertos de la prueba PISA y el estudio de Fernández (2013), que analizó la resiliencia educativa de los alumnos costarricenses en la evaluación de lectura de PISA 2009. Posteriormente, a través de la aplicación de un modelo multinivel, identifica los factores asociados al rendimiento de los alumnos desventajados en cada una de las pruebas y grados que se evaluaron.

Para definir al estudiante resiliente se utiliza el concepto proporcionado por los expertos de PISA, que lo identifica como aquel que se ubica en la tercera parte baja del índice de estatus socioeconómico y cultural y, a su vez, en la tercera parte de los mejores alumnos de su país. El grupo de contraste corresponde a los estudiantes desventajados de bajo rendimiento, quienes simultáneamente se ubican en la tercera parte baja del índice de estatus socioeconómico y cultural y en la segunda y la tercera parte de los alumnos con más bajo rendimiento de su país. Luego se procede a identificar los grupos de estudiantes, segmentando en terciles la base de datos a partir de la clasificación de las variables índice de estatus socioeconómico y cultural de la familia ($Isecf$) y *puntaje estándar* obtenido por los alumnos en cada una de las pruebas y grados evaluados. Primero se estima la siguiente regresión:

$$Vp = f(Isecf_i, Isecf_i^2)$$

Donde:

- Vp : es el valor plausible de cada prueba. Para este análisis se tomará como referencia el puntaje estándar que corresponde a un promedio ponderado de los cinco valores plausibles que se incorporan en Terce.
- $Isecf_i$: es el índice de estatus socioeconómico y cultural.
- $Isecf_i^2$: es el índice de estatus socioeconómico y cultural elevado al cuadrado con la finalidad de examinar la no linealidad del coeficiente.

Seguidamente, se estiman los residuos¹ y se procede a ordenar los valores en orden ascendente para clasificarlos en tres categorías: rendimiento alto (casos en los que los residuos representan una brecha positiva mayor), rendimiento medio y rendimiento bajo (la diferencia estimada es baja o incluso negativa). Para el caso del $Isecf$, los valores se ordenan previamente del más alto al más bajo y se clasifican en tres categorías, donde el 33% de los

alumnos que asumen los valores más bajos se denominan estudiantes desventajados, los otros dos terciles se clasifican en estudiantes no desventajados medios y no desventajados altos.

La cantidad de estudiantes resilientes y desventajados de bajo rendimiento identificados para cada grado académico y asignatura evaluada se muestra en el cuadro 8.1.

Luego se procede con la estimación de los modelos, cuyos resultados permitirán inferir los factores asociados a la probabilidad de que un estudiante alcance el éxito académico pese a provenir de contextos económicos, sociales y culturales desventajados. Los modelos mixtos o multinivel representan una alternativa a los modelos clásicos de regresión lineal y son idóneos para establecer asociaciones entre la variable dependiente y las variables independientes cuando se cuenta con una estructura de datos anidada o multinivel.

La base de datos utilizada posee una estructura multinivel, es decir, cada estudiante está anidado en un conglomerado particular que corresponde al centro educativo. Específicamente, se cuenta con dos niveles, el primero son los estudiantes y el segundo es el centro educativo.

Una de las principales características de estos modelos es que su estimación considera tanto la variabilidad que se genera en las relaciones a nivel individual, al tomar en cuenta las características propias de cada conglomerado de datos anidados, como la

correlación entre conglomerados, medida a partir de la correlación intraclase. Además, los resultados producen estimaciones insesgadas de los efectos aleatorios, pues se obtienen con el método de máxima verosimilitud restringida.

Como lo indica Montero (2014), la estimación de estos modelos involucra el cálculo de los parámetros y pendientes de la parte fija a partir de los coeficientes de regresión estimados para el intercepto y las demás variables independientes, pero también incorpora las estimaciones de las variancias y covariancias de las variables explicativas medidas a nivel individual.

La expresión matemática básica de un modelo mixto en dos niveles es la siguiente:

$$Y_{ij} = b_{0j} + b_{1j} X_{1ij} + b_{2j} X_{2j} + e_{ij} = b_{0j} + v_{0j} + (b_{1j} + v_{1j}) X_{1ij} + b_{1j} X_{2j} + e_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} : variable dependiente dicotómica, donde 1 corresponde al estudiante desventajado con alto rendimiento y 0 al estudiante desventajado con bajo rendimiento.
- i : unidades de primer nivel (estudiantes).
- j : unidades de segundo nivel (escuelas).
- v_{0j}, v_{1j} : efectos aleatorios.
- b_0, b_1 : coeficientes fijos en el conglomerado j .

Cuadro 8.1

Porcentaje de estudiantes resilientes y desventajados de bajo rendimiento, según nivel y tipo de prueba. Evaluación Terce 2013

Nivel	Prueba	Resilientes	Desventajados de bajo rendimiento
Tercer grado	Literatura	12,1	13,3
	Matemáticas	11,7	12,6
Sexto grado	Ciencias	11,9	13,2
	Literatura	12,3	13,0
	Matemáticas	11,5	12,5

Fuente: Barquero, 2016.

- X_1 y X_2 : variables explicativas.
- e_{ij} : errores o residuos.

Dada esta conceptualización, se procede a crear un modelo mixto generalizado para cada una de las pruebas de la evaluación Terce 2013, con la finalidad de estimar

el nivel de asociación que existe entre las variables independientes y la condición de ser resiliente. Los resultados de los modelos se presentan en los cuadros 8.2 y 8.3.

Cuadro 8.2

Resultados del modelo de resiliencia educativa en los estudiantes de tercer grado^{a/}. Evaluación Terce 2013

Variables	Matemática		Lectura	
	Coefficiente	P> z	Coefficiente	P> z
Nivel educacional de los padres	0,30	0,01		
Disponibilidad de libros en el hogar	-0,40	0,02		
Repitencia	-0,53	0,01	-0,79	0,00
Posee libro ^{b/}	-0,51	0,01		
Índice de asistencia y puntualidad docente	0,39	0,02	0,39	0,01
Expectativas parentales sobre el nivel educacional que alcanzarán los estudiantes			0,41	0,01
Media del índice de estatus socioeconómico de la familia por escuela			0,59	0,01
Constante	-1,17	0,07	-1,95	0,00

a/ Se muestran las variables significativas a un nivel de confianza del 95%.

b/ La posesión del libro corresponde a cada una de las disciplinas de análisis (Matemática o Lectura).

Fuente: Barquero, 2016.

Cuadro 8.3

Resultados del modelo de resiliencia educativa en los estudiantes de sexto grado^{a/}. Evaluación Terce 2013

Variables	Matemática		Lectura		Ciencias	
	Coefficiente	P> z	Coefficiente	P> z	Coefficiente	P> z
Sexo ^{b/}	-0,35	0,03				
Uso de computadora fuera de la escuela dos días a la semana	0,44	0,05				
Uso de computadora dentro de la escuela un día a la semana					0,51	0,04
Repitencia	-0,68	0,00	-0,53	0,01	-0,73	0,00
Índice de infraestructura de la escuela	0,32	0,02				
Presencia de burlas entre los compañeros			-0,28	0,04		
Asistencia a la educación inicial			-0,54	0,05		
Expectativa del nivel educacional que alcanzará el estudiante			0,47	0,01	0,42	0,01
Disponibilidad de cuaderno de apuntes			0,44	0,02	0,37	0,05
Constante	-1,54	0,00				

a/ Se muestran las variables significativas a un nivel de confianza del 95%.

b/ Donde 1 es hombre y 0 es mujer.

Fuente: Barquero, 2016.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE MODELOS MIXTOS GENERALIZADOS

véase Barquero, 2016, en
www.estadonacion.or.cr

Caracterización de docentes y su distribución espacial

Para el capítulo sobre educación primaria, Sánchez et al. (2016) analizan si las características de los docentes se distribuyen de forma sistemática en el territorio. La metodología que utilizaron consiste en evaluar la aglomeración de las unidades geográficas –que en este caso son las escuelas– en torno a los valores exhibidos por un atributo de interés –las características del docente–, en donde se considera la dependencia espacial entre las unidades de observación. Con ello, las características geográficas asociadas a las características del docente en cada escuela y su distribución espacial pueden analizarse a través de técnicas que consideren la dependencia espacial y la autocorrelación espacial.

La autocorrelación espacial es positiva cuando se presentan asociaciones de valores similares entre características de docentes y localizaciones cercanas (escuelas), es decir, cuando en el espacio geográfico los valores altos de una variable están rodeados por valores altos de la misma y viceversa. Este sería el caso del denominado *efecto contagio* o desbordamiento que se produce en muchos fenómenos socioeconómicos, en los que su presencia en una región es causa de su extensión a regiones vecinas, favoreciendo la concentración del fenómeno en la zona.

La autocorrelación espacial negativa se presenta cuando los valores altos de una variable (características del docente) se encuentran rodeados por valores bajos de la misma y viceversa. Esta configuración genera mayor disimilitud entre unidades geográficas cercanas que entre las lejanas y se produciría en fenómenos de jerarquías espaciales del tipo centro-periferia. Por último, hay ausencia de autocorrelación espacial en una variable geográfica cuando

esta se distribuye de manera aleatoria sobre el espacio.

A través de contrastes de autocorrelación espacial se validan las siguientes hipótesis: algunas características de los docentes en la educación primaria pública se encuentran distribuidas de forma totalmente aleatoria en el territorio, o si, por el contrario, existe algún tipo de asociación significativa de valores similares entre escuelas vecinas. Para esto, se estima el test I de Moran, cuyo valor se espera sea negativo y está en función únicamente del tamaño de la muestra, aunque esta media tiende a cero a medida que aumenta el tamaño de la muestra. Un coeficiente mayor que su valor esperado señala autocorrelación espacial positiva, mientras que un valor de I inferior a la media indica autocorrelación espacial negativa.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS DO- CENTES

véase Sánchez et al., 2016, en
www.estadonacion.or.cr

Patrones de localización de las escuelas unidocentes

El capítulo sobre educación primaria incorpora dos análisis que caracterizan la cercanía que hay entre los centros educativos unidocentes. Por un lado, con sistemas de información geográfica, se estiman las distancias entre escuelas y se determinan los patrones de distribución espacial de proximidad. Por otro lado, se estiman áreas de cobertura para cada escuela para diferentes distancias, con el fin de identificar la cantidad de niños de 6 a 12 años de edad en cada área de cobertura.

Para determinar la distancia entre dos o más escuelas se utiliza la megabase de escuelas georreferenciadas actualizada a 2016. Las mediciones de distancia son más precisas cuando los datos de entrada estén en un sistema de coordenadas proyectadas en equidistancia (UTM), sobre todo para reducir errores en el cálculo. Se estimó la distancia de la escuela A con las escuelas B,

C y N (en este ejemplo cada letra representa el archivo con la información geográfica (*shapefile*)). Este proceso se puede llevar a cabo gracias a “Point distance” (distancia de punto), una de las herramientas de proximidad del ArcToolbox del programa ArcGIS.

En cuanto a los patrones de cobertura, para cada escuela se estimó la cantidad de niños de 6 a 12 años que tienen a diferentes radios de distancia (de 0 a 5.000 metros). Para ello se utilizó la megabase de escuelas georreferenciadas y se integró con la cartografía censal de 2011 (unidades geoestadísticas mínimas o UGM), lo que permite calcular áreas de cobertura.

Las zonas de influencia de cada escuela se estimaron con el programa ArcGIS. Para efectos del análisis, se crearon anillos cada 500 metros hasta llegar a los 5.000 metros. Se utilizó la herramienta “zona de influencia en anillos múltiples” para clasificar las áreas alrededor de cada escuela: distancia cercana (menos de 1.000 metros), distancia moderada (entre 1.000 y 1.500 metros) y distancia larga (de 1.500 a 5.000 metros). Estas generan anillos múltiples, que a su vez crean entidades de área a una o varias distancias específicas alrededor de las escuelas. Los resultados del análisis se muestran en el cuadro 8.4.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE PATRONES DE LOCALIZACIÓN DE ESCUELAS UNIDOCENTES

véase Sánchez et al., 2016, en
www.estadonacion.or.cr

Aportes metodológicos en el capítulo sobre secundaria

Modelos de factores asociados al rendimiento en las pruebas PISA 2015

Para el capítulo de secundaria se realizó un estudio con el fin de identificar los factores asociados al desempeño mostrado por los estudiantes costarricenses en las evaluaciones de la prueba PISA 2015². Montero et al. (2017b), a través de la aplicación de

Cuadro 8.4

Distribución de las escuelas unidocentes por cantidad de estudiantes de 6 a 12 años, según radios de influencia. 2015

Distancia (área de cobertura en metros)	Cantidad de estudiantes de 6 a 12 años					
	Menos de 11	11 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	51 o más
500 o menos	314	99	38	12	5	2
1.000 o menos	619	271	101	37	12	9
1.500 o menos	777	432	149	55	23	19
2.000 o menos	895	517	182	69	33	34
2.500 o menos	943	560	201	75	35	36
3.000 o menos	973	595	221	80	35	38
3.500 o menos	989	603	229	83	36	40
4.000 o menos	998	610	234	84	36	42
4.500 o menos	1.000	611	238	87	36	43
5.000 o menos	1.005	614	241	89	36	43

Fuente: Sánchez et al., 2016.

modelos multinivel, contemplaron tanto los factores individuales de los alumnos (sexo, trayectoria académica y actitudes) como los de contexto (zona, centros educativos, prácticas de aula). Estos modelos permiten medir la influencia simultánea que ejercen ambos tipos de factores sobre la variable dependiente.

La ecuación utilizada muestra un modelo de dos niveles, con una variable predictora X1 medida en el nivel 1 (individual) y otra X2 medida en el nivel 2 (conglomerado). Su formulación matemática se muestra a continuación:

$$Y^{ij} = b^{0j} + b^{1j}X^{1ij} + b^{2j}X^{2j} + \dots + b^{nj}X^{nj} + e^{ij} = b^0 + v^{0j} + (b^1 + v^{1j})X^{1ij} + b^{2j}X^{2j} + \dots + b^{nj}X^{nj} + e^{ij}$$

Donde:

- i: unidades de primer nivel (los estudiantes).
- j: unidades de segundo nivel (escuelas).
- v^{0j} y v^{1j} : efectos aleatorios.
- $X^1, X^2 \dots X^n$: variables independientes.
- Y^{ij} : variable dependiente (rendimiento de los estudiantes en cada una de las evaluaciones de PISA).

Los resultados permitieron crear un perfil de los estudiantes con bajo y alto rendimiento en la evaluación de las competencias científicas, por ser el énfasis de la prueba. Los perfiles se muestran con mayor detalle en el cuadro 8.5.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE FACTORES ASOCIADOS AL RENDIMIENTO EN PISA 2015

véase Montero et al., 2017b, en www.estadonacion.or.cr

Modelos de resiliencia educativa con las pruebas PISA 2015

Para esta edición del Informe, una de las novedades del capítulo de secundaria es que incluye un análisis que identifica los factores asociados al rendimiento de los estudiantes resilientes con base en las pruebas PISA 2015³. Para esto, Montero et al. (2017a) parten, en primer lugar, de la identificación de los estudiantes resilientes, para luego, a través de un modelo de regresión logístico, identificar los factores que contribuyen a la probabilidad de que un alumno supere la adversidad y alcance la excelencia académica.

Para ello identificaron las variables⁴ que serían parte del estudio y las clasificaron como endógena⁵, exógena⁶ o de control⁷, según cada caso. Los resultados se presentan en el cuadro 8.6.

Luego procedieron a la construcción de un índice de condiciones exógenas del estudiante en cada una de las tres materias, utilizando dos procedimientos: el análisis factorial confirmatorio y el modelo de regresión múltiple. Para construir el índice basado en el análisis factorial usaron como ponderadores las cargas factoriales. En el índice basado en el modelo de regresión se utilizaron como ponderadores los coeficientes estandarizados de regresión; las variables independientes eran las exógenas y la variable dependiente era el puntaje factorial del estudiante en cada una de las tres materias. Estos índices representan condiciones que facilitan o no el aprendizaje, según sus diversos valores (cuadro 8.7).

Posteriormente, se generó una variable categórica que divide los valores del índice⁸ y los residuos⁹ en terciles (o tres grupos de igual tamaño), lo que permite crear una matriz de contingencia de tamaño 3x3, que se basa en los criterios establecidos por PISA para identificar a los estudiantes resilientes.

Cuadro 8.5

Perfiles de alto y bajo rendimiento de los estudiantes costarricenses en la prueba de alfabetización científica. PISA 2015

Factores	Perfil de alto rendimiento	Perfil de bajo rendimiento
Del estudiante	Cursa un grado o año superior a noveno año	Cursa un grado o año inferior a noveno año
	No ha repetido cursos	Ha repetido grados o años en la escuela o el colegio
	Muestra mayor empatía hacia los demás	Muestra menor empatía hacia los demás
	No realiza actividades como trabajo, oficios domésticos o cuidado de familiares antes de asistir a clases	Realiza actividades como trabajo, oficios domésticos o cuidado de familiares antes de asistir a clases
	Muestra mayor interés por las ciencias	Muestra menor interés por las ciencias
	Percibe mayor utilidad de las ciencias	Percibe menor utilidad de las ciencias
	Prefiere trabajar individualmente	Prefiere trabajar en grupo
	Es hombre	Es mujer
De contexto	Asiste a un colegio privado	Asiste a un colegio público
	Su colegio se encuentra en un distrito con Índice de desarrollo social alto	Su colegio se encuentra en un distrito con Índice de desarrollo social bajo

Fuente: Elaboración propia con base en Montero et al., 2017b

Cuadro 8.6

Clasificación de las variables utilizadas en el análisis de resiliencia educativa con PISA 2015

Tipo	VARIABLES EXÓGENAS	VARIABLES ENDÓGENAS	VARIABLES DE CONTROL ^{a/}
Variables comunes para las tres materias	Sexo	Frecuencia de ausencias	Repitencia
	Asistió a preescolar	Ansiedad en contextos académicos	Grado
	Nivel educativo de la madre	Actitud ante el trabajo en equipo	
	Nivel educativo del padre	Actitud hacia las TIC	
	Recursos educativos del hogar	Actitud hacia el aprendizaje	
	Posesiones culturales del hogar	Uso de TIC en el hogar	
	Poder adquisitivo del hogar		
	Libros en la casa		
	Ocupación de la madre		
	Ocupación del padre		
	Índice de desarrollo social		
Tipo de colegio			
Variable exclusiva para matemáticas	Lecciones de matemáticas		
Variables exclusivas para lectura	Lecciones de español	Horas de estudio de español	
		Uso de TIC fuera del colegio en contextos académicos	
		Actividades antes del colegio	
Variables exclusivas para ciencias	Lecciones de ciencias	Horas de estudio de ciencias	Conocimiento de temas generales sobre el medio ambiente
		Interés hacia las ciencias	Conocimiento de temas específicos sobre el medio ambiente

a/ En este caso, las variables grado que cursa el estudiante y *repitencia* representan un *proxy* (aproximación) de su habilidad intelectual, y de ahí que sea adecuado incluirlas como controles en los modelos en que se identifican factores asociados a la resiliencia.

Fuente: Montero et al., 2017a.

Cuadro 8.7

Pesos de variables exógenas para la construcción de los índices^{a/} en cada una de las pruebas. PISA 2015

Prueba	Variable	Ponderador según carga factorial	Ponderador según coeficiente estandarizado
Alfabetización matemática	Poder adquisitivo del hogar	0,11	0,18
	Ocupación del padre	0,10	0,01
	Recursos del hogar	0,10	0,03
	Educación del padre	0,10	0,05
	Educación de la madre	0,09	0,07
	Ocupación de la madre	0,09	0,04
	Tipo de colegio	0,09	0,19
	Libros	0,08	0,10
	Posesiones culturales del hogar	0,08	0,04
	Índice de desarrollo social	0,07	0,10
	Preescolar	0,05	0,02
	Lecciones de matemáticas	0,03	0,05
	Sexo	0,01	0,12
Alfabetización científica	Poder adquisitivo del hogar	0,11	0,14
	Ocupación del padre	0,09	0,03
	Recursos del hogar	0,09	0,01
	Educación del padre	0,09	0,06
	Educación de la madre	0,09	0,07
	Ocupación de la madre	0,08	0,03
	Tipo de colegio	0,08	0,15
	Libros	0,08	0,08
	Posesiones culturales del hogar	0,08	-0,01
	Índice de desarrollo social	0,07	0,13
	Preescolar	0,05	0,02
	Lecciones de ciencias	0,05	0,17
	Estudiantes por profesores de ciencias	0,02	-0,00
Sexo	0,01	0,13	
Competencia lectora	Poder adquisitivo del hogar	0,12	0,11
	Ocupación del padre	0,10	0,04
	Recursos del hogar	0,10	0,06
	Educación del padre	0,10	0,06
	Educación de la madre	0,09	0,05
	Ocupación de la madre	0,09	0,03
	Tipo de colegio	0,08	0,15
	Libros	0,08	0,08
	Posesiones culturales del hogar	0,08	0,03
	Índice de desarrollo social	0,07	0,11
	Preescolar	0,05	0,00
	Lecciones de español	0,02	0,02
	Actividades antes del colegio	0,01	0,19
Sexo	0,01	0,08	

a/ La suma de los ponderadores en cada prueba es igual a 1.

Fuente: Elaboración propia con base en Montero et al., 2017a

Luego se determinaron las variables endógenas que se asocian a una mayor probabilidad de resiliencia. Para esto se utilizaron modelos de regresión logística¹⁰, asignando un 1 cuando el estudiante era resiliente y un 0 en cualquier otro caso. Los resultados de los modelos se muestran en el cuadro 8.8.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE RESILIENCIA EDUCATIVA CON PISA 2015

véase Montero et al., 2017a, en www.estadonacion.or.cr

Simulaciones estadísticas para identificar avances o retrocesos en los puntajes de PISA 2015

Para este Informe se efectuó un análisis para determinar si los estudiantes costarri-

censes evaluados en PISA 2015 mostraron avances o retrocesos con respecto a las pruebas anteriores en las que participó el país (PISA 2012, PISA 2009+). Para esto, Montero et al. (2017) hicieron un análisis de simulaciones estadísticas¹¹, en las que consideraron la influencia del incremento del porcentaje de cobertura y el cambio del modo de aplicación de la prueba (de “papel y lápiz” a computadora) sobre las puntuaciones obtenidas.

El incremento de la cobertura se controló aplicando la metodología propuesta en el informe en español de PISA 2009 (OCDE, 2011). La simulación consistió en estimar cuáles hubieran sido los puntajes en las tres materias si en 2009 y 2012 la cobertura hubiera sido la misma de 2015 (63%). Para poder controlar el segundo factor, es decir, el efecto producido por el cambio de administrar la prueba con papel y lápiz a hacerlo por computadora,

se tomó como base un estudio de John Jerrim, del Instituto de Educación de la University College de Londres, realizado con datos de PISA 2012. Se adoptó un enfoque conservador, suponiendo que la disminución en los puntajes reportados de PISA debido a la administración del examen por computadora es igual a diez puntos.

Los escenarios construidos se presentan en el cuadro 8.9. En este análisis, al contrario de lo que muestran los resultados sin ajustar, el puntaje de alfabetización matemática en 2015 es significativamente superior a las calificaciones de 2009 y 2012. En competencia lectora no hay diferencias de relevancia entre 2009 y 2015, mientras que la cifra de 2012 se ubica más abajo. Por último, en alfabetización científica no se puede rechazar la hipótesis nula de igualdad de promedios poblacionales para los tres años.

Cuadro 8.8

Resultados de las regresiones logísticas de los modelos. PISA 2015

Prueba	Variable	Índice 1: cargas factoriales		Índice 2: coeficientes de regresión	
		Razones de probabilidad	Pr(> z)	Razones de probabilidad	Pr(> z)
Competencia lectora ^{a/}	Grado	1,61	0,00	1,59	0,00
	Empatía	1,60	0,00	1,53	0,00
	Actitud hacia las TIC	1,44	0,00	1,39	0,00
	Repitencia	0,73	0,00	0,68	0,00
	Actitud ante el trabajo en equipo	0,60	0,00	0,70	0,00
Alfabetización matemática ^{b/}	Grado	1,69	0,00	1,65	0,00
	Actitud hacia las TIC	1,40	0,00	1,34	0,00
	Empatía	1,31	0,00	1,29	0,00
Alfabetización científica ^{c/}	Grado	1,67	0,00	1,70	0,00
	Interés ante las ciencias	1,38	0,00	1,55	0,00
	Actitud hacia las TIC	1,34	0,00	1,41	0,00
	Conocimiento de temas generales sobre ambiente	1,33	0,00	1,24	0,00
	Frecuencia de ausencias	0,84	0,00	0,80	0,00
	Ansiedad en contextos académicos	0,77	0,00	0,77	0,00
	Actitud ante el trabajo en equipo	0,77	0,00	0,78	0,00

a/ El pseudo R² obtenido a partir del modelo estimado con el índice 1 es de 0,217, el del índice 2 es de 0,204 y el del índice 3 de 0,213.

b/ El pseudo R² obtenido a partir del modelo estimado con el índice 1 es de 0,165, el del índice 2 es de 0,163 y el del índice 3 de 0,166.

c/ Se estiman los coeficientes de ajuste Cox y Snell y el de Nagelkerke. Para el caso del índice 1, dichos valores son de 0,194 y 0,270, respectivamente y, de igual modo, en el caso del índice 2 los valores son de 0,208 y 0,294.

Fuente: Elaboración propia con base en Montero et al., 2017a.

Cuadro 8.9

Comparación de los puntajes promedio de PISA con los ajustados por cobertura y modo de aplicación, según competencia evaluada^{a/}

Año	Tipo de medida	Alfabetización matemática ^{b/}	Competencia lectora ^{c/}	Alfabetización científica ^{d/}
2009	Promedio original sin ajustar	408,9	443,3	429,6
	Promedio ajustado por cobertura	403,2	437,5	423,4
	Promedio ajustado por cobertura y modo de administración	393,2	427,5	413,4
2012	Promedio original sin ajustar	405,9	440,7	430,3
	Promedio ajustado por cobertura	398,0	432,7	422,7
	Promedio ajustado por cobertura y modo de administración	388,0	422,7	412,7
2015	Promedio original sin ajustar	397,0	426,5	414,6
	Promedio ajustado por cobertura	397,0	426,5	414,6
	Promedio ajustado por cobertura y modo de administración	397,0	426,5	414,6

a/El análisis se realizó con los 10 valores plausibles utilizados en PISA pero solo se muestra el primero.

b/Las pruebas de significancia estadística para los puntajes ajustados por las dos condiciones muestran resultados a favor de 2015 con respecto a los otros dos años y de 2009 con relación a 2012.

c/ Las pruebas de significancia estadística para los puntajes ajustados por las dos condiciones muestran resultados a favor de 2015 y 2009 con respecto a 2012.

d/ No hay diferencias estadísticamente significativas en los puntajes ajustados para cada año simulado.

Fuente: Elaboración propia con base en Montero et al., 2017

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE PUNTAJES DE ESTUDIANTES COSTARRICENSES EN PISA 2015

véase Montero et al., 2017, en www.estadonacion.or.cr

Encuesta del MEP a representantes de Juntas Escolares y Juntas Educativas

A partir de la base de datos de una encuesta realizada para el MEP a 241 representantes de las Juntas de Educación y Juntas Administrativas a nivel nacional (Fundación Gente, 2016), se hizo un reprocesamiento para caracterizar estas organizaciones y analizar sus principales logros, problemáticas y procedimientos. Para ello se construyeron y analizaron una serie de variables binarias, que se describen a continuación:

- Tamaño del centro educativo al que están ligadas, en dos rangos: escuelas y colegios pequeños (matrícula inferior a 200 y 350 estudiantes, respectivamente)

y colegios medianos y grandes (matrícula superior a esas cifras).

- Tipo de centro educativo: primaria o secundaria.
- Presencia o no de al menos un miembro de la Junta con estudios universitarios.
- Presencia o no de al menos un miembro de la Junta con experiencia administrativo-contable (formación en administración de negocios, contabilidad o experiencia en dirección de empresas).
- Localización geográfica del centro educativo: en la GAM o fuera de ella.
- Juntas con cuatro miembros o más y Juntas pequeñas (con menos de cuatro).
- Presencia o no de al menos un miembro en la Junta con educación secundaria.
- Juntas exclusivamente femeninas y Juntas con una composición mixta según género.
- Juntas conformadas exclusivamente por miembros económicamente inactivos y Juntas con una composición mixta de actividad económica.

Las seis primeras se utilizaron como variables de cruce de la información. Los resultados se ponderaron por ubicación geográfica y tamaño de los centros educativos para garantizar su representatividad a nivel nacional.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE ENCUESTA DEL MEP A REPRESENTANTES DE JUNTAS ESCOLARES Y EDUCATIVAS

véase Lentini y Vargas, 2016, en www.estadonacion.or.cr

Aportes metodológicos en el capítulo sobre educación superior

Procesamientos de las bases de datos de las oficinas de Registro de las universidades estatales

Para el capítulo de educación superior se solicitaron las bases de datos de las oficinas de Registro de las cinco universidades públicas (Universidad de Costa Rica,

Tecnológico de Costa Rica, Universidad Nacional, Universidad Estatal a Distancia y Universidad Técnica Nacional). Con esta información, Román y Segura (2016) generaron indicadores relacionados con la matrícula, tiempos de graduación, admisión por carrera y patrones de matrícula (como *proxy* para medir la deserción), entre otros.

Entre los datos solicitados están los registros de matrícula (para estudiantes de primer ingreso), como sexo, fecha de nacimiento, provincia, cantón y distrito de procedencia, colegio de procedencia, nota de admisión (si está disponible), sede, facultad, escuela, plan de estudios en el que se matriculó, promedio de notas y semestres o cuatrimestres matriculados. Para cubrir el tema de graduación se solicitó el identificador del estudiante para hacer el ligue entre estudiantes matriculados y graduados. La información se centró en la fecha de graduación, título y grado obtenido y sede en la que se graduó.

También se pidieron indicadores de admisión por carrera, como la cantidad de estudiantes que solicitaron ingreso, el número de cupos ofertados, el total de los que fueron admitidos, los que consolidan la matrícula y total de los que son admitidos en primera opción de carrera. La misma solicitud se hizo a las universidades que cuentan con otras modalidades de ingreso¹².

Para dar seguimiento al análisis del Informe anterior, se pidió la extracción de las bases de la matrícula correspondiente a la cohorte de 2007 y como nueva cohorte la del año 2009. Con esta información se construyó una “megabase” que consolida las cuatro cohortes disponibles (2000, 2004, 2007 y 2009). Luego se hizo la limpieza de las bases de datos, que consiste en identificar faltantes de información, etiquetas, etc., y se preparó el diccionario de variables. Se continuó con la “homologación de campos”.

El registro de la carrera y el título obtenido es un tema especialmente complejo, porque no siempre son registrados con el mismo texto o hay cambios en los códigos a través de los años.

Ante la dificultad de medir en forma estandarizada y comparable la deserción en

las universidades, el Informe ha optado por dejar que los datos evidencien patrones de matrícula del estudiante no graduado. En la edición anterior del Informe se determinó la existencia de tres grandes grupos de estudiantes: en primer lugar, aquellos cuya matrícula es constante y no muestra signos de deserción; en segundo lugar, aquellos con matrícula irregular, es decir, que en su historial existen espacios de tiempo sin matricular pero siguen asistiendo, de tal forma que se catalogan como de matrícula media (lenta) pero activos; y, por último, el grupo denominado de matrícula baja o de deserción, referido a aquellos con alta irregularidad en la matrícula, de los que no hay registros más allá del primero o segundo año y que no aparecen como graduados.

Con los registros de matrícula por periodo lectivo, se contabilizaron cuántos y en cuáles periodos aparecen matriculados. Esta información permite clasificar a los estudiantes de baja, media o alta matrícula. Para ello se construyó una variable que identifica los periodos en los que no hay matrícula y se contabilizan en orden de aparición, es decir, se determina cuántos estudiantes del total de la cohorte están o no matriculados en el periodo 1, 2, 3, etc. La técnica utilizada se denomina “análisis de conglomerados en dos etapas”.

Para determinar los patrones de matrícula cantonal también se utilizó un análisis de conglomerados. Se calculó la participación cantonal en la matrícula según el registro de las universidades, pero corregida por la población en edad de asistir a la educación superior. Esto permitió diferenciar los cantones en función del tamaño de su población. Se construyeron tasas de participación por cantón y cohorte, que se utilizaron para el análisis de clúster y determinar los grupos. La fórmula de cálculo es la siguiente:

$$Tasa_{cantón\ i} = \left(\frac{Matrícula_{cohorte\ j}}{ProyCantón_{15-24} - ProjCantón_{15-19} \times \frac{ProyNac_{15-17}}{ProyNac_{15-19}}} \right) \times 1000\ hab$$

Donde:

- $Matrícula_{cohorte\ j}$: Corresponde a la matrícula de estudiantes de primer ingreso en el año j .
- $ProyCantón_{15-24}$ = Proyección de población de 15 a 24 años de edad para el cantón.
- $ProyCantón_{15-19}$ = Proyección de población de 15 a 19 años de edad para el cantón i .
- $ProyNac_{15-17}$ = Proyección de población nacional de 15 a 17 años para el año j .
- $ProyNac_{15-19}$ = Proyección de población nacional de 15 a 19 años para el año j .

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE BASE DE DATOS DE REGISTRO DE UNIVERSIDADES PÚBLICAS

véase Román y Segura, 2016, en www.estadonacion.or.cr

Aportes metodológicos en el capítulo sobre ambientes y prácticas en los salones de clase de secundaria

Función de producción educativa para determinar la importancia del profesorado en PISA 2012

Para el capítulo sobre ambientes y prácticas en los salones de clase de secundaria, se buscó determinar el papel que juega el profesorado y el ambiente de aula en los resultados académicos mostrados por los estudiantes costarricenses en las pruebas PISA 2012. Giménez y Arias (2016) estimaron la función de producción educativa (FPE)¹³ teniendo en cuenta la corrección de las observaciones mediante los pesos muestrales propuestos por PISA, con el

objetivo de que la muestra represente fielmente al conjunto poblacional. Además, para el tratamiento de los valores perdidos siguieron la metodología implementada por Mander y Clayton (2007), en la que cada observación perdida es sustituida por los valores de casos similares.

El producto de dicha función corresponde a los resultados¹⁴ de las pruebas PISA en las distintas áreas, de esta forma el resultado esperado viene dado por:

$$\hat{r} = E[r|C]$$

Donde:

- r : es el resultado obtenido en las pruebas PISA 2012.
- C : es la matriz de factores no controlables.

Esta fórmula permite descomponer la varianza de los resultados en las distintas áreas, en función de la contribución relativa de cada factor explicativo incluido en la

FPE. Para esto se utiliza la metodología de Shapley-Shorrocks, que considera todas las permutaciones posibles de las variables explicativas recogidas en la FPE¹⁵. El cuadro 8.10 muestra la descomposición de Shapley-Shorrocks en función de las características del estudiante, el hogar, la escuela y una serie de factores relativos al papel del profesorado y el ambiente de trabajo del centro educativo.

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE FUNCIÓN DE PRODUCCIÓN EDUCATIVA CON PISA 2012

véase Giménez y Arias, 2016, en www.estadonacion.or.cr

Observación de aula

El capítulo sobre ambientes y prácticas en los salones de clase de este Informe ofrece una primera aproximación sobre cómo se

desarrollan los procesos de aprendizaje de los estudiantes dentro del aula, con el objetivo de identificar relaciones entre los ambientes de aprendizaje y el desempeño educativo de los centros. Zúñiga et al. (2016) recolectaron información de 118 aulas donde se impartían las lecciones de matemáticas en noveno año, correspondientes a un total de 68 centros educativos públicos y privados¹⁶ del país.

La definición de los colegios tomó como referencia los siguientes factores: la ubicación (dentro y fuera de la GAM), la dependencia económica (público y privado) y el desempeño educativo (alto y bajo desempeño). Para los dos primeros, la clasificación se realizó con información proveniente del Departamento de Análisis Estadístico del MEP. Para la clasificación de los colegios en alto y bajo desempeño se construyó un indicador¹⁷ compuesto por las variables de repitencia, abandono, reprobación y reprobación en bachillerato.

Cuadro 8.10

Descomposición de la varianza de los resultados académicos^{a/} en PISA 2012, a través de la metodología de Shapley-Shorrocks

Factores	Matemáticas		Lectura		Ciencias	
	Valor de Shapley	Porcentaje	Valor de Shapley	Porcentaje	Valor de Shapley	Porcentaje
Características del estudiante	0,00	0,62	0,00	0,06	0,00	0,42
Características del hogar	0,06	12,61	0,05	10,52	0,05	12,11
Características del colegio	0,06	12,54	0,07	14,05	0,06	14,39
Profesorado y entorno de aprendizaje	0,11	23,59	0,10	21,36	0,09	21,15
Escasez de profesorado en el área	0,00	0,15	0,00	0,74	0,01	2,26
Certificación del profesorado	0,01	1,18	0,00	0,21	0,01	1,04
Índice de autonomía escolar con relación al diseño	0,04	8,46	0,02	5,16	0,03	5,64
Índice de ambiente de clase y disciplina	0,00	0,45	0,01	1,31	0,00	0,24
Índice de factores estudiantiles que afectan el clima escolar	0,05	11,04	0,06	11,96	0,05	10,22
Índice de factores relacionados con el papel del profesorado que afectan el clima escolar	0,01	2,31	0,01	1,98	0,01	1,75
Efectos fijos de colegio e intercepto	0,13	50,64	0,15	54,01	0,14	51,93
Total	0,47	100,00	0,47	100,00	0,44	100,00

a/ Las estimaciones se realizaron con el Método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), con efectos fijos a nivel de centros educativos (estimaciones lineales jerárquicas).

b/ Se consideran 4.602 observaciones correspondientes a estudiantes que asistieron a 193 colegios.

Fuente: Elaboración propia con base en Giménez y Arias, 2016.

Para efectos del estudio se construyeron tres instrumentos con propósitos diferentes. Uno de consulta inicial y dos que se aplicaron en las observaciones de aula. El primer instrumento diseñado se denominó “Consulta inicial a los colegios” y su objetivo fue obtener información necesaria para la planeación de las giras de observación. Para ello se contactó vía telefónica a los 68 colegios seleccionados para el estudio durante el mes de julio de 2016, lográndose recolectar la siguiente información: datos de contacto del centro educativo (nombre del director, números de teléfono, correos electrónicos, etc.), detalles de contacto de los docentes de matemáticas que están impartiendo noveno año, jornada horaria y horarios de todas las secciones de noveno que posee la institución y, finalmente, la asignación de las aulas. El instrumento se diseñó en formato de texto y se informatizó a través de un formulario en línea en “LimeSurvey” para su adecuada aplicación.

El segundo instrumento se denominó “Protocolo de evaluación física y confort”¹⁸, basado en la herramienta publicada en el *Cuarto Informe Estado de la Educación* “Formas de atención de la demanda de infraestructura educativa y calidad de los ambientes de aprendizaje que se construyen”, elaborada por ProDUS-UCR. Sin embargo, se integraron nuevos elementos para poder realizar un análisis puntual del aula e incorporar elementos bioclimáticos.

El tercer instrumento corresponde al “Protocolo de observación de aprendizaje”, que se desarrolló tomando como base el método de observación de Stallings et al. (2014) para medir el uso del tiempo que los docentes hacen dentro de la clase, y el protocolo de observación del estudio “Geomate”, utilizado por la Fundación Omar Dengo en una investigación realizada en conjunto con el Banco Interamericano de Desarrollo en 2012. En el caso del método de Stallings, se consideró su propuesta de observación mediante intervalos de tiempo determinados, la cual registra el ambiente y los participantes en la clase como si estuvieran siendo fotografiados en una instan-

tánea. La hoja de codificación se basa en una adaptación realizada por la Secretaría de Educación Pública de México en 2015¹⁹. Esto quiere decir que se mantienen las variables observadas del método de Stallings (personas involucradas, actividades, tamaño del grupo y material utilizado) y se abre la posibilidad del registro de observación cualitativa de datos en cada una.

Para acompañar el protocolo se desarrollaron un instructivo y un manual de codificación de las observaciones. Este último instrumento constó de los siguientes pasos. La primera fase constituye la preparación previa, en la que el observador debe: i) planificar o verificar la visita al centro educativo, las secciones a observar y sus horarios; ii) definir el tiempo total de la observación para prever los intervalos que se utilizarán (se espera que sean de 80 minutos); iii) preparar los siguientes materiales: el protocolo e instructivo de observación, ficha con tabla de códigos y de tiempos, cronómetro o dispositivo para esta función, lápiz, maquinilla, borrador, tabla de apoyo y hojas blancas; iv) si se utiliza el teléfono celular como cronómetro, llevar una batería adicional en caso de que se descargue o llevarlo totalmente cargado para que dure las cuatro lecciones; v) estudiar y memorizar los códigos con su respectivo significado; y vi) llenar todos los espacios de la cubierta de las instantáneas²⁰ con la información que se tiene del centro educativo, el grupo y el profesor.

La segunda fase corresponde a la estancia del observador durante la visita al colegio. Primeramente, debe identificarse en la Dirección o Recepción y solicitar los horarios para corroborar las lecciones a observar, la ubicación de las aulas y si no hay algún hecho imprevisto que implique la suspensión de alguna de las clases. Seguidamente, debe coordinar anticipadamente con el docente el encuadre²¹ y buscar un lugar donde se pueda observar a todo el grupo sin interferir en el desarrollo de la clase, preferiblemente en la parte de atrás y al centro o en alguna esquina que facilite la visión completa. En esta etapa se realiza la codificación del protocolo de observa-

ción de clase, para ello se deben seguir las indicaciones respetando el orden que se indica a continuación:

- El cronómetro debe empezar a correr a la hora exacta en que el horario de lección establece que se debe comenzar.
- Una vez iniciada la clase, durante los minutos previos a la primera instantánea (tres minutos) se completa la información faltante en la cubierta.
- Registrar la primera instantánea tres minutos después de la hora oficial de inicio de la clase. La duración de la observación en cada instantánea es de 10 a 15 segundos.
- La observación comienza con el docente; se debe tener presente qué hace, con quién lo hace y los materiales que utiliza.
- Observar a los estudiantes en la dirección de las manecillas del reloj (de izquierda a derecha).
- Una vez terminada la observación, se debe ir a la hoja de codificación y codificar en el siguiente orden: en el caso de los docentes, registrar la actividad que hizo en ese momento y el material que estaba utilizando. En el caso de los estudiantes, primero se codifican los que estaban involucrados con la actividad del docente, luego se anota lo observado de aquellos que estaban en otra actividad²².
- Registrar tanto al docente como a los estudiantes; se debe revisar que en la instantánea el profesor haya sido codificado en una sola actividad.
- Registrar en el espacio en blanco de la instantánea: i) lo que se observa²³ en los 15 segundos, ii) colocar un símbolo de dos rayas seguidas (//) para hacer otras notas de lo que sucedió antes o después en cuanto a la actividad realizada por el profesor, los materiales usados y la participación estudiantil.
- Dirigirse a la sección “Aspectos generales de la clase” entre la instantánea 9 y 10 y marcar las opciones según lo observado²⁴.

- Acercarse al profesor para completar la última sección, “Preguntas al docente”²⁵. De no haber suficiente tiempo para esta consulta, se debe enfatizar en las preguntas específicas sobre la clase observada y posteriormente abordar las preguntas pendientes en una reunión programada durante la visita al centro educativo o por vía telefónica.
- Para establecer los tiempos de observación, el tiempo total de la clase se dividió en 10 (número de instantáneas que se realizan por clase). Inicialmente se deben dejar tres minutos antes de la primera instantánea para llenar la cubierta. El cuadro 8.11 muestra la guía utilizada para dividir la clase según su duración.
- La tercera fase sucede después de la observación y corresponde a la sección de preguntas al docente²⁶; finalmente, se termina con la despedida y agradecimiento a los profesores y directores por el apoyo brindado.

Análisis de redes para la observación en el aula

El capítulo de ambientes y prácticas en los salones de clase incluye un análisis de redes sociales, para determinar cómo afectan la dinámica de una clase fenómenos como el ausentismo, la distribución del tiempo, la configuración del trabajo en grupo y las interacciones entre estudiantes y docentes. González (2017) aplicó la metodología ARS a partir de la descripción que un observador de aula realizó de las actividades que acontecían en la clase y de lo que los actores hacían (procedimiento especificado en la sección anterior). En la mayoría de los casos, la descripción permitió establecer con cierta precisión y claridad cómo interactuaban los alumnos y el profesor en clase²⁷. El resultado obtenido fue una red para cada momento, es decir, un total de T10 momentos por aula.

Cada red denominada “G” se puede definir como una red directa de orden “V” definida por la cantidad de actores involucrados y de tamaño “E” definida, a su vez, por la cantidad de interacciones (Carrington et al, 2005; Wasserman y Faust, 1994). Las estadísticas de red que se utilizaron fueron la cantidad acumulada de lazos y la cantidad de lazos mutuos en el aula²⁸. Cuando el trabajo en clase era individual, la relación se contabilizó como múltiple, esto es, permitiendo la

existencia de *loops* o autonombamientos en la red.

Más concretamente, en la red $G: \{V, E\}$, V es la cantidad de personas y E la cantidad de lazos. La cantidad acumulada de lazos del aula vendría a ser la suma de las relaciones del aula A, dado que cada aula $A = \{a^1 \dots a^{119}\}$ tiene una cantidad definida de personas, $V = \{v^1 \dots v^n\}$, y relaciones, $E = \{e^1 \dots e^c\}$. El estudio realizado permitió contabilizar las relaciones generadas en diez momentos de la clase, $t^1 \dots t^{10}$, cada ocho minutos. En esos momentos se contabilizaron las relaciones, cuáles se relacionaban con el aprendizaje y cuáles no. La *cantidad acumulada de lazos* es la suma de estos diez momentos para cada clase:

$$a: E_a = \sum_{a=1}^t E_{a_{t1}} \dots E_{a_{t10}}$$

La definición de relaciones mutuas se realizó siguiendo a Holland y Leinhardt (1970) y establece lo siguiente: Si $X^{ij} = 1$, una persona *i* se relaciona con otra persona *j*, mientras que si $X^{ij} = 0$, no se presenta ninguna relación. Además, si el tamaño del aula es *k*, entonces $k \times k$ es la matriz de interacciones. La fila total $X^{i+} = X^{i1} + X^{i2} + \dots + X^{ik}$ es la cantidad de escogencias (relaciones) hechas por la persona *i*. La columna total $X^{+i} = X^{1j} + X^{2j} + \dots + X^{kj}$ es la cantidad de escogencias recibidas por la persona *j*. De esta forma, la cantidad

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE METODOLOGÍA PARA LA OBSERVACIÓN DEL AULA

véase Zúñiga et al., 2016, en www.estadonacion.or.cr

Cuadro 8.11

Procedimientos para establecer los tiempos de observación, según la duración de la clase (minutos)

Duración	Incremento del tiempo para las instantáneas									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
30	1	4	7	10	13	16	19	22	25	28
40	3	7	11	15	19	23	27	31	35	39
50	3	8	13	18	23	28	33	38	43	48
60	3	9	15	21	27	33	39	45	51	57
70	3	10	17	24	31	38	45	52	59	66
80	3	11	19	27	35	43	51	59	67	75
90	3	12	21	30	39	48	57	66	75	84
100	3	13	23	33	43	53	63	73	83	93
120	3	15	27	39	51	63	75	87	99	11

Fuente: Zúñiga et al., 2016.

total de escogencias en las relaciones que son mutuas es de:

$$M = \sum^{i,j} X^{ij} X^{ji}$$

Donde:

- M : cantidad total de escogencias de relaciones mutuas.
- $\sum^{i,j}$: sumatoria de las relaciones i, j .
- X^{ij} : relación de una persona i con una persona j .
- X^{ji} : relación de una persona j con una persona i .

Los actores involucrados en las relaciones se consideraron según su estado de acción: el profesor, el alumno participando en actividades de aprendizaje, el actor externo a la clase, el alumno en actividades no relacionadas con el aprendizaje, el alumno que recién salió de clase, el profesor llegando, el alumno llegando a clase, el alumno saliendo de clase, el profesor que recién salió de clase, el profesor en actividades no relacionadas con la enseñanza, el profesor saliendo de clase y finalmente el estudiante enfermo. Dependiendo de lo que se encontraran haciendo los actores al momento de la observación, se les pudo categorizar. Mediante estas categorías se define cuáles estados de los actores se toman en cuenta para definir las interacciones relacionadas con el aprendizaje y así cuantificarlas. Solamente el profesor (color negro) y el alumno en actividades relacionadas con el aprendizaje (celeste) fueron los estados de

los actores de cuyas relaciones se desprendía si estaban realizando tareas relacionadas con la enseñanza o no.

De los estados anteriores se procedió a especificar qué tipo de direccionalidad tenía cada relación descrita. Para esto se construyeron las configuraciones topológicas de red necesarias para el análisis. Solo de esta forma fue posible determinar si las relaciones eran mutuas o no. Las configuraciones base de las relaciones encontradas se muestran en la figura 8.1.

A partir de estas configuraciones base se encontraron otras de mayor comple-

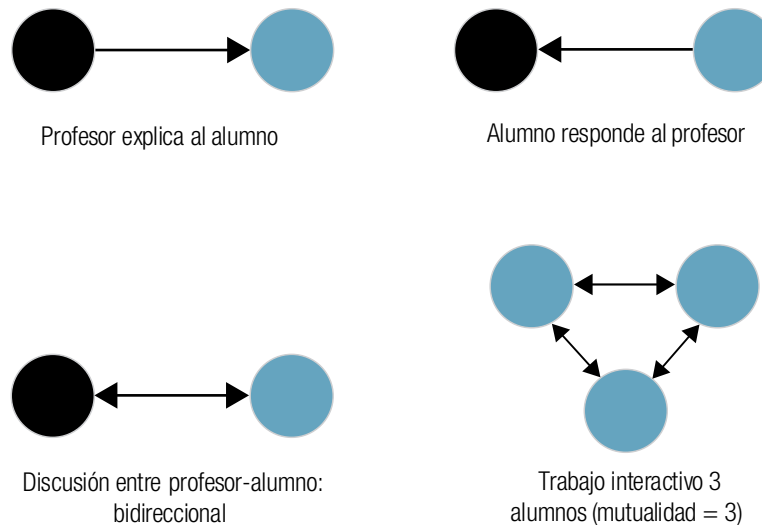
jididad que siguen estos mismos patrones relacionales. Para el análisis y modelación de las redes se usó el programa de análisis estadístico R 2008. En esta base se usó el paquete Igraph, desarrollado para el análisis y modelación de sistemas complejos (Csardi, 2017).

PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE ANÁLISIS DE REDES

véase González, 2017, en www.estadonacion.or.cr

Figura 8.1

Configuraciones topológicas de red base para el análisis



Fuente: González, 2017.

Créditos

Este anexo metodológico fue preparado por Katherine Barquero, Natalia Morales, Vladimir González y Rafael Segura.

Notas

- 1 Los residuos corresponden a las diferencias entre el valor del puntaje estándar real y el estimado a partir de la regresión.
- 2 El énfasis de esta edición fue la alfabetización científica, que valora competencias y destrezas de los estudiantes tales como indagar, aplicar conocimiento aprendido, explicar fenómenos científicos, interpretar datos y diseñar experimentos, entre otras.
- 3 En el análisis se incluyen las tres evaluaciones de PISA 2015: competencia lectora, alfabetización matemática y alfabetización científica.
- 4 Para identificar las variables se utilizaron los datos correspondientes a dos archivos: uno que contenía los puntajes estimados en la prueba para cada estudiante, así como las respuestas brindadas por estos al cuestionario de contexto y al cuestionario de uso de TIC; y otro con las respuestas del director al cuestionario de la institución. La muestra de estudiantes incluyó 6.866 sujetos y la de instituciones 206 colegios.
- 5 Las variables endógenas son las que dependen de la voluntad y las decisiones del estudiante.
- 6 Las variables exógenas, en este caso, son aquellas que no están determinadas por la voluntad o el accionar del estudiante, sino que están dadas como parte de su contexto.
- 7 Las variables de control son aquellas que no se clasifican bajo ninguna de las dos categorías anteriores, pero que se utilizan en los modelos de regresión para tener mayor precisión al estimar los predictores de la resiliencia.
- 8 La clasificación del índice indica que 1 representa el valor más bajo mientras que 3 es el más alto.
- 9 Los residuos corresponden a las diferencias entre el valor plausible y el estimado a partir de una regresión lineal simple, en la que se considera el puntaje obtenido en la prueba en función del índice creado y su valor al cuadrado.
- 10 Para propósitos de este análisis, se estableció 1,3 como valor de umbral para definir la importancia de las razones de probabilidad si se trata de una variable que contribuye a la resiliencia y 0,77 si se trata de una variable que inhibe las probabilidades de resiliencia. Igualmente, un requisito para considerar una variable como relevante fue que presentara una significancia estadística de al menos 5%.
- 11 Para realizar el estudio no fue necesario equilibrar todas las variables comunes entre las pruebas, pues precisamente el consorcio encargado se asegura de que las muestras sean equivalentes año a año y de que la dificultad de las pruebas sea controlada a priori, en el ensamblaje, y a posteriori con métodos de equiparación de puntajes, para así poder comparar de manera directa y válida los puntajes de un año a otro y concluir en términos de la tendencia del constructo de interés.
- 12 En el caso de la UNED, por su metodología de ingreso, no se cuenta con algunos indicadores como, por ejemplo, la nota de admisión.
- 13 Para el detalle de las variables incluidas en el modelo, véase Gregorio y Ramírez, 2016, en el sitio *web* www.estadonacion.or.cr
- 14 Las divergencias en las puntuaciones obtenidas entre los alumnos pueden deberse a tres aspectos: diferentes esfuerzos realizados por ellos, factores que escapan a su control (residuos de la FPE) o a factores definidos en la FPE (individuales, familiares y de escuela).
- 15 Para obtener un mayor detalle de las ventajas y limitaciones de aplicar este método, véase Gregorio y Ramírez, 2016, en el sitio *web* www.estadonacion.or.cr
- 16 Los colegios privados se utilizan como pares de algunos públicos. Para mayor detalle sobre los pares realizados, véase Zúñiga et al., 2016, en el sitio *web* www.estadonacion.or.cr
- 17 La construcción del indicador se realizó con el cálculo de un promedio simple tomando como referencia el periodo de 2000 a 2015 de cada una de estas variables, con el objetivo de minimizar el efecto producido por la alta variabilidad que las caracteriza.
- 18 Para mayor información sobre la construcción de este indicador, véase Zúñiga et al., 2016, en el sitio *web* www.estadonacion.or.cr
- 19 El proceso sobre cómo se desarrolló la codificación se puede consultar con mayor detalle en Zúñiga et al., 2016, en el sitio *web* www.estadonacion.or.cr
- 20 Se refiere a cada una de las observaciones realizadas a las personas en el aula.
- 21 El encuadre al docente incluye un saludo y una explicación breve del propósito y del procedimiento.
- 22 Para ambos casos se debe anotar si estaban participando en lo mismo o en algo diferente, el material utilizado y el tamaño del grupo.
- 23 Se registra lo que hace el profesor, con qué material y con quiénes y lo que hacen los estudiantes.
- 24 Para el detalle de las opciones incluidas en la sección "Aspectos generales de la clase", véase Zúñiga et al., 2016, en el sitio *web* www.estadonacion.or.cr
- 25 Para el detalle de las interrogantes incluidas en la sección "Preguntas al docente", véase Zúñiga et al., 2016, en el sitio *web* www.estadonacion.or.cr
- 26 En los casos en que las observaciones limiten el espacio para hacer la consulta después de la observación, se debe coordinar con el docente otro momento del día o hacerlo vía telefónica.
- 27 Las observaciones en general se detallaron bien, aunque siempre había unas más detalladas que otras. Cuando la descripción no precisaba el tamaño de los grupos, se contó con una estimación de este si el grupo era grande o pequeño. En los casos en los que no se pudo precisar la relación y la actividad, se optó por no tomar en cuenta la relación debido a la falta de información.
- 28 La cantidad acumulada de lazos se estimó solamente con actividades relacionadas con el aprendizaje como porcentaje del total de interacciones, mientras que los lazos mutuos se estimaron como porcentaje de las relaciones vinculadas con el aprendizaje.

