



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE ENTRE RÍOS
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Tecnicatura Universitaria en Procesamiento y Explotación de
Datos**

Exploración de Datos Multivariados

Trabajo Final

**Análisis estadístico del nivel educativo del departamento
Nogoyá en el año 2023**

Saldaña, Guillermo

01/04/2025

Resumen

Este informe analiza el desempeño académico en la educación primaria y secundaria del departamento de Nogoyá durante el año 2023, considerando múltiples factores que pueden influir en los resultados. Para ello, se estudiaron diferentes cursos y materias troncales, incluyendo Matemática, Lengua, Ciencias Sociales y Ciencias Naturales en primaria, y Matemática, Lengua, Historia, Biología, Geografía, Físico-Química y Educación Física en secundaria.

El análisis abarcó la distribución de los datos y la aplicación de pruebas estadísticas para evaluar diferencias significativas en el rendimiento de los estudiantes. Se compararon los desempeños según el sector de gestión (público y privado), el turno de cursada y las transiciones entre los niveles educativos primaria y secundaria. Para facilitar la interpretación de los resultados, se utilizaron gráficos y visualizaciones que permitieron identificar tendencias y patrones dentro de la muestra analizada.

Los hallazgos de este estudio pretenden aportar información valiosa sobre la situación educativa en el departamento, destacando fortalezas y posibles áreas de mejora en el rendimiento académico de los estudiantes.

Introducción

La calidad educativa es un tema de gran interés para investigadores, docentes y autoridades, ya que impacta directamente en el desarrollo de una sociedad. Evaluar el rendimiento académico en distintos niveles y contextos ayuda a identificar las fortalezas y debilidades del sistema educativo. Además, permite comprender qué factores pueden influir en el desempeño de los estudiantes.

En este informe, se examina la educación en el departamento de Nogoyá, teniendo en cuenta las diferencias entre el sector público y privado, los distintos turnos escolares y la progresión entre niveles educativos. A partir de un análisis basado en datos del año 2023, se busca aportar información que ayude a comprender la realidad educativa de la región y sus posibles áreas de mejora.

Metodología

Para realizar el análisis, se utilizó el lenguaje de programación R en el entorno Jupyter, ya que ofrece herramientas adecuadas para el procesamiento y exploración de datos.

Antes de comenzar con el análisis, se llevó a cabo una primera revisión de los datos, donde se identificó la necesidad de aplicar varias etapas de limpieza para asegurar su calidad y correcta estructura.

1. **Renombramiento de variables:** Se ajustaron los nombres de las variables para evitar confusiones futuras y asegurar la consistencia en la nomenclatura.
2. **Eliminación de variables repetidas:** Se encontraron variables que contenían los mismos datos o eran redundantes entre sí, por ejemplo, tener dos variables como diferenciador único de alumnos, y se procedió a borrar una de ellas.
3. **Eliminación de variables incompletas:** Aquellas variables con demasiados valores nulos o faltantes como para ser utilizadas fueron eliminadas, teniendo en cuenta que no contamos con las herramientas para tomar otra medida, como completarlas.
4. **Segmentación de la base de datos:** Para no mezclar niveles de educación, los datos se separaron en dos bases: una perteneciente a los estudiantes de primaria pertenecientes a escuelas comunes, otra perteneciente a estudiantes de escuelas secundarias comunes, técnicas y agrotécnicas.
5. **Creación y modificación de variables**
 - Se generaron las variables 'NotasPrimerTrimestre', 'NotasSegundoTrimestre' y 'NotasTercerTrimestre' a partir de la variable 'PeriodoEvaluatorio' para organizar las calificaciones por trimestre.
 - Se añadieron las variables 'Promedio' y 'Condición', que almacenan el promedio de cada estudiante y su situación académica final.
 - Se renombraron asignaturas con nombres distintos pero equivalentes para unificar criterios.
 - Se modificaron los identificadores de los cursos a un formato más claro, desde PRIMERO hasta SEXTO en primaria y hasta SÉPTIMO en secundaria.
6. **Filtrado de datos:** Se excluyeron estudiantes con registros incompletos en alguno de los tres trimestres para asegurar la precisión de los promedios y se seleccionaron únicamente las variables necesarias para el análisis.
7. **Segmentación de datos:** Los datos fueron divididos por curso, obteniendo 6 dataframes en primaria y 7 en secundaria para facilitar los análisis específicos por nivel educativo.

Luego, se realizó una exploración inicial de la estructura educativa del departamento de Nogoyá, con el objetivo de conocer la distribución de distintos factores dentro del sistema escolar.

Los pasos seguidos en esta etapa fueron los siguientes:

1. **Distribución de niveles educativos:** Se analizó la proporción de escuelas primarias y secundarias en el departamento.
2. **Distribución de turnos:** Se examinó la cantidad de escuelas en los distintos turnos para cada nivel educativo.
3. **Distribución por sector de gestión:** Se comparó la cantidad de escuelas públicas y privadas en cada nivel.
4. **Distribución de alumnos por curso:** Se estudió cómo varía la cantidad de estudiantes en los diferentes cursos de primaria y secundaria.

Para evaluar el desempeño académico en la educación primaria, el análisis se centró en las materias troncales: Matemática, Lengua, Ciencias Sociales y Ciencias Naturales. Se siguieron los siguientes pasos:

1. **Clasificación de estudiantes aprobados y desaprobados**
 - Se filtraron las asignaturas seleccionadas y se generaron gráficos de sectores para visualizar la proporción de estudiantes aprobados y desaprobados en cada materia.
2. **Distribución de calificaciones en estudiantes aprobados**
 - Como los estudiantes desaprobados no tienen nota numérica, se excluyeron los registros con EPAC.
 - Se realizaron diagramas de caja (boxplots) para observar la distribución de notas en cada asignatura.
 - Se calcularon medidas de tendencia central y dispersión (media, mediana, moda, cuartiles, mínimo y máximo) para describir el rendimiento de los estudiantes aprobados.
3. **Evaluación de normalidad de las calificaciones**
 - Se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para verificar si las notas siguen una distribución normal en cada asignatura.
 - Esta prueba se eligió porque es adecuada cuando se trabaja con muestras de tamaño moderado o grande.
4. **Comparación del rendimiento según turno y sector**
 - Se realizaron diagramas de caja para comparar la distribución de calificaciones aprobadas entre los diferentes turnos de cursada y sectores de gestión.
5. **Tablas de contingencia y análisis de desempeño**
 - Se construyeron tablas de contingencia considerando desempeño por asignatura, desempeño según turno, desempeño según sector de gestión.
 - Se calcularon los porcentajes por fila y por columna para facilitar la interpretación.
 - Se graficaron los resultados mediante diagramas de barras adosadas y apiladas.

6. **Análisis de influencia del turno y sector en el desempeño**

- Para evaluar la existencia de asociación entre el desempeño académico y las variables turno y sector, se aplicó la prueba de Chi-cuadrado, debido a que es adecuada para medir la dependencia entre variables categóricas.
- Se analizó la matriz de residuos tipificados para identificar qué combinaciones presentaban diferencias significativas.

7. **Evolución del desempeño a lo largo del año**

- Dado que los estudiantes desaprobados no tienen nota numérica, se evaluó su evolución observando la cantidad de EPAC por trimestre.
- Se representó mediante gráficos de barras adosadas y se aplicó un test de proporciones para contrastar diferencias en la cantidad de desaprobados a lo largo del tiempo.

El análisis de desempeño académico en secundaria sigue una estructura similar a la de primaria, pero con algunas diferencias importantes:

1. **Selección de asignaturas:** Se consideraron las materias troncales: Matemática, Lengua, Historia, Biología, Geografía, Físico-Química y Educación Física.
2. **Distribución de notas:** Dado que en secundaria no existen EPAC, los **boxplots** incluyen todas las calificaciones, sin necesidad de excluir desaprobados.
3. **Influencia del turno y el sector:**
 - Se analizaron diferencias en el desempeño mediante boxplots por materia según turno y sector.
 - Para comprobar estadísticamente estas diferencias, se utilizó el test de Kruskal-Wallis, adecuado para comparar más de dos grupos sin asumir normalidad. Al encontrar diferencias significativas, se aplicó el test de Mann-Whitney para identificar la dirección de estas diferencias entre pares de grupos.
4. **Evolución del desempeño a lo largo del año:**
 - Se evaluó la variación de las notas en los tres trimestres mediante boxplots para cada asignatura.
 - Se aplicó el test de Friedman, adecuado para comparar medidas repetidas en un mismo grupo cuando no se asume normalidad.
 - Para visualizar tendencias, se generó un gráfico de coordenadas paralelas, que muestra la evolución de la media de cada materia a lo largo de los tres trimestres.

Por último, para evaluar el **traspaso de sexto grado de primaria a primer año de secundaria** y analizar posibles diferencias en las exigencias entre niveles, se construyeron

tablas de contingencia separadas para el sector público y el sector privado. Luego, en cada sector, se aplicó el test de Chi-cuadrado para determinar si existen diferencias significativas en el rendimiento entre ambos niveles. El test fue elegido porque permite evaluar si existe una relación entre dos variables categóricas: en este caso, dos cursos de diferente nivel educativo (sexto grado de primaria y primer año de secundaria) y el rendimiento académico (categorías de desempeño).

Resultados y Discusión

Antes de iniciar nuestro análisis, evaluamos la representatividad de la muestra. Nos enfocamos en seleccionar escuelas comunes para primaria y tanto escuelas comunes como técnicas para secundaria. Utilizamos una calculadora de representatividad con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

A continuación, presentamos los resultados del análisis, incluyendo el conteo de escuelas, la matrícula total y el porcentaje de matrícula para el cual se cargaron notas en todos los trimestres en las asignaturas troncales. Además, evaluamos la representatividad de nuestra muestra en comparación con la cantidad total de escuelas del departamento.

Tabla N° 1

PRIMARIA							
Cantidad de Escuelas:			Cantidad de Escuelas Cargadas: 41				
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
Matrícula Total	629	694	714	681	705	674	0
Matrícula Cargada en Notas*	476	508	518	481	513	413	0
Porcentaje de Carga	76.02	73.09	72.42	70.64	72.91	61.28	-
Representatividad**	SI	SI	SI	SI	SI	SI	-

Tabla N° 2

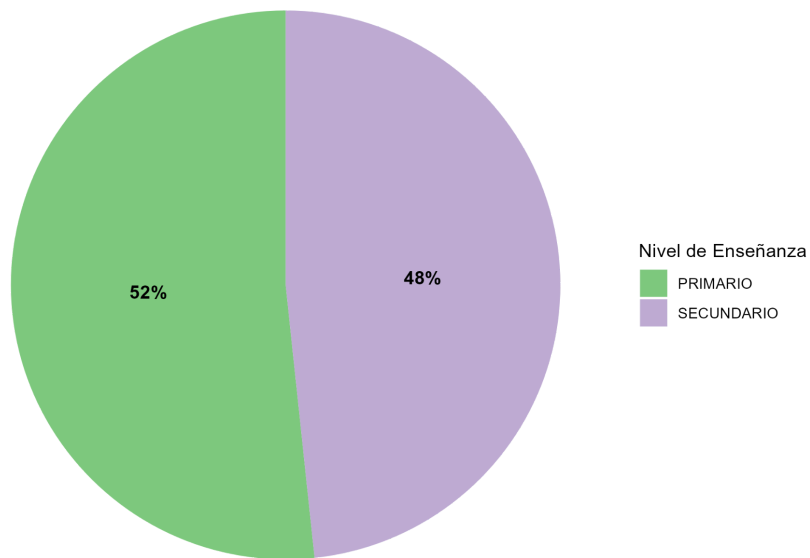
SECUNDARIA							
Cantidad de Escuelas:			Cantidad de Escuelas Cargadas: 28				
	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°
Matrícula Total	791	765	698	626	502	420	51
Matrícula Cargada en Notas*	462	469	399	475	388	267	37
Porcentaje de Carga	59.8	63.27	59.46	76.52	77.69	63.57	72.55
Representatividad	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Podemos concluir, entonces, que nuestra muestra es representativa.

Proporción de escuelas primarias y secundarias

Gráfico 1

Gráfico de Sectores del nivel de enseñanza de las escuelas del Departamento Nogoyá del año 2023

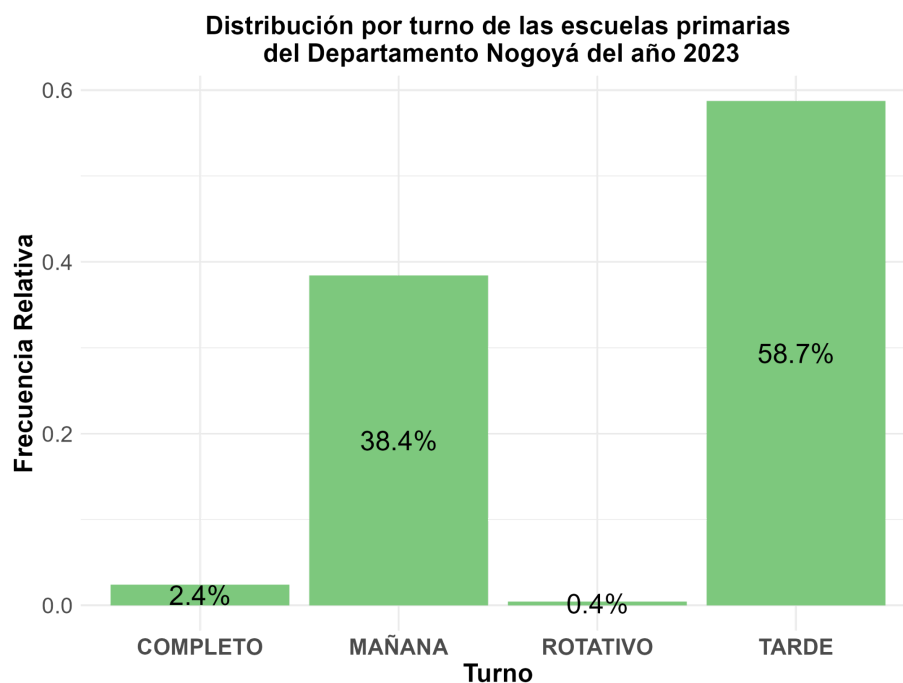


Fuente de elaboración propia

Se observa que las escuelas primarias representan el 52% del total, mientras que las secundarias constituyen el 48%. Esto indica una distribución bastante equilibrada entre ambos niveles educativos en el departamento.

Distribución de turnos en las escuelas

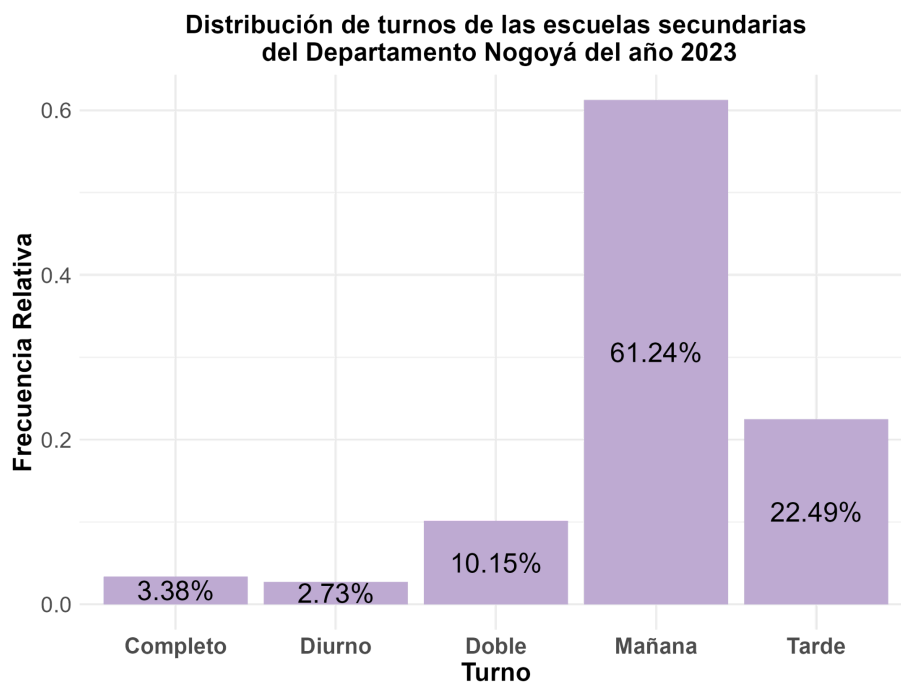
Gráfico 2



Fuente de elaboración propia

Como se observa en el **Gráfico 2**, en el nivel primario predominan los turnos mañana y tarde, con una mayor presencia del turno tarde.

Gráfico 3



Fuente de elaboración propia

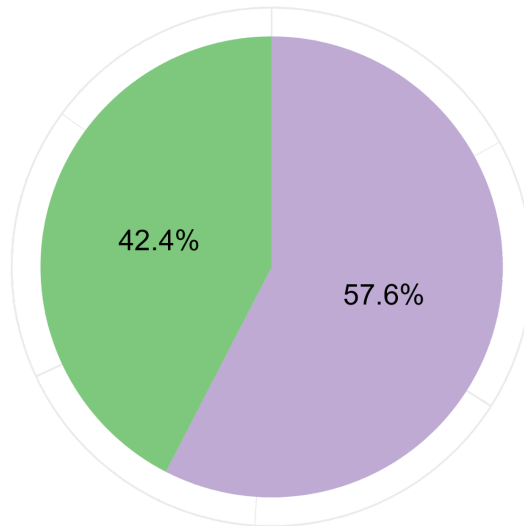
En el nivel secundario (**Gráfico 3**), si bien los turnos mañana y tarde siguen siendo los más frecuentes, también se destaca una mayor proporción de instituciones con turno completo. Aun así, predomina el turno mañana.

A partir de estos resultados decidimos enfocar el resto del análisis en los turnos ampliamente predominantes, Mañana y Tarde.

Distribución por sector (público o privado)

Gráfico 4

Distribución porcentual de escuelas primarias por Sector en departamento Nogoyá en 2023



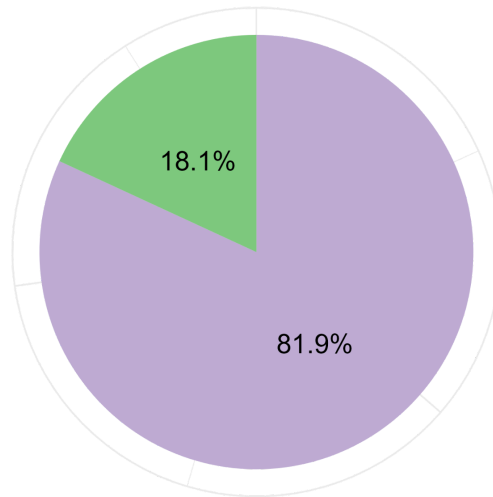
Tipo de Establecimiento ■ Privada ■ Pública

Fuente de elaboración propia

El **Gráfico 4** muestra que en el nivel primario la mayoría de las escuelas son de gestión pública (57.6%), mientras que el 42.4% pertenecen al sector privado.

Gráfico 5

Distribución de escuelas secundarias
por Sector en departamento Nogoyá en 2023



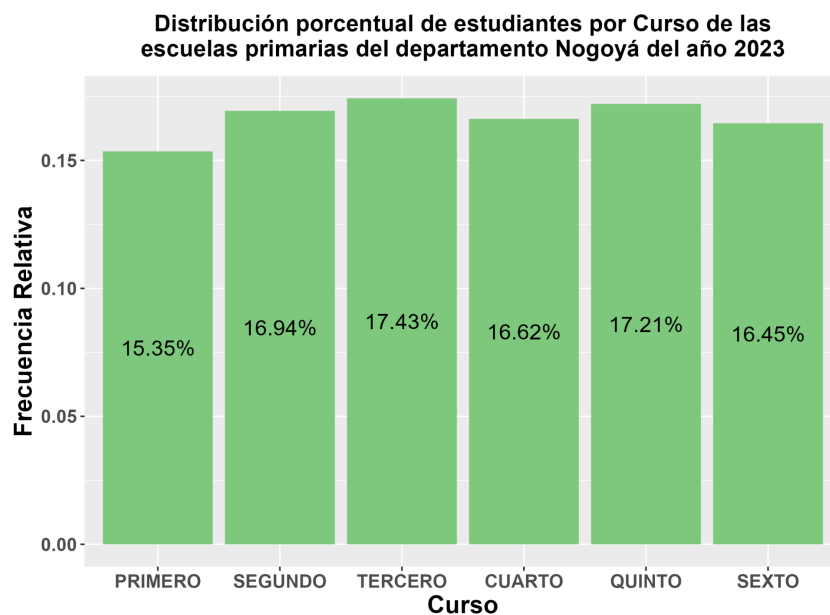
Tipo de Establecimiento ■ Privada ■ Pública

Fuente de elaboración propia

En secundaria (**Gráfico 5**), la presencia del sector público es aún más dominante, alcanzando el 81.9%, mientras que sólo el 18.1% de las escuelas son privadas.

Distribución de la cantidad de alumnos por curso

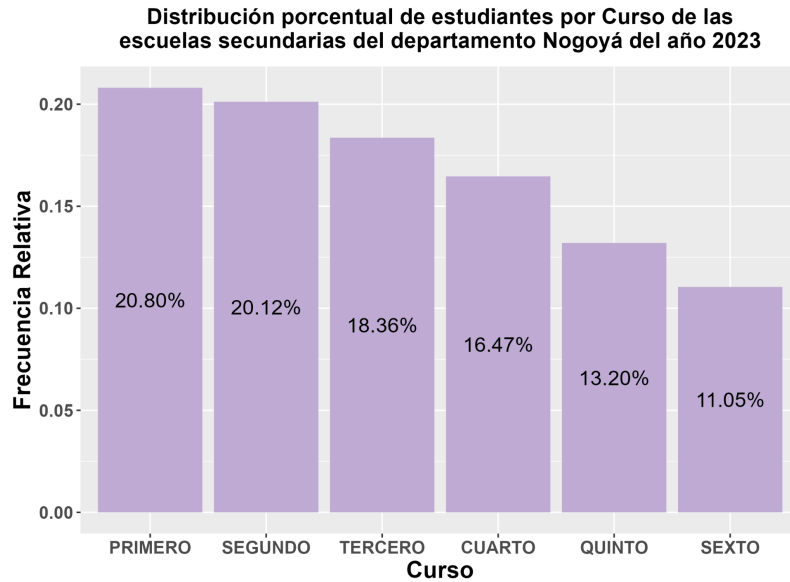
Gráfico 6



Fuente de elaboración propia

En la educación primaria, la cantidad de estudiantes se mantiene relativamente constante en todos los cursos, sin variaciones significativas. Esto indica que la mayoría de los alumnos completa este nivel sin interrupciones.

Gráfico 7



Fuente de elaboración propia

En cambio, en el nivel secundario se observa una disminución progresiva en la cantidad de alumnos conforme avanzan los cursos. Este fenómeno sugiere una alta tasa de abandono escolar en los últimos años.

Escuelas Primarias

Desempeño General por Curso

Para analizar el desempeño de los estudiantes en cada curso, se presenta a continuación una tabla con la cantidad de aprobados y desaprobados en cada asignatura.

Tabla 2: Aprobados y Desaprobados por Curso

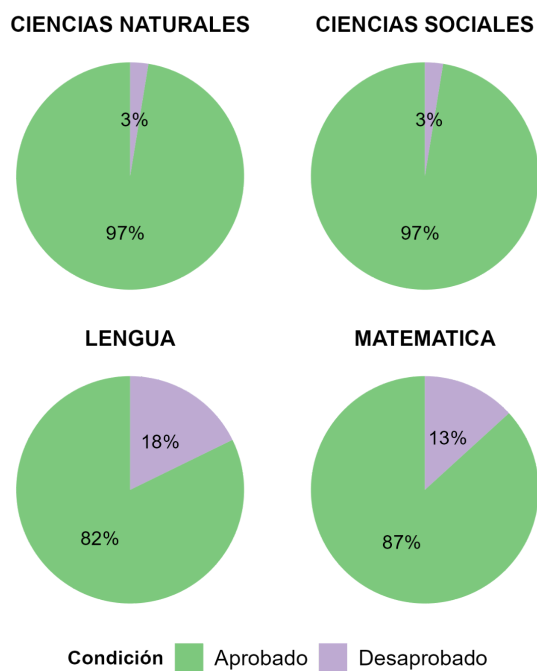
Curso	Ciencias Naturales		Ciencias Sociales		Lengua		Matemática	
	A	D	A	D	A	D	A	D
Primero	472	6	471	6	413	62	428	46
Segundo	494	13	494	13	417	90	440	67
Tercero	492	6	492	6	452	66	442	55
Cuarto	459	11	456	14	429	52	412	56
Quinto	493	20	488	24	438	73	439	73
Sexto	409	4	400	12	395	18	404	27

En todos los cursos, Lengua y Matemática tienen una tasa de aprobación más baja que Ciencias Naturales y Sociales, con más desaprobados en cada nivel.

Para ilustrar mejor las tendencias observadas, se presentan gráficos de algunos cursos representativos:

Gráfico 8

Distribución de Aprobados y Desaprobados por Asignatura Segundo de Primaria

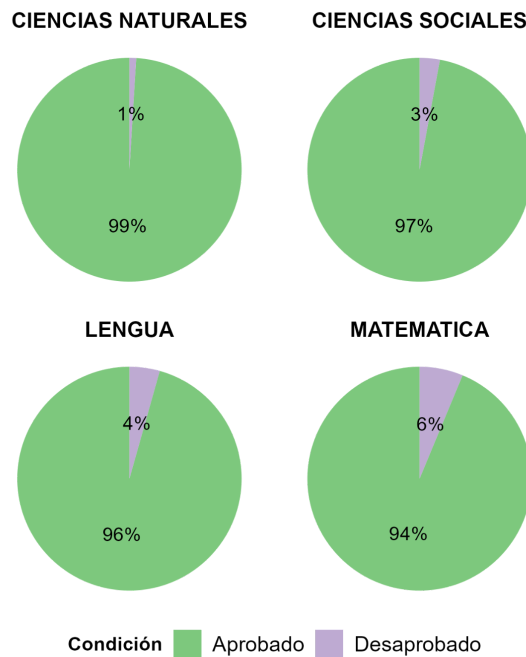


Fuente de elaboración propia

Es el curso donde se observa mayor porcentaje de desaprobados en Lengua y Matemática, mantiene un bajo porcentaje de desaprobados en Cs. Sociales y Cs. Naturales, al igual que el resto de los cursos.

Gráfico 9

Distribución de Aprobados y Desaprobados por Asignatura Sexto de Primaria



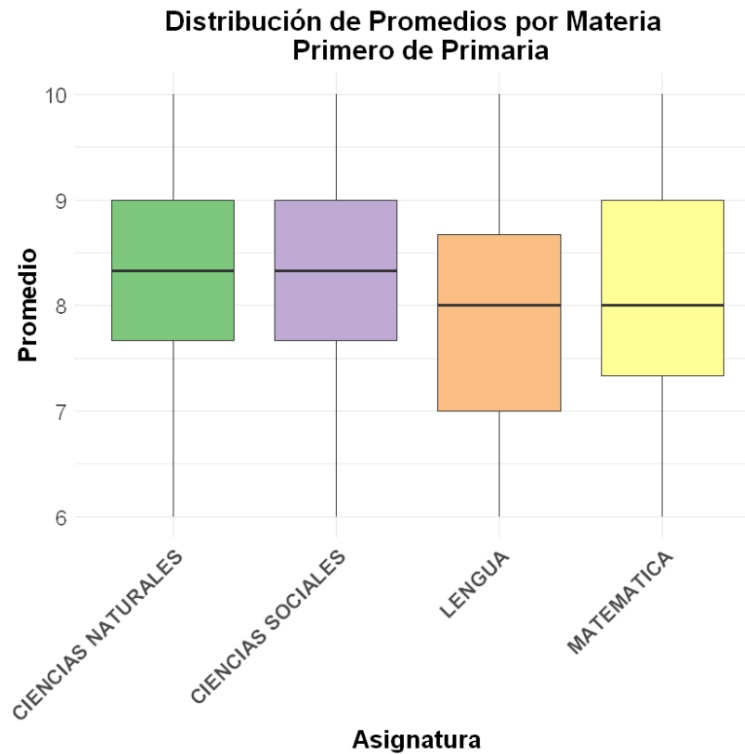
Fuente de elaboración propia

Es el curso donde se observa menor cantidad de desaprobados en Lengua y Matemática, con un porcentaje similar en todas las materias.

Distribución de Notas Aprobadas

Observando la distribución de notas, en todos los años se intuye un mejor desempeño en Ciencias Naturales y Ciencias Sociales que en Matemática y Lengua. Dejamos como ejemplo los boxplots de Primer Año.

Gráfico 10



Fuente de elaboración propia

En el boxplot, se observa que Ciencias Naturales y Ciencias Sociales tienen una mediana más alta, lo que indica que al menos el 50% de los estudiantes obtuvo notas superiores a las de Lengua y Matemática. Además, los cuartiles en estas materias están más elevados, mostrando una concentración de notas en rangos más altos.

En contraste, en Matemática y Lengua la mediana es más baja, lo que significa que la mitad de los estudiantes obtuvo calificaciones menores en comparación con las ciencias. Además, hay más dispersión, con notas más alejadas de la mediana, lo que sugiere mayor variabilidad en el rendimiento de los estudiantes.

Los valores estadísticos confirman lo observado en los boxplots. Se calcularon la media, mediana y moda, junto con los valores mínimo, máximo y cuartiles.

Tabla 3: Estadísticos por Asignatura Primero Primaria							
Asignatura	Media	Mediana	Moda	Mínimo	Q1	Q3	Máximo
CIENCIAS NATURALES	8.29	8.33	9	6	7.67	9	10
CIENCIAS SOCIALES	8.24	8.33	9	6	7.67	9	10

LENGUA	8	8	8.67	6	7	8.67	10
MATEMÁTICA	8.13	8	8.67	6	7.33	9	10

Estos valores refuerzan que Ciencias Naturales y Ciencias Sociales presentan el mejor desempeño, con medias y medianas más altas, ambas en torno a 8.3. Además, la moda en ambas es 9, lo que indica que una gran cantidad de estudiantes obtuvo notas altas.

Por otro lado, en Lengua y Matemática la mediana y la media son menores (8 en Lengua y 8.13 en Matemática), con moda más baja (8.67 en Lengua y Matemática), lo que sugiere que los estudiantes tienden a obtener calificaciones algo menores en comparación con las ciencias.

Los valores mínimo y máximo son similares en todas las materias, pero el primer cuartil es más bajo en Matemática y Lengua (7 y 7.33, frente a 7.67 en Ciencias), lo que confirma que hay más estudiantes con notas relativamente bajas en estas asignaturas.

Prueba de Normalidad

Se realizó el test de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de las calificaciones, dividiendo por año y asignatura. En todos los casos, el p-value fue menor a 0.05, lo que indica que las distribuciones no siguen una distribución normal.

Análisis de la Relación entre Desempeño Académico y Variables Contextuales

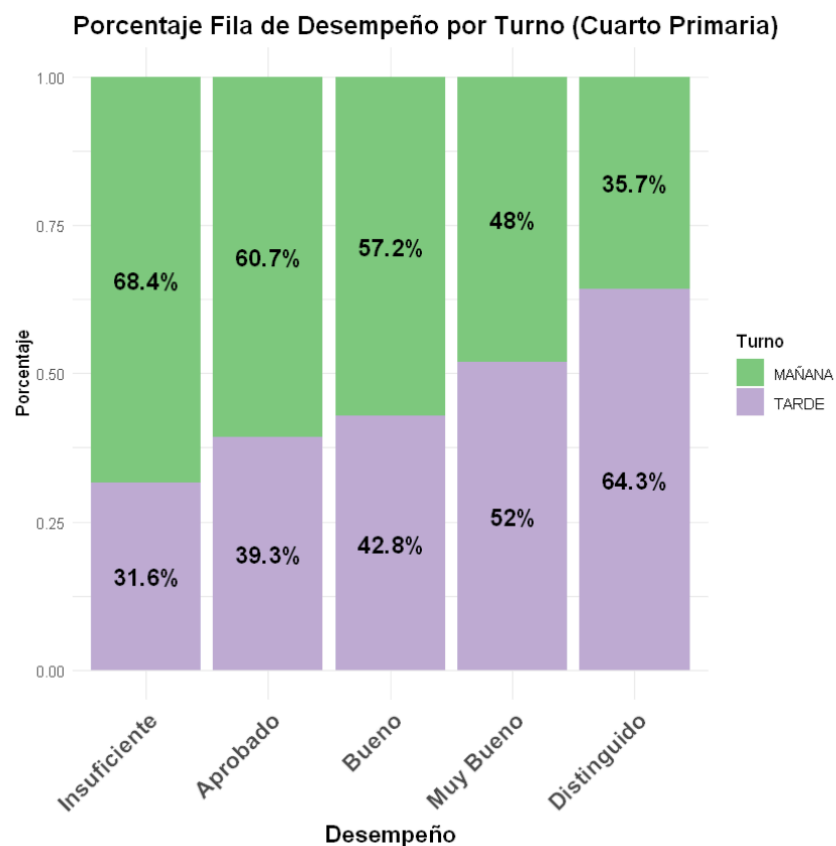
Para analizar la relación entre el desempeño académico y las variables contextuales de turno y sector educativo, se aplicaron pruebas de Chi-cuadrado en cada grado de primaria. Este test permite determinar si existen asociaciones significativas entre las variables, mientras que el coeficiente de Cramér V mide la fuerza de dicha relación.

Tabla 4: Resultados de los tests de Chi-cuadrado y coeficiente de Cramér para la relación entre desempeño académico y variables de turno y sector en primaria.

Grado	Cramér V (Turno)	Fuerza (Turno)	p-value (Turno)	Cramér V (Sector)	Fuerza (Sector)	p-value (Sector)
Primero	0.2695	Moderada	< 2.2e-16	0.2637	Moderada	< 2.2e-16
Segundo	0.229	Moderada	< 2.2e-16	0.2801	Moderada	< 2.2e-16
Tercero	0.2383	Moderada	< 2.2e-16	0.2497	Moderada	< 2.2e-16
Cuarto	0.2118	Débil-Mod.	< 2.2e-16	0.3685	Moderada-Fuerte	< 2.2e-16
Quinto	0.0749	Muy Débil	0.02391	0.177	Débil	3.84E-13
Sexto	0.0629	Muy Débil	0.1767	0.1949	Débil	5.64E-13

Observando los resultados de los tests, se puede ver que todos los cursos presentan relacion de débil a moderada tanto para sector como para turno, Unicamente sexto presenta un p-value mayor a 0.05 en la prueba de Chi-cuadrado para el turno, por lo que podemos decir que no hay correlación. Se elige mostrar el análisis de cuarto grado, ya que presenta la relación más fuerte entre el desempeño y el sector educativo (p-value muy pequeño y Cramér = 0.368, moderada), así como una relación más débil pero significativa con el turno (Cramér = 0.212).

Gráfico 11



Fuente de elaboración propia

El **Gráfico 11** muestra que, a medida que aumenta el nivel de desempeño, la proporción de estudiantes del turno tarde también crece. Mientras que en los niveles más bajos predomina el turno mañana, en los más altos la mayoría pertenece al turno tarde. Esto sugiere un mejor desempeño general en el turno tarde.

Tabla 5. Residuos estandarizados del test de Chi Cuadrado entre Desempeño y Turno (Cuarto Primaria)

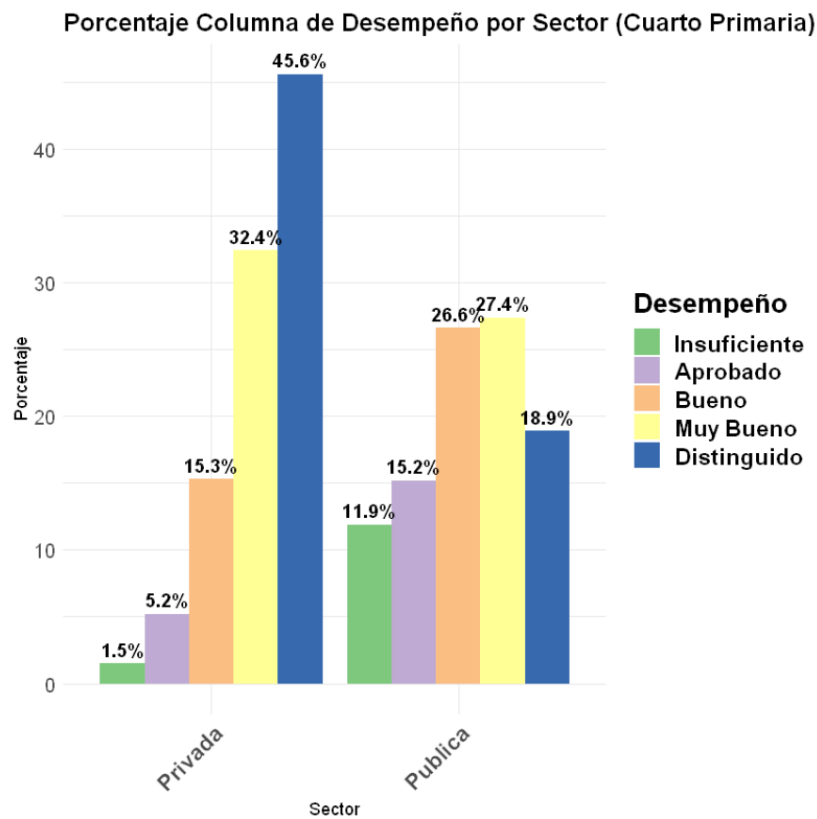
Desempeño	Mañana	Tarde
Insuficiente	4.7	-4.7
Aprobado	3.5	-3.5
Bueno	3.7	-3.7
Muy Bueno	-0.5	0.5
Distinguido	-7.7	7.7

La tabla muestra los residuos estandarizados del test de chi-cuadrado, los cuales indican si una categoría tiene más (+) o menos (-) casos de los esperados según la distribución teórica.

En los niveles más bajos de desempeño (Insuficiente, Aprobado y Bueno), los residuos son positivos para la mañana y negativos para la tarde, lo que significa que hay más alumnos del turno mañana con bajo desempeño de lo esperado y menos del turno tarde. En cambio, en el nivel Distinguido, la tendencia se invierte: el residuo negativo para la mañana y positivo para la tarde indican que el turno tarde tiene una cantidad significativamente mayor de estudiantes con alto desempeño de lo esperado, mientras que la mañana tiene menos.

Esto refuerza la interpretación del gráfico, donde se observa que, a medida que aumenta el nivel de desempeño, la proporción de estudiantes del turno tarde se vuelve dominante.

Gráfico 12



Fuente de elaboración propia

El **Gráfico 12** muestra que en escuelas privadas predominan los desempeños Distinguido (45.6%) y Muy Bueno (32.4%), mientras que en las públicas los niveles están más distribuidos, con mayores porcentajes en Bueno (26.6%) e Insuficiente (11.9%). Esto sugiere que las escuelas privadas poseen un mejor desempeño en general.

Tabla 5. Residuos estandarizados del test de Chi Cuadrado entre Desempeño y Turno (Cuarto Primaria)

Desempeño	Privada	Pública
Insuficiente	-8.9	8.9
Aprobado	-7	7
Bueno	-6	6
Muy Bueno	2.4	-2.4
Distinguido	12.5	-12.5

La matriz de residuos estandarizados confirma la tendencia observada en el gráfico. En las escuelas privadas, hay una sobrerrepresentación de estudiantes con desempeño "Distinguido"

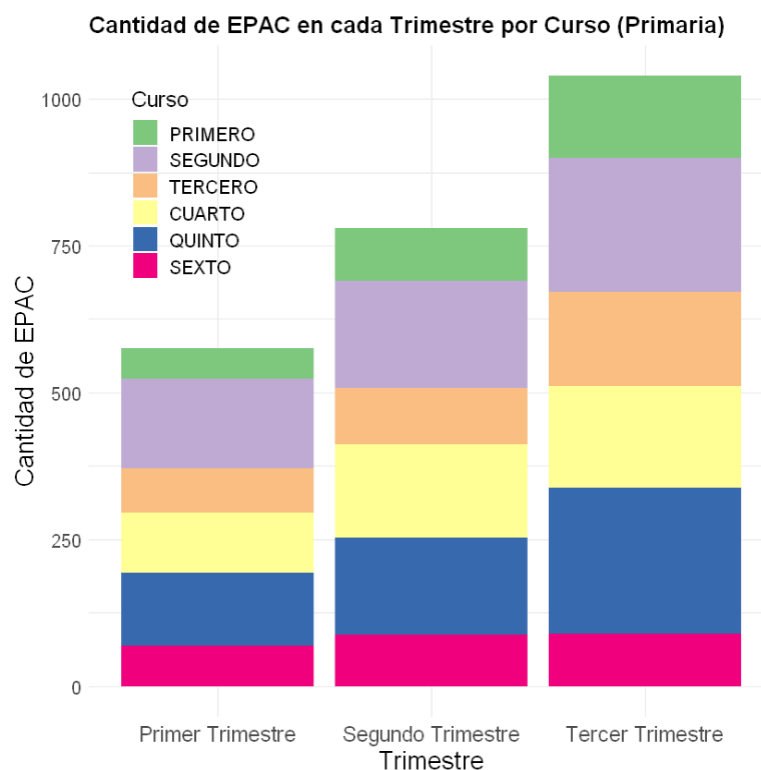
(+12.5) y una baja presencia de niveles bajos (valores negativos en "Insuficiente", "Aprobado" y "Bueno"). En contraste, en las escuelas públicas, los residuos positivos en esos niveles indican una mayor presencia de estudiantes con rendimiento más bajo, mientras que los valores negativos en "Distinguido" reflejan que hay menos estudiantes en ese nivel de lo esperado.

Variación del desempeño entre trimestres

Se realizó un test de proporciones para evaluar si la distribución del desempeño varía entre trimestres en cada curso. La hipótesis nula plantea que no hay diferencias significativas en la proporción de estudiantes desaprobados (EPAC) a lo largo del año. En todos los cursos, excepto en Sexto, se obtuvo un p-valor menor a 0.05, lo que indica que en la mayoría de los casos sí hay una variación significativa en el desempeño entre trimestres.

Esto se puede observar en el **gráfico 13**, en el que Sexto es el curso con menor variación en la cantidad de EPAC entre los trimestres.

Gráfico 13



Fuente de elaboración propia

Escuelas Secundarias

Prueba de Normalidad

Al igual que en las escuelas primarias, se realizó el test de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de las calificaciones, dividiendo por año y asignatura. En todos los casos, el p-value fue menor a 0.05, lo que indica que las distribuciones no siguen una distribución normal.

Comparación de Promedios entre Turnos.

Dado que ninguna asignatura seguía una distribución normal, se emplearon pruebas no paramétricas. Primero, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para identificar diferencias significativas entre turnos. Luego, en las materias con un p-valor menor a 0.05, se utilizó la prueba de Mann-Whitney para confirmar la diferencia y determinar en qué turno el rendimiento fue superior.

PRIMERO

- **Educación Física:** Mejor desempeño en el turno **Mañana**.
- **Lenguas Extranjeras:** Mejor desempeño en el turno **Mañana**.

SEGUNDO

- **Lengua y Literatura:** Mejor desempeño en el turno **Mañana**.

TERCERO

- **Educación Física:** Mejor desempeño en el turno **Mañana**.
- **Geografía:** Mejor desempeño en el turno **Mañana**.
- **Lengua y Literatura:** Mejor desempeño en el turno **Mañana**.

CUARTO

- **Biología:** Mejor desempeño en el turno **Mañana**.
- **Historia:** Mejor desempeño en el turno **Mañana**.
- **Lengua y Literatura:** Mejor desempeño en el turno **Mañana**.
- **Educación Física:** Mejor desempeño en el turno **Mañana**.

QUINTO

- **Lenguas Extranjeras:** Mejor desempeño en el turno **Tarde**.
- **Lengua y Literatura:** Mejor desempeño en el turno **Mañana**.
- **Biología:** Mejor desempeño en el turno **Mañana**.

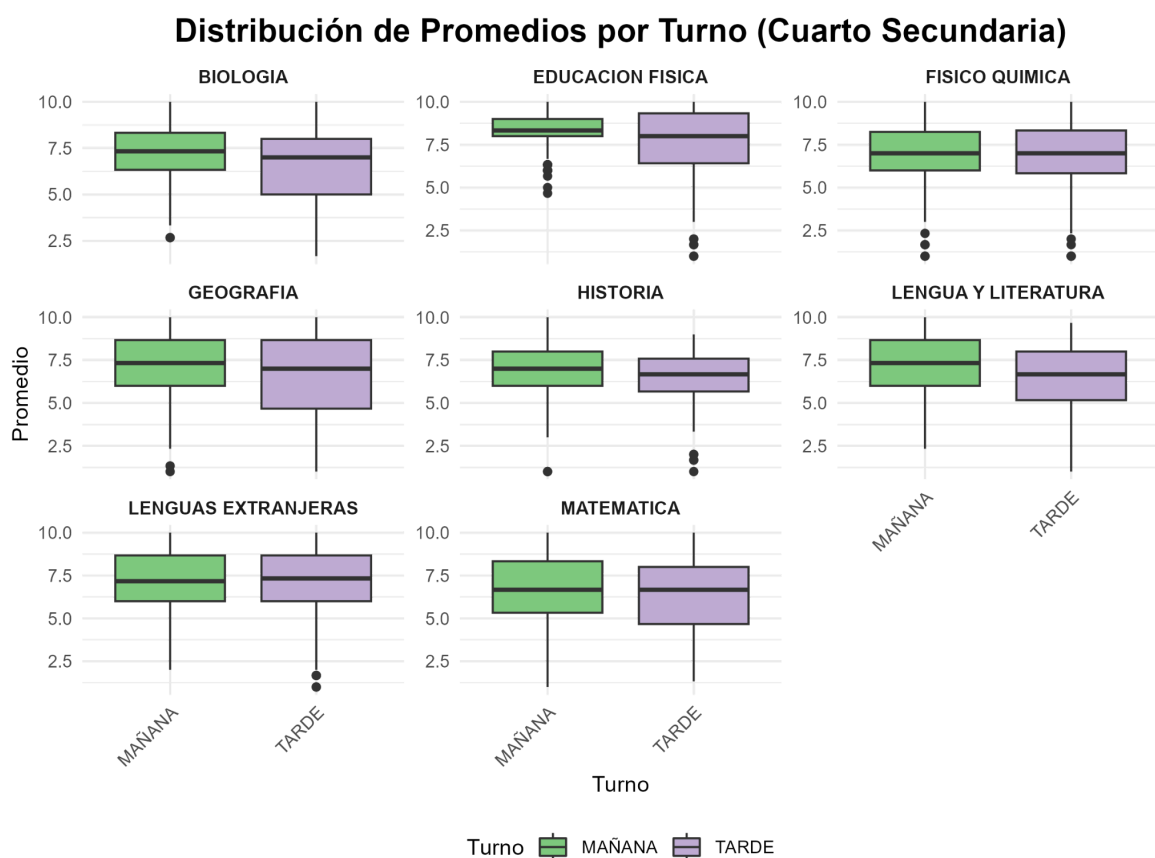
SEXTO

- **Físico Química:** Mejor desempeño en el turno **Tarde**.
- **Lengua y Literatura:** Mejor desempeño en el turno **Mañana**.

No se realizó el análisis en Séptimo porque no se contaba con las suficientes muestras, la mayoría de las materias troncales no estaban presentes en los datos de este curso.

A continuación, se mostrará el análisis gráfico de Cuarto Año porque es el curso con más asignaturas con diferencias significativas según los tests estadísticos (Biología, Historia, Lengua y Literatura, y Educación Física). Este análisis fue realizado para todos los cursos de Primero a Sexto.

Gráfico 14



Fuente de elaboración propia

En todas las asignaturas con diferencias significativas, el turno mañana muestra un mejor desempeño:

Historia: La mediana en la mañana es más alta. En la tarde, la caja es más grande y los bigotes son más largos, lo que indica mayor dispersión y presencia de valores bajos.

Lengua y Literatura: La mediana en la mañana es superior. La caja en la tarde es más ancha y hay valores atípicos bajos, lo que sugiere mayor variabilidad y notas más dispersas.

Educación Física: La mañana tiene una mediana más alta y una caja más pequeña, lo que indica menor variabilidad. En la tarde, la caja es más grande y hay valores atípicos bajos.

Biología: La mediana en la mañana es mayor. En la tarde, la caja es más amplia y los bigotes son más largos, señalando una distribución más dispersa y presencia de notas bajas.

Comparación de Promedios entre Sectores.

Se siguió el mismo procedimiento para comparar promedios entre el sector público y el privado.

Primero: Biología, Lenguas Extranjeras, Matemática y Físico Química presentan diferencias significativas en los promedios entre escuelas privadas y públicas. En todas, los estudiantes de escuelas privadas obtuvieron mejores resultados.

Segundo y Tercero: No hay datos de escuelas privadas.

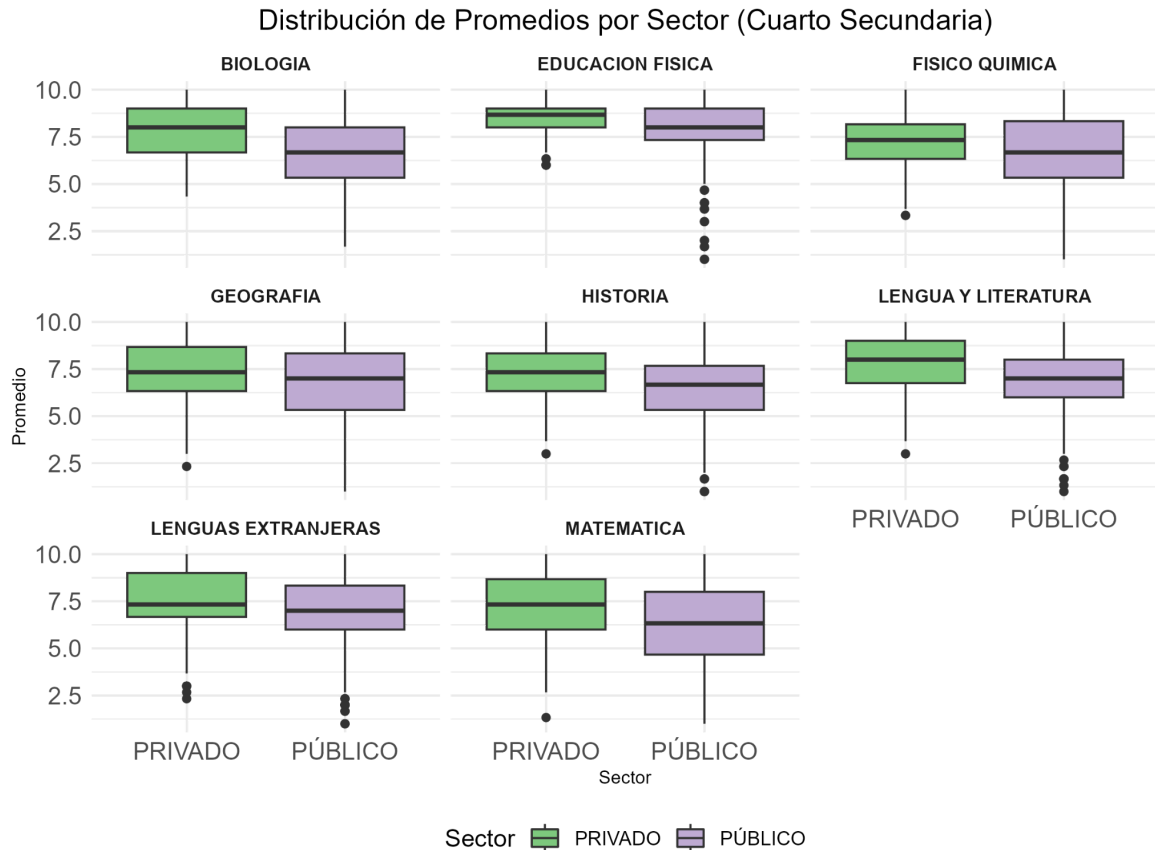
Cuarto: Todas las asignaturas presentan diferencias significativas ($p < 0.05$) entre escuelas privadas y públicas. En cada caso, los estudiantes de escuelas privadas obtuvieron mejores desempeños.

Quinto: Educación Física, Lengua y Literatura, y Biología muestran diferencias significativas en los promedios. En todas, los estudiantes de escuelas privadas tuvieron promedios más altos.

Sexto: Se encontraron diferencias en Físico Química y Lengua y Literatura. En Físico Química, los estudiantes de escuelas públicas tuvieron un mejor desempeño, mientras que en Lengua y Literatura, los de escuelas privadas obtuvieron mejores resultados.

Se eligió Cuarto año para el análisis gráfico, ya que en este nivel todas las asignaturas presentan diferencias significativas entre escuelas privadas y públicas. Esto

Gráfico 15



Fuente de elaboración propia

En general, los estudiantes de escuelas privadas muestran un mejor desempeño en todas las materias comparado con los de escuelas públicas. Las medianas en las escuelas privadas suelen estar entre 7.5 y 8, mientras que en las públicas rondan los 7 o incluso menos en algunas materias.

La dispersión es mayor en las escuelas públicas, con más valores atípicos bajos, especialmente en Educación Física, Lenguas Extranjeras y Matemática. En Historia y Geografía, las medianas son similares entre sectores, pero en las escuelas públicas se observa una mayor variabilidad en las notas. En Físico Química, los promedios son cercanos en ambos sectores, pero con mayor dispersión en las escuelas públicas.

Variación del desempeño entre trimestres

Se utilizó la prueba de Friedman para analizar si había diferencias significativas en el desempeño de los estudiantes entre los cuatrimestres, ya que se trata de un diseño con medidas repetidas y los datos no seguían una distribución normal. Para cada asignatura, se evaluó si el p-value era menor a 0.05, lo que indicaría que los promedios varían significativamente a lo largo del año. Además, se evaluó la potencia estadística del análisis y,

en todos los casos donde se detectaron variaciones significativas, la potencia estuvo entre 0.8 y 1, lo que indica un alto nivel de confianza en los resultados.

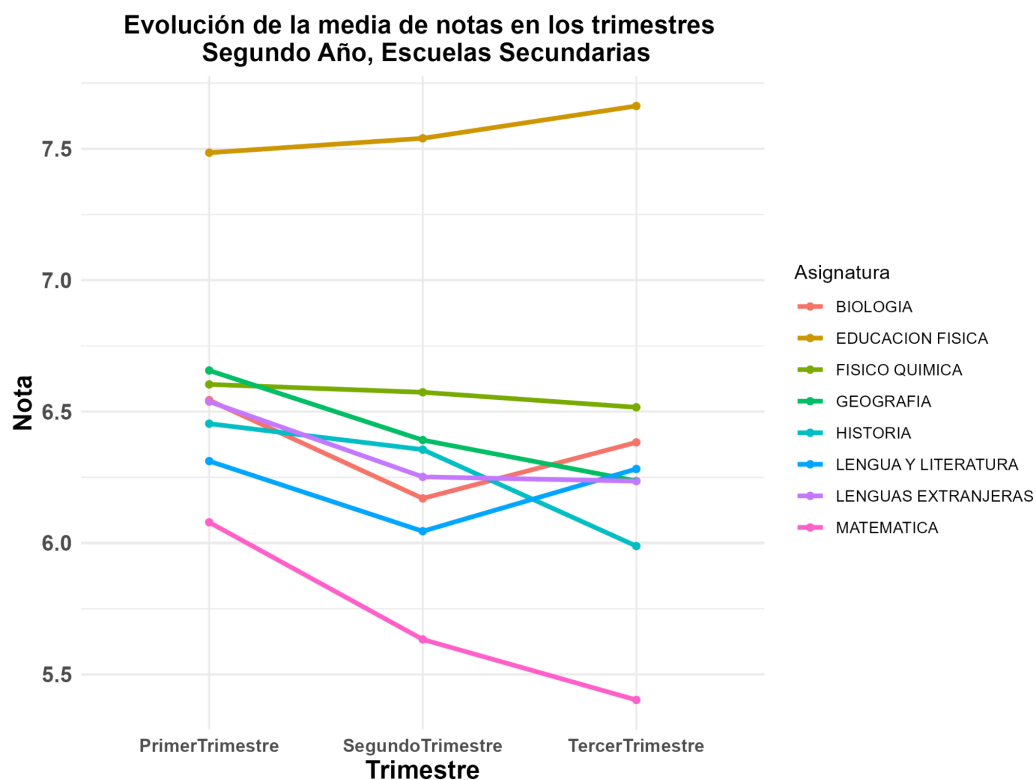
En cuanto a los resultados por curso:

- En primero, se encontraron diferencias significativas en Biología, Educación Física, Lenguas Extranjeras y Geografía.
- En segundo, la única materia sin diferencias fue Físico-Química.
- En tercero, Biología y Físico-Química no presentaron variaciones.
- En cuarto, Geografía y Lenguas Extranjeras se mantuvieron constantes.
- En quinto, solo Físico-Química no mostró diferencias.
- En sexto, Matemática fue la única sin cambios significativos.

Esto indica que, en la mayoría de los casos, los promedios variaron entre los cuatrimestres, aunque algunas materias se mantuvieron más estables a lo largo del tiempo, sobre todo en primer año

Se presentará un gráfico de coordenadas paralelas correspondiente al segundo año, en el cual solo Fisico-Quimica no mostró variaciones significativas. Esta comparación permite analizar cómo una asignatura mantiene una consistencia en sus resultados, destacando la estabilidad frente a las fluctuaciones observadas en las demás.

Gráfico 16



Fuente de elaboración propia

El **gráfico 16** muestra la evolución de las notas promedio por asignatura en los tres trimestres. Se observa variabilidad en la mayoría de las materias, excepto en Físico-Química, cuya línea se mantiene estable. Esto coincide con los resultados del test de Friedman.

Análisis del Rendimiento Académico entre Niveles Educativos

Para finalizar el análisis, se evaluará la variación en el desempeño entre sexto de primaria y primero de secundaria mediante la construcción de tablas de contingencia y la aplicación de la prueba de Chi-cuadrado.

Se realizó una prueba de independencia de Chi-cuadrado para determinar si existe una diferencia significativa en la distribución del desempeño entre ambos niveles educativos dentro de cada sector (público y privado).

Para el sector público, la prueba de Chi-cuadrado arrojó un p-valor menor a $2.2e-16$, En el caso de las escuelas privadas, la prueba de Chi-cuadrado también mostró una diferencia significativa, con un p-valor de $7.46e-09$. Lo que indica, en ambas, una diferencia estadísticamente significativa en la distribución de desempeño entre sexto de primaria y primero de secundaria.

Ahora, comparamos las matrices de residuos estandarizados correspondientes a ambos sectores.

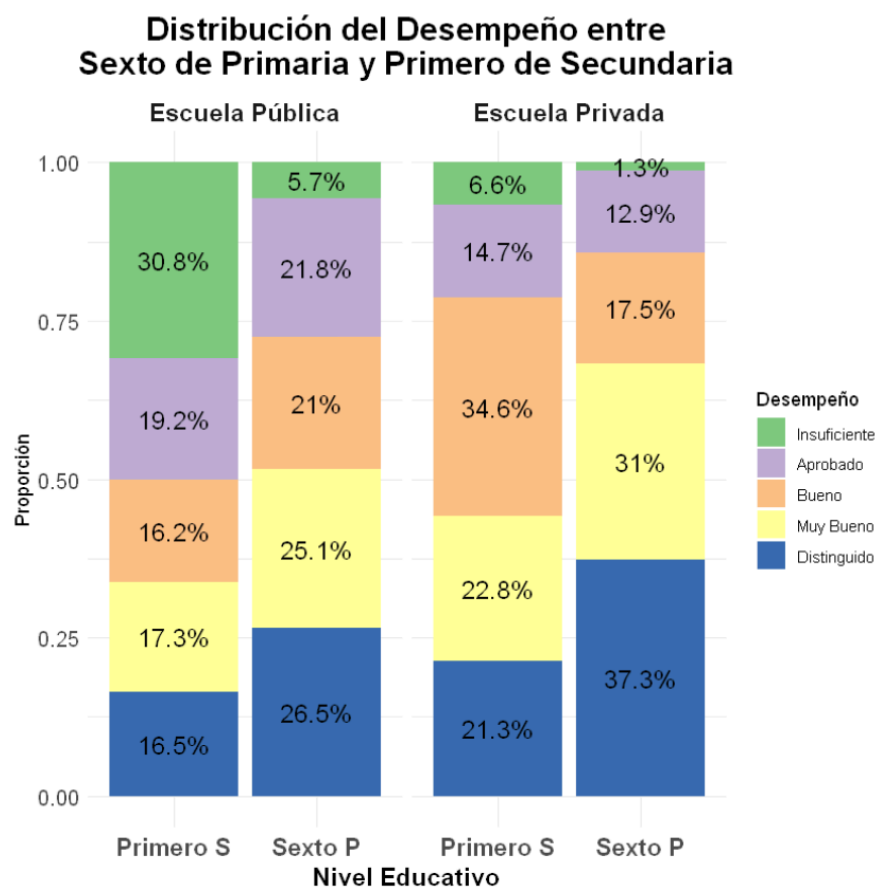
Tabla 6. Residuos Estandarizados para Escuelas Públicas		
Desempeño	Sexto Primaria	Primero Secundaria
Insuficiente	-15.4	15.4
Aprobado	1.8	-1.8
Bueno	3.4	-3.4
Muy Bueno	5.3	-5.3
Distinguido	6.9	-6.9

Tabla 7. Residuos Estandarizados para Escuelas Privadas		
Desempeño	Sexto Primaria	Primero Secundaria
Insuficiente	-4	4
Aprobado	-0.6	0.6
Bueno	-4.6	4.6
Muy Bueno	1.9	-1.9
Distinguido	3.6	-3.6

Si bien en ambos sectores se observa una caída de desempeño entre el último año de la primaria y el primero de la secundaria, en las escuelas públicas los residuos estandarizados son mucho más grandes, sobre todo en las categorías extremas de desempeño como Insuficiente y Distinguido. Esto nos indica que la caída en el desempeño es mucho más pronunciada en las escuelas públicas que en las privadas.

Estos hallazgos se reflejan en el gráfico de barras apiladas, donde se observa claramente cómo, en el sector público, la proporción de estudiantes en la categoría "Insuficiente" aumenta drásticamente en secundaria, mientras que la de "Distinguido" se reduce. En cambio, en el sector privado, si bien también hay un deterioro, la distribución de desempeño se mantiene más estable.

Gráfico 17



Fuente de elaboración propia

Conclusiones

1. **Desempeño según sector educativo**

En ambos niveles, primario y secundario, el sector privado mostró un mejor rendimiento académico en comparación con el sector público. Sin embargo, en el nivel secundario la variabilidad entre materias es mayor, aunque la mayoría de las asignaturas con diferencias significativas también favorecen al sector privado.

2. **Influencia del turno**

El turno escolar influye en el rendimiento, aunque el impacto es menor en comparación con el sector educativo. Además, la diferencia observada podría estar relacionada con el turno predominante en cada nivel: el turno mañana en secundaria y el turno tarde en primaria, ya que coinciden con los mejores desempeños en sus respectivos niveles.

3. **Distribución de notas en primaria y secundaria**

En la educación primaria, la distribución de calificaciones es más homogénea entre asignaturas, mientras que en secundaria existen mayores variaciones y valores atípicos. Esto indica que en secundaria no se debe generalizar demasiado el desempeño global, sino analizar cada materia por separado.

4. **Evolución del rendimiento durante el año**

En todos los años analizados, la mayoría de los estudiantes presentaron fluctuaciones en su rendimiento a lo largo de los trimestres. En primaria, se observó un aumento en la cantidad de estudiantes en la categoría de desempeño más bajo durante el tercer trimestre. En secundaria, la variabilidad es mucho más heterogénea y depende de cada materia.

5. **Evolución del rendimiento durante el año**

En todos los años analizados, la mayoría de los estudiantes presentaron fluctuaciones en su rendimiento a lo largo de los trimestres. En primaria, se observó un aumento en la cantidad de estudiantes en la categoría de desempeño más bajo durante el tercer trimestre. En secundaria, la variabilidad es mucho más heterogénea y depende de cada materia.

6. **Transición de Primaria a Secundaria**

Los resultados muestran una caída en el rendimiento al pasar de primaria a secundaria, con un impacto mayor en el sector público. Los residuos estandarizados indican que el aumento en la exigencia afecta más a los estudiantes de escuelas públicas, donde se incrementan las calificaciones insuficientes. En el sector privado, aunque también hay una baja en el desempeño, la diferencia es menos pronunciada.