



APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO DE NEGOCIOS EN EL SECTOR EDUCATIVO

Caso de estudio: planificación de la matrícula 2027 del Instituto Argentino — red

Active

Altea, Delfina – Auad, Lisandro – Chrestia, Santiago – Contini, María Agustina – Deza

Figueroa, Ramiro – Fernández Dantur, Melina – Gómez Bello, Eduardo

delfinaaltea@gmail.com – lisandroauad.10@gmail.com – santichrestia10@gmail.com –

continiagos@gmail.com – ramidez10@gmail.com – melinadantur@gmail.com –

Eduardo.gomez10@gmail.com

Resumen

Cada año, antes de que empiecen las clases, un colegio debe decidir cuántos alumnos recibir en cada grado. Detrás de esa decisión aparentemente rutinaria se anudan la planificación pedagógica, la sostenibilidad económica y la capacidad física de las aulas; sin embargo, suele tomarse apoyándose casi por completo en la intuición y la experiencia de la dirección. Este trabajo se propone reemplazar ese juicio por un criterio fundamentado en datos, aplicando herramientas de análisis cuantitativo de negocios al caso del Instituto Argentino, miembro de la red de colegios administrados por Active.

El estudio articula dos técnicas complementarias sobre la matrícula histórica 2020-2026 del colegio. En primer lugar, modelos de pronóstico de series de tiempo —resueltos en QM for Windows— estiman la matrícula esperada para 2027 en cada grado y permiten identificar aquellos donde la demanda se aleja más de la meta de ocupación del 85%, principalmente 3° EP y 3° ES. En segundo lugar, un modelo de programación por



metas, construido a partir de los objetivos relevados en entrevista con uno de los propietarios, determina la cantidad óptima de alumnos a matricular conciliando ocupación, demanda e ingreso: la solución se aparta apenas cuatro alumnos del conjunto de metas en el nivel primario y 3,7 en el secundario. Los resultados se interpretan, además, a la luz de la pronunciada caída de la natalidad argentina, un factor capaz de moderar la tendencia de crecimiento del colegio en los próximos años.

Más allá de los cupos sugeridos para 2027, el trabajo deja un procedimiento replicable y auditable, extensible a los demás colegios de la red, y tres aprendizajes centrales: la relevancia de depurar y validar los datos reales antes de modelarlos, la necesidad de elegir cada método de pronóstico con criterio según el comportamiento de la serie, y el valor de la programación por metas para representar con fidelidad objetivos institucionales que compiten entre sí.

Palabras Clave: pronóstico, series de tiempo, programación por metas, planificación educativa, matrícula escolar

Introducción

El sector educativo privado argentino se desenvuelve en un entorno crecientemente competitivo, atravesado por la diversificación de la oferta institucional, los cambios demográficos en la población en edad escolar y la creciente exigencia de sostenibilidad económica de las instituciones. En este escenario, la gestión escolar ha



dejado de apoyarse exclusivamente en la experiencia y el juicio de sus directivos para incorporar progresivamente herramientas analíticas que permitan anticipar la demanda y asignar los recursos con mayor eficiencia. La literatura especializada coincide en que la planificación basada en datos constituye hoy una fuente central de ventaja competitiva. En el ámbito específicamente educativo, Schildkamp, Lai y Earl (2013) señalan que, en un contexto en el que las escuelas rinden cada vez más cuentas por la educación que brindan, la toma de decisiones basada en datos se ha vuelto crecientemente relevante para la mejora institucional, mientras que Schildkamp (2019) sostiene que los procesos de mejora deben partir de metas claras y específicas, y que resulta clave emplear los datos para comprender un problema antes de actuar sobre él.

En este marco, el presente trabajo se enfoca en el Instituto Argentino, miembro de la red de colegios administrados por Active, y en la necesidad de mejorar su planificación de matrícula para el ciclo 2027. El colegio cuenta con datos históricos de matriculación 2020-2026 para los niveles primario y secundario, pero hasta ahora no ha sistematizado el análisis de esta información para anticipar la demanda futura ni para tomar decisiones estructuradas sobre la oferta de cupos por grado. Esta limitación dificulta la planificación pedagógica, comercial y económica del próximo ciclo lectivo. Para dar respuesta a esta problemática, el estudio aplica dos técnicas complementarias: pronóstico estadístico, con el fin de estimar la matrícula esperada para 2027 por grado, y programación por metas, para conciliar los objetivos múltiples relevados en entrevista con uno de los propietarios del colegio. Este enfoque permite modelar distintos escenarios, fundamentar las decisiones en criterios objetivos y anticipar las acciones de gestión necesarias para sostener la ocupación y los ingresos del colegio. La importancia



del estudio radica en su capacidad de contribuir a una mejor planificación académica y operativa, orientando la toma de decisiones hacia los grados donde existe mayor tensión entre demanda esperada y capacidad disponible, y permitiendo al colegio ajustar sus estrategias con mayor precisión.

Situación Problemática

En el contexto actual del sistema educativo argentino, marcado por la diversificación de la oferta privada, los cambios demográficos y las variaciones en los hábitos de elección de las familias, las instituciones escolares enfrentan el desafío de planificar su matrícula de forma eficiente y sostenible. El Instituto Argentino, miembro de la red de colegios Active, tiene definida una capacidad operativa por grado en sus niveles primario y secundario, distribuida en dos divisiones (A y B) en la mayoría de los cursos. Cada año, la dirección debe decidir cuántos alumnos recibir en cada grado antes del inicio del ciclo lectivo, decisión que combina la demanda esperada, la capacidad física del aula y los objetivos económicos del colegio. Sin embargo, esta planificación se viene apoyando principalmente en el juicio experto y en la observación informal de tendencias, sin un modelo analítico que respalde las decisiones. A esta limitación se suma la dificultad de anticipar el comportamiento de la demanda. La cantidad de alumnos que efectivamente se inscriben en cada grado depende de factores múltiples y no constantes: la trayectoria histórica de cada cohorte, la evolución general del colegio y las acciones de captación que se realicen. Contar con pronósticos precisos por grado resulta clave para planificar estratégicamente y asignar recursos con eficiencia. En paralelo, la dirección del colegio expresa objetivos que pueden entrar en tensión entre



sí: alcanzar un mínimo de ocupación del 85% por aula, atender la demanda esperada sin rechazar alumnos, sostener un ingreso económico mínimo y respetar la capacidad física instalada. Sin un enfoque analítico riguroso, el colegio corre el riesgo de tomar decisiones que pueden resultar ineficientes para alguno de estos objetivos y comprometer la sostenibilidad de su operación.

Preguntas de Investigación

Para dar respuesta a la situación descripta, este trabajo se estructura alrededor de las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuál es la matrícula esperada para el ciclo 2027 en cada grado del Instituto Argentino, según los datos históricos disponibles?
2. ¿Qué método de pronóstico ofrece mayor precisión y mejor ajuste para predecir la matrícula futura por grado?
3. ¿Cuál es la combinación óptima de matriculaciones por grado que permite conciliar las metas de ocupación, atención de la demanda e ingreso económico del colegio?

Objetivo General

Desarrollar un modelo cuantitativo integral que permita planificar la matrícula 2027 del Instituto Argentino, estimando la cantidad esperada de alumnos por grado y conciliando los objetivos institucionales.

Objetivos Específicos



1. Estimar la matrícula esperada para el ciclo 2027 en cada grado del Instituto Argentino a partir del análisis de los datos históricos disponibles.
2. Determinar el método de pronóstico más adecuado para cada grado, evaluando cuál ofrece mayor precisión y mejor ajuste a los datos históricos.
3. Determinar la cantidad óptima de matriculaciones por grado que permita conciliar las metas institucionales relevadas: ocupación mínima del 85%, atención de la demanda pronosticada e ingreso objetivo.

Marco Metodológico

Este trabajo adopta un enfoque cuantitativo, de tipo descriptivo y transversal, centrado en el análisis estadístico de datos numéricos relacionados con la evolución histórica de la matrícula del Instituto Argentino y la planificación de sus cupos por grado para el ciclo 2027. El diseño de la investigación es no experimental, ya que no se manipulan variables, sino que se observan los datos históricos disponibles del colegio. Es transversal, ya que se realiza un corte temporal sobre la matriculación de los ciclos 2020-2026, y descriptivo, dado que busca caracterizar el comportamiento de cada grado y proyectar su evolución futura. La técnica de recolección de datos consiste en el análisis de fuentes secundarias internas, utilizando una base provista por Active con registros de alumnos de los colegios de la red. A partir de esta información se reconstruyó la matriculación histórica 2020-2026 para los diez grados del Instituto Argentino con datos suficientes para pronosticar: seis grados del nivel primario (1° a 6° EP) y cuatro del nivel secundario (1° a 4° ES). La capacidad instalada por grado y los aranceles vigentes fueron provistos por la administración del colegio. La unidad de



análisis está compuesta por la matrícula anual por grado del Instituto entre 2020 y 2026, lo que permite evaluar la evolución de cada cohorte a lo largo del tiempo y proyectar su comportamiento futuro. Las variables clave consideradas son: la matrícula histórica (cantidad de alumnos efectivamente inscriptos por grado y por año), la capacidad instalada por aula, los aranceles mensuales por nivel y las metas institucionales relevadas en entrevista con la dirección. Para el procesamiento de datos se emplean técnicas de estadística descriptiva, gráficos de líneas y análisis comparativo temporal. Con el objetivo de anticipar la matrícula 2027, se aplican modelos de pronóstico mediante el software QM for Windows, seleccionando para cada grado el método con menor error absoluto medio (MAD). Una vez proyectadas las matrículas por grado, se incorpora un modelo de programación por metas con el propósito de determinar la cantidad óptima de alumnos a inscribir en cada grado, conciliando los objetivos institucionales bajo restricciones de capacidad. Este modelo permite tomar decisiones fundamentadas sobre la planificación del ciclo lectivo, considerando simultáneamente la demanda esperada, la ocupación objetivo y el ingreso económico requerido.

Marco Teórico

En la actualidad, las organizaciones operan en un entorno dinámico marcado por la incertidumbre, la competitividad y la transformación digital. En este contexto, la información basada en datos se ha vuelto esencial para tomar decisiones estratégicas. Por ello, el análisis cuantitativo de negocios se destaca como un enfoque sistemático que permite modelar problemas complejos mediante el uso de herramientas matemáticas y estadísticas. Dentro de este enfoque, el presente trabajo aplica dos técnicas: el



pronóstico y la programación por metas, con el objetivo de estimar la evolución futura de la matrícula y conciliar los distintos objetivos institucionales del Instituto Argentino. Para esto se utilizó el software QM for Windows.

El análisis cuantitativo es un enfoque estructurado que aplica modelos matemáticos, datos estadísticos y técnicas computacionales para resolver problemas en la toma de decisiones. Según Render et al. (2016), consiste en "la aplicación de métodos cuantitativos a datos, con el propósito de ayudar en la toma de decisiones". Este enfoque se caracteriza por una secuencia de pasos: definición del problema, desarrollo de un modelo matemático, recolección y análisis de datos, prueba y validación del modelo, e implementación de soluciones. Las herramientas utilizadas deben seleccionarse según la naturaleza del problema y los objetivos del análisis. Para este trabajo se utilizó QM for Windows, un software diseñado específicamente para resolver problemas cuantitativos de gestión, que permite aplicar distintos modelos matemáticos de forma sencilla mediante plantillas predefinidas para optimización, pronósticos, simulación y otras técnicas.

Pronóstico. La primera técnica aplicada fue el pronóstico, cuyo objetivo es estimar el valor futuro de una variable a partir de su comportamiento histórico. Render et al. (2016) definen el pronóstico como "el proceso de estimar el futuro basándose en datos históricos y en un modelo que relacione los datos con el comportamiento futuro esperado". En este trabajo se utilizaron modelos de series de tiempo, los cuales se apoyan en la idea de que una serie histórica puede descomponerse en cuatro componentes: tendencia (T), que es el movimiento general de la serie a largo plazo y



refleja cambios estructurales como el crecimiento de la matrícula a medida que el colegio se consolida; estacionalidad (S), que representa patrones que se repiten a intervalos regulares, no observable en series anuales como las de este trabajo; ciclos (C), fluctuaciones que ocurren en períodos más largos que la estacionalidad y son difíciles de identificar sin series extensas; y variaciones aleatorias o irregulares (R), movimientos impredecibles provocados por eventos fortuitos que no siguen un patrón sistemático.

Comprender estos componentes permite no sólo estimar el comportamiento futuro de cada grado, sino también evaluar qué método resulta más adecuado para cada caso. Los modelos utilizados son: el Promedio Móvil Simple, que calcula un promedio de los últimos períodos y es útil cuando se puede suponer que la demanda se mantiene relativamente estable en el tiempo; el Promedio Móvil Ponderado, que asigna distintos pesos a las observaciones —generalmente mayor peso a las más recientes— y resulta más sensible a los cambios; la Suavización Exponencial, que combina el pronóstico anterior con el error más reciente mediante una constante de suavización, adecuada para captar cambios recientes en la serie; y la Regresión Lineal, que ajusta una recta sobre los datos históricos y es apropiada cuando la serie presenta una tendencia clara.

Medida de precisión del pronóstico. Para evaluar qué tan bien se ajusta cada modelo a la realidad, Render et al. (2016) proponen diversas medidas de precisión. Una de las más utilizadas es la Desviación Absoluta Media (MAD), que se calcula como el promedio de los errores en valor absoluto entre los valores pronosticados y los valores



reales observados. El método con menor MAD es el que mejor se ajusta a los datos históricos y, por lo tanto, el más confiable para proyectar el período siguiente.

Programación por Metas. La segunda técnica aplicada es la programación por metas, una extensión de la programación lineal introducida por Charnes y Cooper para abordar problemas con objetivos múltiples y, frecuentemente, en conflicto. A diferencia de la programación lineal clásica, que optimiza un único objetivo, esta técnica responde al principio de satisfacción (*satisficing*): en lugar de maximizar o minimizar una sola función, busca una solución que satisfaga, en el mayor grado posible, un conjunto de metas fijadas por el decisor. Render et al. (2016) la describen, en esa línea, como una técnica que "intenta alcanzar un nivel satisfactorio de múltiples objetivos". La situación que modela es habitual en la gestión: cuando una organización persigue varias metas a la vez —por ejemplo, llenar las aulas, atender la demanda y sostener un ingreso económico— rara vez puede cumplirlas todas de manera simultánea y exacta.

El mecanismo central consiste en definir cada objetivo como una meta a alcanzar e identificar, para cada una, dos posibles desvíos: uno por defecto, cuando no se llega a la meta, y otro por exceso, cuando se la supera. Cada meta se incorpora así como una restricción flexible (o blanda), a la que se admite cierto desvío, mientras que las condiciones que no pueden vulnerarse —como la capacidad física de un aula— se modelan como restricciones rígidas (o duras). El modelo busca minimizar la suma de los desvíos no deseados, acercándose lo más posible a todas las metas a la vez. De este modo, la técnica traduce las prioridades de gestión en una estructura matemática resoluble.



Formalmente, el modelo se compone de unos pocos elementos. Las variables de decisión representan las opciones que pueden ajustarse para alcanzar los objetivos —en este trabajo, la cantidad de alumnos a matricular en cada grado—. Por cada meta se incorpora una restricción de la forma:

$$f(x) + d^- - d^+ = b$$

donde $f(x)$ mide el grado de cumplimiento de la meta, b es su valor objetivo, d^- es la variable de desviación por defecto (cuánto falta para alcanzarla) y d^+ la de exceso (cuánto se la supera); ambas son no negativas. Las restricciones duras, en cambio, no admiten desvío: en este caso, la capacidad física de cada aula.

La función objetivo no maximiza ni minimiza ninguna meta en particular, sino que minimiza la suma ponderada de los desvíos no deseados:

$$\text{Min } Z = \sum (w_i^- d_i^- + w_i^+ d_i^+)$$

Los pesos w reflejan la importancia relativa que el decisor asigna a no incumplir cada meta; cuando todas se consideran igualmente prioritarias, los pesos se igualan. Solo se penalizan los desvíos indeseados: si una meta fija un mínimo, por ejemplo, se penaliza únicamente el desvío por defecto, mientras que superarla puede resultar admisible. Este enfoque resulta especialmente útil para la planificación educativa, donde la dirección debe conciliar simultáneamente objetivos pedagógicos, comerciales y económicos.



La literatura distingue, además, dos grandes variantes de la técnica. En la formulación con prioridades —preemptiva o lexicográfica— las metas se ordenan jerárquicamente y se atienden de manera secuencial: solo se procura mejorar una meta de menor prioridad cuando ya se agotó toda posibilidad de mejorar las superiores. En la formulación ponderada —no preemptiva o arquimediana—, en cambio, todas las metas ingresan a la vez a una única función objetivo, asignando a cada desvío un peso según su importancia relativa. La elección entre ambas no es menor: depende de si los objetivos de la organización admiten una jerarquía clara o si conviven en un mismo plano de relevancia.

Para el caso del Instituto Argentino se adoptó la formulación ponderada con pesos iguales, y esta decisión merece ser fundamentada. Por un lado, las tres metas modeladas —ocupación, demanda e ingreso— se expresaron en una misma unidad, la cantidad de alumnos, lo que las vuelve directamente comparables y elimina la necesidad de una jerarquía artificial. Por otro, del relevamiento con la dirección no surgió una prioridad tajante de un objetivo sobre los demás, sino la voluntad explícita de equilibrarlos. Ponderar los desvíos por igual traduce con fidelidad esa intención y permite, además, leer el valor óptimo de la función objetivo como una magnitud concreta: el número total de alumnos en que la planificación se aparta del conjunto de aspiraciones de la conducción.

Conviene señalar que ponderar las metas por igual constituye, en sí mismo, un supuesto del modelo y no una verdad absoluta. Si en futuras iteraciones la dirección manifestara que un objetivo pesa más que otro —privilegiar, por ejemplo, el



sostenimiento del ingreso por encima de la ocupación—, bastaría con asignar pesos diferenciados a los desvíos correspondientes, o migrar hacia una formulación con prioridades, sin alterar la estructura general del modelo. Esa capacidad de adaptación es una de las razones por las que la programación por metas resulta especialmente apta para acompañar la planificación a lo largo del tiempo.

Por último, cabe subrayar la articulación entre las dos técnicas empleadas, que no operan de manera aislada sino encadenada. El pronóstico cumple un rol descriptivo: a partir del comportamiento histórico estima cuántos alumnos cabe esperar en cada grado, y esa estimación se convierte en uno de los parámetros —la meta de demanda— que alimentan el modelo de optimización. La programación por metas cumple, en cambio, un rol normativo: tomando esos pronósticos como dato, determina cuántos alumnos conviene efectivamente matricular para conciliar el conjunto de objetivos. La incertidumbre sobre el futuro se aborda así, primero, con herramientas estadísticas y, sobre esa base, se construye una recomendación de gestión fundamentada. Comprender esta secuencia es clave para dimensionar el alcance del trabajo: ninguna de las dos técnicas, por separado, habría bastado para resolver el problema planteado.

Aplicación

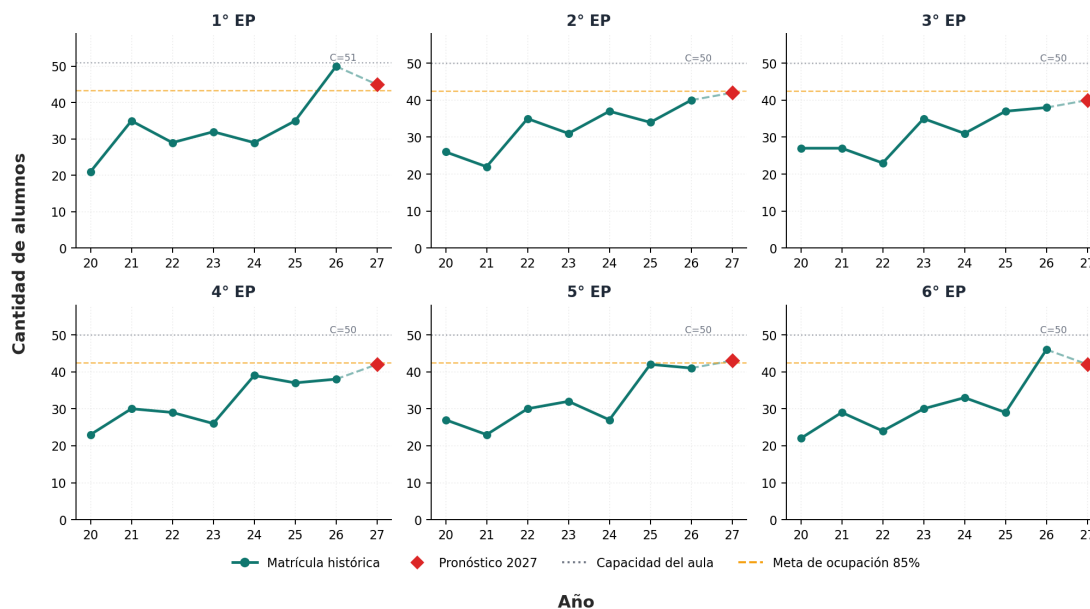
Se trabajó con datos reales provistos por la administración central de Active, focalizándose en el Instituto Argentino. Una vez filtrada la información del colegio, se identificaron los grados con datos históricos suficientes para aplicar técnicas de pronóstico, seleccionando diez para el análisis: seis grados del nivel primario (1° a 6°



EP) y cuatro del nivel secundario (1° a 4° ES). Los grados 5° y 6° del secundario no fueron incluidos por no contar aún con la cantidad mínima de observaciones necesarias para aplicar métodos de series de tiempo. Para cada uno de estos grados se reconstruyó la matrícula anual del período 2020-2026 a partir de la base de datos de alumnos. La capacidad instalada por grado se obtuvo sumando las divisiones A y B donde corresponde; los aranceles mensuales son uniformes dentro de cada nivel.

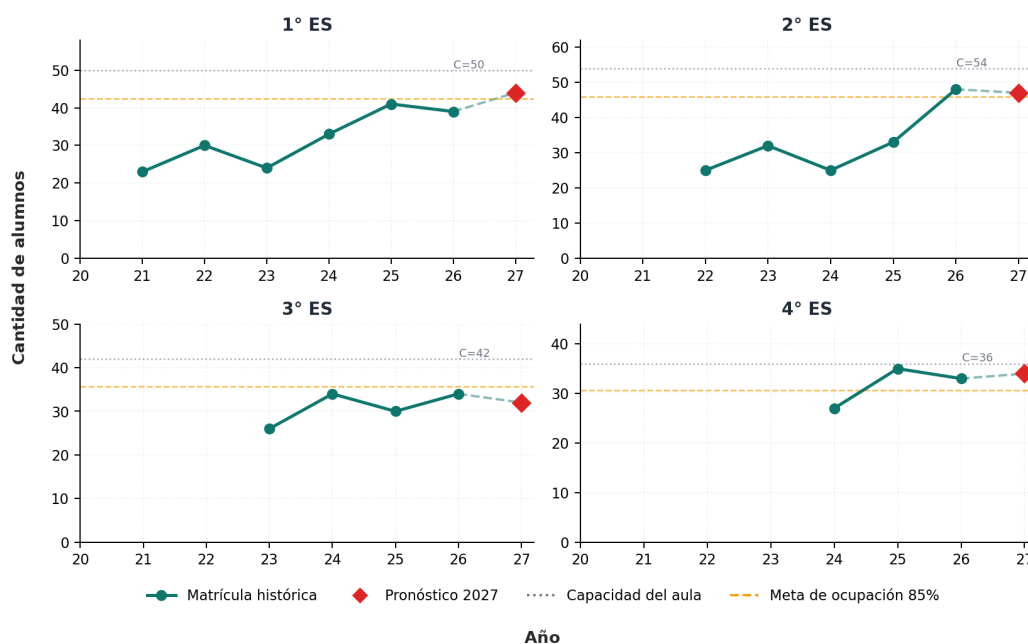
Pronóstico. Se aplicaron sobre cada serie cuatro métodos de pronóstico: Promedio Móvil Simple (PMS) con distintos valores de n , Promedio Móvil Ponderado (PMP) con pesos 3-2-1, Suavización Exponencial Simple (SES) con distintos valores de α y Regresión Lineal. Para cada método se calcularon las medidas de precisión correspondientes (MAD, MSE, error estándar y MAPE), y la selección del método ganador para cada grado se realizó por mínima Desviación Absoluta Media. Las figuras 1 y 2 muestran la evolución histórica 2020-2026 de cada grado junto con el pronóstico 2027 obtenido, indicando además la capacidad del aula y la meta de ocupación del 85% para cada caso.

Figura 1: Pronósticos de matrícula 2027 — Nivel Primario



Nota. Elaboración propia.

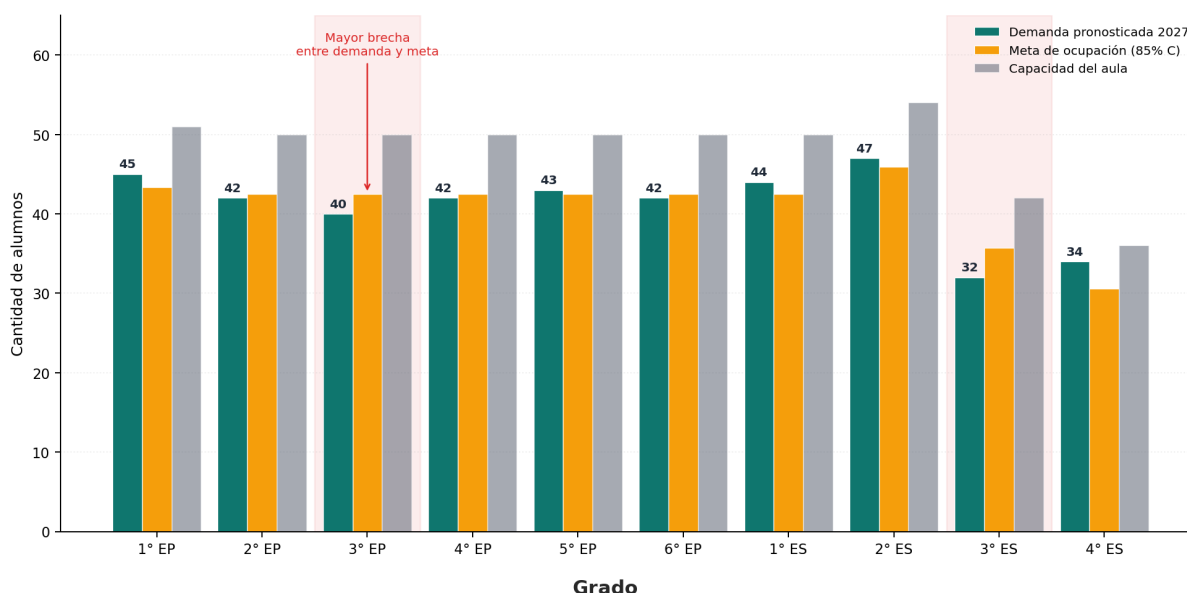
Figura 2: Pronósticos de matrícula 2027 — Nivel Secundario



Nota. Elaboración propia.

La Regresión Lineal resultó el método con mejor ajuste en ocho de los diez grados, lo que sugiere que la matrícula del Instituto Argentino viene mostrando una tendencia clara y razonablemente sostenida en el tiempo. En los dos grados restantes, 3° y 4° del secundario, la serie histórica es más corta (cuatro y tres años de datos respectivamente, ya que se trata de los grados más recientes incorporados a la oferta del colegio), lo que vuelve más confiable un método de suavizamiento como el Promedio Móvil Simple con $n=2$. A partir de los pronósticos obtenidos se identifican los grados que presentan mayor distancia entre la matrícula esperada y la meta de ocupación del 85%: principalmente 3° EP y 3° ES, que requerirán esfuerzo adicional de captación para el ciclo 2027. La figura 3 sintetiza esta comparación, presentando para cada grado el pronóstico 2027, la meta de ocupación y la capacidad instalada.

Figura 3: Pronóstico 2027 vs. meta de ocupación vs. capacidad por grado



Nota. Elaboración propia.



Reflexión sobre el contexto demográfico. Los resultados del pronóstico deben interpretarse a la luz del contexto demográfico argentino, que en los últimos años ha experimentado una transformación profunda. Según datos del Instituto Nacional de Estadística y Censos, la tasa de natalidad en Argentina cayó de 19 nacimientos cada mil habitantes en el año 2000 a 9,9 en 2023, una reducción que prácticamente la divide a la mitad y que se aceleró sostenidamente desde 2014 (INDEC, 2023). Esta tendencia ya está repercutiendo en el sistema educativo: la Dirección Nacional de Población del Ministerio del Interior (2025) advierte que la baja en los nacimientos se refleja con particular intensidad en los niveles inicial y primario. En la misma línea, De Simone, Alzú y Nistal (2026) proyectan una caída del 27% en la matrícula del nivel primario nacional hacia 2030 respecto a 2023, lo que equivale a aproximadamente 1,2 millones de estudiantes menos en las aulas del país.

Este contexto plantea una observación importante sobre los pronósticos obtenidos en este trabajo. La Regresión Lineal, que resultó el método con mejor ajuste en ocho de los diez grados analizados del Instituto Argentino, supone una continuidad de la tendencia histórica reciente. Sin embargo, el colegio podría enfrentar en los próximos años una presión demográfica decreciente que modere o incluso revierta esa tendencia ascendente. Esto es particularmente relevante para los grados de ingreso al colegio. En este sentido, los pronósticos del modelo deben tomarse como un escenario probable basado en el comportamiento histórico, pero acompañados por un monitoreo activo de las inscripciones efectivas durante el ciclo previo a 2027 y por una revisión periódica de la planificación a medida que la tendencia demográfica nacional se



consolide. Para los demás colegios de la red Active, este factor merece ser incorporado como variable de contexto en próximas iteraciones del análisis.

Programación por Metas. Una vez obtenidos los pronósticos por grado, se procedió a formular un modelo de programación por metas para determinar la cantidad óptima de alumnos a matricular en cada grado, conciliando los objetivos institucionales relevados en entrevista con uno de los propietarios del colegio. En dicha entrevista se relevaron cinco objetivos vinculados a la planificación de la matrícula: alcanzar al menos un 85% de ocupación por aula, atender la demanda pronosticada sin rechazar alumnos, sostener un ingreso económico mínimo, mantener una alta tasa de rematriculación entre ciclos consecutivos y conservar un buen índice de satisfacción familiar.

De los cinco objetivos relevados, los tres primeros admiten una formulación directa como metas del modelo cuantitativo: ocupación del 85%, atención de la demanda y sostenimiento del ingreso económico. Los dos últimos, rematriculación y satisfacción familiar, corresponden a indicadores de procesos blandos cuya cuantificación excedería las posibilidades de este trabajo y se conservaron como contexto de gestión. Las variables de decisión del modelo representan la cantidad de alumnos a matricular en cada grado del Instituto Argentino. El modelo busca acercarse lo más posible a las tres metas simultáneamente, considerándolas con igual importancia, y respetando como restricción dura la capacidad física de cada aula. Para que las tres metas resulten comparables entre sí, todos los objetivos del modelo se expresan en una misma unidad (cantidad de alumnos) lo que permite interpretar el resultado del modelo de forma directa: el total de alumnos que se desvía respecto al conjunto de metas.



Formulación del modelo aplicado. Sobre la base de los componentes anteriores, el modelo aplicado al Instituto Argentino se formula del siguiente modo. Sea i cada uno de los grados considerados ($i = 1, \dots, n$; con $n = 6$ en el nivel primario y $n = 4$ en el secundario). Los parámetros del modelo son la capacidad instalada de cada grado (C_i), la demanda pronosticada para 2027 (D_i) y el arancel mensual, uniforme dentro de cada nivel. La variable de decisión es x_i , la cantidad de alumnos a matricular en el grado i ; por cada meta se definen además dos variables de desviación no negativas, una por defecto (d_i^-) y otra por exceso (d_i^+).

- Meta de ocupación (alcanzar el 85% de la capacidad de cada aula):

$$x_i + d_i^- - d_i^+ = 0,85 \cdot C_i$$

- Meta de atención de la demanda (matricular tantos alumnos como la demanda pronosticada):

$$x_i + d_i^- - d_i^+ = D_i$$

- Meta de ingreso económico (alcanzar la matrícula que asegura el ingreso objetivo del nivel, dado el arancel uniforme):

$$\sum x_i + d^- - d^+ = M$$

- Restricción dura (la matrícula de cada grado no puede superar la capacidad física del aula):

$$x_i \leq C_i \quad x_i \geq 0$$

- Función objetivo (minimizar el total de alumnos en desvío respecto del conjunto de metas, ponderando todas por igual):

$$\text{Mín } Z = \sum (d_i^- + d_i^+)$$

Como todas las metas se expresan en una misma unidad —cantidad de alumnos— y se ponderan por igual, el valor óptimo de Z se interpreta directamente como la cantidad total de alumnos en que la solución se aparta del conjunto de metas. La siguiente figura reproduce el modelo tal como quedó implementado en la planilla de cálculo, con sus variables de decisión, el conjunto de restricciones y metas, y la función objetivo.

Figura 4:Modelo de programación por metas implementado en Excel (Nivel Primario)

Parámetros y solución por grado

Grado	1° EP	2° EP	3° EP	4° EP	5° EP	6° EP
Demanda pronosticada (D)	45	42	40	42	43	42
Capacidad del aula (C)	51	50	50	50	50	50
Meta de ocupación (0,85·C)	43,35	42,5	42,5	42,5	42,5	42,5
x* óptimo (alumnos a matricular)	45	42,5	40,85	42	43	42,5

Meta total: 255,85 alumnos · Capacidad total: 301 · Ingreso objetivo: USD 295.667,57 · Arancel anual: USD 1.155,63

Restricciones y metas del modelo

Restricción / Meta	Valor alcanzado	Rel.	Objetivo
Capacidad 1° EP (rígida)	45	≤	51
Capacidad 2° EP (rígida)	42,5	≤	50
Capacidad 3° EP (rígida)	40,85	≤	50
Capacidad 4° EP (rígida)	42	≤	50
Capacidad 5° EP (rígida)	43	≤	50
Capacidad 6° EP (rígida)	42,5	≤	50
Meta de ocupación 85% — 1° EP	43,35	=	43,35
Meta de ocupación 85% — 2° EP	42,5	=	42,5
Meta de ocupación 85% — 3° EP	42,5	=	42,5
Meta de ocupación 85% — 4° EP	42,5	=	42,5
Meta de ocupación 85% — 5° EP	42,5	=	42,5
Meta de ocupación 85% — 6° EP	42,5	=	42,5
Meta de demanda — 1° EP	45	=	45
Meta de demanda — 2° EP	42	=	42
Meta de demanda — 3° EP	40	=	40
Meta de demanda — 4° EP	42	=	42
Meta de demanda — 5° EP	43	=	43
Meta de demanda — 6° EP	42	=	42
Meta de ingreso (en alumnos)	255,85	=	255,85

Función objetivo

Mín Z = Σ (desvíos no deseados) = 4 alumnos

Nota: el modelo minimiza los desvíos no deseados —incumplir la ocupación mínima, apartarse de la demanda y no alcanzar el ingreso—; superar el 85% de ocupación o el ingreso objetivo no se penaliza.

Nota. Elaboración propia a partir del archivo de cálculo del trabajo.



El modelo se formuló y resolvió en el archivo Excel adjunto utilizando el complemento Solver de Excel con el método LP Simplex. La solución óptima permite identificar para cada grado la cantidad recomendada de alumnos a matricular en 2027 y los desvíos asociados a cada meta. Para el nivel primario, el modelo arroja un desvío total de 4 alumnos respecto al conjunto de las tres metas, mientras que para el nivel secundario el desvío es de 3,7 alumnos. Estos valores son bajos en términos absolutos y confirman que el colegio está cerca de su escenario óptimo de planificación. Los grados con mayor brecha respecto a la meta de ocupación del 85% son 3° EP y 3° ES, lo que coincide con los resultados visualizados en la figura 3 y orienta el foco de las acciones de captación para el próximo ciclo.

Recomendaciones

1. Focalizar la captación 2027 en los grados con mayor brecha: concentrar los esfuerzos comerciales y de difusión en 3° EP y 3° ES para acercar la matriculación efectiva a la meta de ocupación del 85%, sin requerir cambios en la capacidad instalada.
2. Complementar el pronóstico con un análisis demográfico provincial: incorporar a la planificación la evolución de la natalidad en Tucumán (de caída menos pronunciada que la media nacional) para calibrar con prudencia los escenarios de crecimiento, especialmente en los grados de ingreso.
3. Monitorear trimestralmente las inscripciones: establecer un seguimiento periódico de las inscripciones reales contra el pronóstico por grado, que permita ajustar a tiempo las acciones de captación o evaluar modificaciones en la oferta si los desvíos se sostienen.



4. Sistematizar la recolección de indicadores blandos: registrar de manera estructurada la rematriculación, la morosidad y la satisfacción familiar, de modo de poder incorporarlos como nuevas metas.

5. Revisar periódicamente los modelos: actualizar los modelos de pronóstico y de optimización cada ciclo lectivo, incorporando los nuevos datos de matriculación y recalibrando las metas para mantener vigente el análisis.

6. Replicar el enfoque en la red Active: extender la metodología a los demás colegios administrados por la red, de modo de obtener una visión consolidada de la planificación y detectar patrones comunes entre instituciones.

Conclusiones

El desarrollo de este trabajo permitió comprobar que la incorporación de herramientas de análisis cuantitativo transforma la planificación de la matrícula: la convierte de una decisión apoyada en la intuición y la experiencia en un proceso fundamentado en evidencia, replicable y auditable. La articulación de dos técnicas complementarias fue, en este sentido, el principal aporte del estudio. El pronóstico de series de tiempo respondió a la pregunta de cuántos alumnos cabe esperar en cada grado, mientras que la programación por metas resolvió cuántos conviene matricular para conciliar objetivos que compiten entre sí. Su combinación hizo posible pasar de una proyección meramente descriptiva a una decisión normativa fundamentada, que alcanzó una solución con desvíos totales de apenas cuatro alumnos en el nivel primario y de 3,7 en el secundario sobre una matrícula superior a los 250 alumnos por nivel: una medida concreta del alto grado de conciliación logrado entre las metas institucionales.



Más allá de ese resultado global, el análisis ofreció un diagnóstico preciso de los puntos de tensión del sistema. Los grados 3° EP y 3° ES se revelaron como los de mayor brecha respecto de la meta de ocupación del 85%, lo que orienta con claridad dónde concentrar los esfuerzos de captación, siempre limitados, en lugar de distribuirlos de manera uniforme. La selección de los métodos de pronóstico, por su parte, no fue arbitraria: surgió de comparar cuatro técnicas bajo un criterio objetivo de error. Que la Regresión Lineal prevaleciera en ocho de los diez grados confirmó la existencia de una tendencia estructural de crecimiento, mientras que la conveniencia del método de promedio simple en los dos grados de incorporación más reciente puso de manifiesto que no existe un método universalmente superior, sino que su idoneidad depende de la cantidad y el comportamiento de los datos.

El trabajo también dejó en claro que un pronóstico basado en la tendencia es válido únicamente mientras se sostengan las condiciones que la generaron. La pronunciada caída de la natalidad argentina, que se proyecta en una reducción cercana al 27% de la matrícula primaria nacional hacia 2030, constituye un factor de riesgo capaz de moderar el crecimiento histórico del colegio, particularmente en los grados de ingreso. Reconocer ese límite no debilita el modelo, sino que lo vuelve más prudente: no reemplaza el juicio de la dirección, sino que lo enriquece y exige un monitoreo continuo de las inscripciones reales durante el ciclo previo a 2027.

La realización del trabajo, desde el relevamiento inicial hasta la resolución de los modelos, dejó además aprendizajes que trascienden los resultados numéricos. El primero fue descubrir que el dato real es bastante más complejo que el dato de manual: una parte considerable del esfuerzo se destinó a filtrar, depurar y reconstruir la matrícula



histórica por grado, y a decidir qué grados contaban con observaciones suficientes para pronosticar. En estrecha relación con ello, comprendimos que la elección de cada método exige criterio antes que automatismo, y que apoyarse en una medida de error objetiva permite decidir con fundamento y no por preferencia.

Un segundo aprendizaje, quizás el más valioso, fue advertir la distancia que media entre los objetivos tal como los expresa la dirección y su traducción a un modelo cuantitativo. La entrevista con uno de los propietarios reveló cinco objetivos institucionales, pero solo tres admitían una formulación directa con la información disponible; entender por qué la rematriculación y la satisfacción familiar debían conservarse como contexto de gestión fue tan importante como construir el modelo en sí. En ese ejercicio, la programación por metas demostró reflejar, mejor que cualquier otra herramienta, la lógica real de la conducción, que rara vez persigue un único objetivo y casi siempre debe equilibrar prioridades en tensión.

Finalmente, el proceso reforzó la idea de que un modelo vale sobre todo por su capacidad de sostenerse en el tiempo y de ser compartido. Incorporar el contexto demográfico nos enseñó a cuestionar los supuestos de nuestros propios pronósticos, y la coordinación del relevamiento, el procesamiento en QM for Windows, la optimización en Solver y la redacción final mostró que la integración, tanto técnica como humana, es parte inseparable del resultado. Por eso el verdadero valor del trabajo no se agota en los cupos sugeridos para 2027, sino en haber construido un procedimiento sistemático, documentado y replicable, capaz de extenderse a los demás colegios de la red Active y de convertir la planificación en un activo institucional.



En definitiva, el estudio no solo respondió a las preguntas de investigación planteadas, sino que dotó a la institución de una metodología concreta para anticipar su demanda y asignar sus recursos con criterios objetivos, demostrando que la profundidad del análisis reside menos en la sofisticación de cada técnica aislada que en su integración coherente al servicio de un problema de gestión real.

Referencias

- De Simone, M., Alzú, M. S., y Nistal, M. (2026). *Presente y futuro de la cantidad de alumnos por docente y por grado*. Observatorio de Argentinos por la Educación.
- Dirección Nacional de Población. (2025). *Natalidad y educación en Argentina. Perspectivas a futuro*. Ministerio del Interior de la Nación.
<https://www.argentina.gob.ar/interior/renaper/estadistica-de-poblacion/natalidad-y-educacion-en-argentina-perspectivas-futuro>
- Instituto Argentino. (s.f.). Nosotros. Recuperado el 7 de junio de 2026, de
<https://www.institutoArgentino.edu.ar/nosotros>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2023). *Dossier estadístico de niños, niñas y adolescentes*. INDEC. <https://www.indec.gob.ar>
- Render, B., Stair, R. M., Hanna, M. E., y Hale, T. S. (2016). *Métodos cuantitativos para los negocios* (12.^a ed.). Pearson Educación.
- Schildkamp, K. (2019). Data-based decision-making for school improvement: Research insights and gaps. *Educational Research*, 61(3), 257-273.
- Schildkamp, K., Lai, M. K., y Earl, L. (Eds.). (2013). *Data-based decision making in education: Challenges and opportunities*. Springer.



Apéndice

A continuación se presenta el detalle de los pronósticos obtenidos por grado del Instituto Argentino, incluyendo el método ganador para cada uno de los diez grados analizados. El detalle completo de los cálculos por método —con MAD, MSE, Error Estándar y MAPE para los cuatro métodos comparados— se encuentra en el archivo Excel adjunto al presente trabajo, en la hoja correspondiente a cada grado del colegio y en la hoja "Mejor Método". El planteo y resolución del modelo de Programación por Metas, con las variables de decisión, las variables de desviación, las restricciones, la función objetivo y la solución óptima obtenida por Solver de Excel, se encuentran en el mismo archivo Excel adjunto, en las hojas "Modelo Primaria", "Modelo Secundaria" y "Resumen".

Tabla 1

Pronósticos de matrícula 2027 por grado, Instituto Argentino. 1° EP: demanda 45, capacidad 51, método ganador Regresión Lineal. 2° EP: demanda 42, capacidad 50, método ganador Regresión Lineal. 3° EP: demanda 40, capacidad 50, método ganador Regresión Lineal. 4° EP: demanda 42, capacidad 50, método ganador Regresión Lineal. 5° EP: demanda 43, capacidad 50, método ganador Regresión Lineal. 6° EP: demanda 42, capacidad 50, método ganador Regresión Lineal. 1° ES: demanda 44, capacidad 50, método ganador Regresión Lineal. 2° ES: demanda 47, capacidad 54, método ganador Regresión Lineal. 3° ES: demanda 32, capacidad 42, método ganador Promedio Móvil Simple con $n=2$. 4° ES: demanda 34, capacidad 36, método ganador Promedio Móvil Simple con $n=2$. Totales: demanda primaria 254 sobre capacidad 301 (84,4% de ocupación esperada); demanda secundaria 157 sobre capacidad 182 (86,3% de ocupación esperada).