

Proyecto Final

Ciencia de Datos Aplicada

Primera Entrega

Juan Manuel Perez Sanchez
Felipe Nuñez Pinillos

2025-2

[10%] Definición de la problemática y entendimiento del negocio

La organización cliente es la Secretaría de Hacienda de Bogotá y el operador técnico la SED a través de la estrategia de Justicia Escolar Restaurativa (JER); el problema es que la evidencia crítica sobre convivencia, satisfacción y resultados del programa está contenida en entrevistas y relatos no estructurados, lo que dificulta convertirla en insumo evaluativo. Existían barreras que impedían analizar la información cualitativa en formas más eficientes, que a su vez disminuyeran la parcialización de la cual sufren las técnicas de análisis cualitativo usadas en proyectos de análisis de impacto.

Proponemos una evaluación con NLP cuyo objetivo es estimar, con rigor y trazabilidad, la satisfacción de la comunidad educativa y el éxito programático de JER. La metodología contempla: (i) preparación del corpus (ii) análisis de sentimientos con adaptación al dominio para estimar polaridad e intensidad por actor, localidad y tiempo; y (iii) modelado de temas (LDA/BERTopic) para identificar tópicos latentes vinculados a prácticas y resultados esperados, con coherencia temática y citas ejemplares que permitan interpretar hallazgos.

[10%] Ideación

Proponemos un Panel Sentimientos–Temas JER, orientado a responder, con la mínima complejidad técnica, tres preguntas esenciales: (i) ¿cómo se sienten los distintos actores frente a la convivencia y las prácticas restaurativas?, (ii) ¿de qué temas hablan realmente y en qué medida dichos temas se alinean con el marco restaurativo que guía el programa?, y (iii) ¿existen diferencias relevantes por localidad y según si el Manual de Convivencia fue actualizado o no. El producto se materializa en un tablero único con filtros por actor, localidad, periodo y estado del Manual (actualizado/no), y dos vistas analíticas: una de sentimientos y otra de temas. Todas las visualizaciones incorporan citas ancla que permiten rastrear cada resultado al fragmento original, garantizando trazabilidad y lectura cualitativa.

Los usuarios potenciales del producto de datos son, principalmente, los analistas y decisores de la Secretaría de Hacienda de Bogotá, los equipos de la SED que lideran la estrategia de Justicia Escolar Restaurativa (JER) y los equipos directivos, orientadores y facilitadores de los colegios. Hoy, sus procesos se basan en informes narrativos heterogéneos y dispersos que requieren lectura manual, carecen de trazabilidad hasta la cita original y dificultan la comparación por actor, localidad y estado de adopción del Manual de Convivencia; esto se traduce en altos costos de tiempo, subjetividad en la interpretación y poca capacidad para articular evidencia cualitativa con decisiones presupuestales o ajustes pedagógicos.

[10%] Responsable

El proyecto se apoya en un marco pedagógico restaurativo que exige cuidado, respeto y confidencialidad en el tratamiento de las voces de la comunidad educativa. En las prácticas restaurativas la confidencialidad no es solo un requisito operativo sino un valor constitutivo del proceso dialógico; por ello, cualquier uso de entrevistas y relatos debe preservar la dignidad de quienes participan y minimizar el riesgo de daño secundario por exposición o estigmatización.

Desde el punto de vista regulatorio, el tratamiento de entrevistas —que potencialmente contienen datos personales y, en algunos casos, de niños, niñas y adolescentes— se rige por la Ley 1581 de 2012 y su Decreto 1377 de 2013:

1. Contar con autorización previa, expresa e informada.
2. Observar principios de finalidad, libertad, veracidad, transparencia, acceso y circulación restringida, seguridad y confidencialidad.
3. Garantizar los derechos de habeas data (conocer, actualizar, rectificar y suprimir).

En el contexto escolar, la Ley 1620 de 2013 y su reglamentación establecen el Sistema Nacional de Convivencia Escolar y un sistema de información para casos de acoso o vulneración de derechos. La analítica propuesta no debe confundirse con registros disciplinarios ni permitir reidentificación, sino aportar lectura agregada de clima y prácticas restaurativas; en términos de gobernanza, las salidas deben articularse con los Manuales de Convivencia y rutas institucionales, manteniendo el debido proceso y la reserva de la información sensible

Riesgos específicos y mitigaciones.

1. Riesgo de reidentificación: se aplicará anonimización/pseudonimización estricta, supresión de nombres propios, lugares y combinaciones cuasi-identificadoras; publicación solo de agregados con umbrales mínimos por actor/localidad.
2. Sesgo y discriminación en sentimiento y temas: se construirá un léxico restaurativo y un set de entrenamiento anotado por expertos pedagógicos; se evaluará equidad por actor y territorio y se documentarán errores frecuentes, con revisión humana de tópicos ambiguos.
3. Daño por uso secundario: se limitará la finalidad al mejoramiento pedagógico y de convivencia, prohibiendo usos sancionatorios o disciplinarios del análisis cualitativo.
4. Transparencia y explicabilidad: cada visualización incluirá metadatos de método, límites de interpretación y enlaces a citas; se mantendrán bitácoras de auditoría de consultas y exportaciones.
5. Seguridad: cifrado en tránsito y en reposo; control de acceso por rol; retención limitada al tiempo necesario y eliminación segura conforme a la política de tratamiento. Estas medidas son coherentes con el valor de confidencialidad en JER y con la ruta institucional de actualización de Manuales de Convivencia con enfoque restaurativo.

Los datos disponibles para el proyecto ya han sido anonimizados por los entrevistadores y transscriptores. Se cuenta con el conocimiento y consentimiento de la Secretaría de Hacienda y la Secretaría de Educación para el manejo y análisis de la información proporcionada.

[15%] Enfoque analítico

Preguntas e hipótesis de negocio

El análisis se orienta por tres preguntas:

1. ¿La satisfacción expresada en entrevistas (polaridad e intensidad del sentimiento) es mayor en colegios con Manual de Convivencia actualizado que en los no actualizados? (H1: $\Delta > 0$)
2. ¿La prevalencia de temas alineados con prácticas restaurativas (p. ej., círculos, acuerdos reparadores, participación) es más alta en colegios con Manual actualizado? (H2)
3. ¿Existen diferencias por actor (estudiantes, docentes, directivos, orientadores) en sentimiento y en temas, y se reduce la brecha tras la actualización del Manual? (H3)

Diseño de experimentación.

Se construirá un corpus anonimizado y segmentado por actor–localidad–periodo, con etiqueta binaria manual actualizada. Para contrastar H1–H3, se estimaron diferencias de medias/proporciones con tests no paramétricos (Mann–Whitney/Kruskal–Wallis) y modelos GLM (logit/ordinal) con efectos fijos por localidad y errores agrupados por colegio.

Técnicas analíticas y de ML

El análisis se estructura en dos líneas complementarias: sentimientos y temas. Para sentimientos seguiremos un enfoque híbrido que combine un corpus robusto en español (p. ej., TASS/InterTASS) con un suplemento léxico cocreado con el equipo cualitativo. Con ese material entrenaremos un modelo supervisado sobre una muestra de entrevistas, de modo que el sistema aprenda a distinguir positivo, neutral y negativo y a estimar intensidad. Cuidaremos fenómenos lingüísticos clave (negación, intensificadores, ironía y polisemia) y calibramos las probabilidades para que “70% de confianza” signifique, efectivamente, 7 de cada 10 aciertos. El resultado se entrega por actor, localidad y periodo, siempre con citas ancla que permiten verificar el juicio del modelo.

Para temas utilizaremos LDA por su interpretabilidad: agrupa fragmentos en ideas recurrentes y ofrece listas de palabras que un lector puede comprender y nombrar. Determinaremos el número de temas buscando el mejor equilibrio entre detalle y claridad, y validaremos con lectura experta y ejemplos textuales. Como prueba de sensibilidad, podremos contrastar con un enfoque basado en embeddings (p. ej., BERTopic) para confirmar que los agrupamientos no cambian sustancialmente. Además, cada tema se alinearán con un glosario restaurativo (valores y prácticas como círculos, acuerdos reparadores, cuidado, corresponsabilidad) produciendo un puntaje de alineación entre 0 y 1 que indique cuánto refleja el enfoque pedagógico. Todo el pipeline parte de anonimización y segmentación con metadatos mínimos (actor, localidad, periodo, estado del Manual), aplica normalización en español (stopwords, lematización, variantes locales) y elimina duplicados o plantillas para evitar sesgos.

Visualización y lectura pedagógica

La comunicación de resultados privilegiará gráficos explicables: heatmaps de sentimiento por localidad \times actor, rankings de tópicos con coherencia y citas ancla para cada tema, barras apiladas de alineación temática por colegio/actor y comparaciones pareadas Manual actualizado y no actualizado. Todas las vistas enlazan a las citas fuente para trazabilidad y permiten filtrar por actor, localidad y periodo.

Métricas de calidad y criterios de aceptación

Sentimientos

El modelo se considera listo para uso si, al compararlo contra una muestra etiquetada por humanos:

1. Mantiene un desempeño alto y equilibrado entre clases (en términos sencillos, acierta al menos 8 de cada 10 casos, sin caer claramente en alguna clase)
2. Sus probabilidades están bien calibradas (cuando dice 70% para “positivo”, acierta 7/10)
3. Muestra equidad: el rendimiento no varía más de 5 puntos entre actores o localidades, es decir, no penaliza a estudiantes frente a docentes, ni a una localidad frente a otra (a menos que lo amerite).

Temas

El modelado se acepta cuando:

1. Los temas resultan coherentes y nombrables por un lector independiente (las palabras “encajan” sin forzar la interpretación);
2. Hay estabilidad: si repetimos el proceso, los temas principales se parecen y conservan su vocabulario esencial;
3. La revisión humana confirma la interpretación mediante pequeñas pruebas (detectar fragmentos “intrusos”) con alto acuerdo entre evaluadores; y
4. Cada tema relevante viene acompañado de citas ancla que sustentan por qué ese grupo de textos significa lo que decimos que significa.

Alineación pedagógica

El puntaje de alineación (0–1) debe corresponderse con el juicio experto: al revisar los k fragmentos mejor puntuados de cada tema, se esperaría que al menos 3 de cada 4 deberían reflejar genuinamente valores/prácticas restaurativas. Además, la clasificación automática y la codificación humana deben moverse en la misma dirección (consistencia cualitativa).

[10%] Recolección de datos

Se cuenta con las siguientes fuentes:

- Documentos Institucionales:
 - 02_Justicia_Escolar_Restaurativa (documento oficial y central del programa)
 - 03_Practicas_Restaurativas_Colegios (manual de prácticas restaurativas)
 - 04_Caja_Herramientas_JER
 - 05_Programa_Integral_Educacion_SED
 - 08_Orientaciones_Manuales_Convivencia_ISBN
 - 09_Orientaciones_Pedagogicas_Para_Integrar_Colegios_De_Bogota
- Manuales de Convivencia
 - Manuales de Convivencia de los 13 colegios de la muestra
- Entrevistas Participantes
 - 26 anexos de estudiantes (actividad escrita)
 - 13 entrevistas a directivos
 - 13 docentes
 - 26 entrevistas a estudiantes (actividad grupal)
 - 10 entrevistas a familiares
 - 3 entrevistas a SED

Variables de Interés:

- Localidad: Localidad de la ciudad de Bogotá en la que está ubicada el colegio.
- Ajuste a Manual de convivencia: Si se realizaron o no ajustes al manual de convivencia debido a la implementación de JER
- Sentimiento: Escala de -1 a 1, donde -1 es Muy Negativo y 1 Muy Positivo.
- Tópicos Recurrentes: Tópicos recurrentes identificados mediante análisis de tópicos, sus similitudes y diferencias en el relato de los documentos institucionales y los diferentes actores

Estado de los Datos: Se definió por profesionales cualitativos una lista de tópicos relevantes, generando así, un libro de códigos. Este libro contiene algunos temas recurrentes, la idea es que el análisis de tópicos pueda comprender temas similares, a su vez se tiene una codificación manual del 35% de las entrevistas disponibles, que funcionaran como un set de datos de entrenamiento.

[35%] Entendimiento de los datos

Para el entendimiento de datos realizamos el siguiente proceso. Comenzamos con un NER (Named Entity Recognition) es una técnica que extrae entidades mencionadas en un texto y las clasifica por tipo. En este caso para realizar este análisis utilizamos la librería de la Universidad de Stanford (*Stanza*), esta librería nos ofrece las siguientes características PER (persona), LOC (lugar), ORG (organización), MISC (miscelánea). Con base en lo anterior, se decidió normalizar los textos, paso clave para construir nubes de palabras confiables: “limpiamos” cada documento quitando HTML, enlaces y correos; corregimos comillas/guiones atípicos; removimos caracteres extraños; unificamos minúsculas (preservando siglas relevantes como SED o JER); y estandarizamos espacios. Esto reduce ruido, evita duplicidades (p. ej., “Justicia”, “justicia”, “justicia.”) y produce frecuencias comparables entre fuentes.

Finalmente, realizamos un análisis de unigramas y bigramas para construir nubes de palabras que capturan tanto términos individuales como co-ocurrencias relevantes. Eliminamos stopwords, controlamos la sensibilidad a mayúsculas, y aplicamos umbrales mínimos de frecuencia para filtrar combinaciones espurias. Los unigramas nos permiten ver los ejes léxicos dominantes; los bigramas revelan asociaciones clave (p. ej., “justicia restaurativa”, “convivencia escolar”) que ayudan a interpretar temas, prácticas y actores del programa con mayor precisión. Con ello, obtenemos visualizaciones más expresivas y una base cuantitativa sólida para los hallazgos del análisis cualitativo. Para un mejor entendimiento se debe observar el archivo *eda.ipynb* que incluye el análisis a detalle.

[10%] Conclusiones iniciales

En conjunto, lo que muestran el NER y las nubes de palabras es un mismo hilo, se desea más convivencia y paz y sabemos que el reto es el conflicto. En los documentos y manuales aparecen muchas entidades de tipo ORG y MISC (SED, comités, decretos, artículos), y en LOC salen varias localidades de Bogotá, lo que indica un trabajo con reglas claras y presencia territorial. En PER casi no hay nombres propios: se habla de roles como docente, orientador(a), rector(a), padre/madre, lo que refuerza que el programa está pensado para equipos y no para personas aisladas. En cuanto al lenguaje, lo positivo se concentra en paz, convivencia, diálogo, participación, reconocimiento, cuidado/autocuidado, reflexión, acuerdos; lo negativo gira alrededor de conflicto y, según la voz, se añaden problema, pelea, tensión, mal, rabia, chisme (más en estudiantes/anexos) y falta, daño, dificultades (más en manuales).. Como acciones próximas:

- Crear un glosario restaurativo a partir de las palabras frecuentes, incluyendo los distintos actores que están involucrados en el proyecto y las palabras de satisfacción e insatisfacción.
- Realizar otra normalización de los datos eliminando palabras que no aportan valor identificadas en la nube de palabras

Anexos:

Mockup:

Panel de Evaluación - Justicia Escolar Restaurativa

Análisis de sentimientos y temas • Secretaría de Educación de Bogotá

