



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

**Departamento: DIIT**

**Programa de acreditación: CyTMA2**

**Programa de Investigación<sup>1</sup>:**

**Código del Proyecto: C2-ING-126**

**Título del proyecto**

Aprendizaje automático aplicado al procesamiento de lenguaje natural

**PI Dependencia Compartida:**

*Elija un elemento.*

**PI Interdepartamental:**

*Elija un elemento.*

**Informe Final**

**Director: Mg. Ing. Marcelo Dante Caiafa**

**Codirector: Mg. Ing. Ariel Aurelio**

El presente documento se propone relevar las actividades acontecidas a lo largo del desarrollo del proyecto de investigación, con especial foco en las transferencias producidas a los efectos de difundir los resultados alcanzados. Esto se enmarca en las Políticas de la Secretaría de CyT UNLaM, bajo el lema de que el conocimiento científico es conocimiento comunicado. En la práctica científica habitual, este es transferido mediante distintos tipos de producciones: publicaciones en eventos científicos, libros, capítulos de libros, entre otras, destacándose particularmente el Artículo Científico/paper.

<sup>1</sup> Los Programas de Investigación de la UNLaM están acreditados con resolución rectoral, según lo indica la Resolución HCS N° 014/15. Acerca de los **Lineamientos generales para el establecimiento, desarrollo y gestión de Programas de Investigación UNLaM**, sugerimos consultar en el Departamento Académico correspondiente a la inscripción del proyecto.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

### A. Resumen del proyecto<sup>2</sup> (Desarrolle en no más de dos páginas.)

La analítica del aprendizaje se refiere a la medición, recopilación, análisis e informes de datos relacionados con los estudiantes y sus entornos de aprendizaje. La medición del desempeño sobre ambientes virtuales de aprendizaje se ha convertido en una interesante herramienta para comprender y optimizar la experiencia educativa en plataformas digitales. Este trabajo se basó en la utilización de técnicas de procesamiento de lenguaje natural para identificar las distintas variables a partir de las transcripciones de los registros grabados durante las clases y la aplicación de modelos de aprendizaje automático para medir su desempeño. En el contexto de la educación en línea, uno de los principales desafíos radica en evaluar de manera objetiva y automática la participación de los estudiantes y docentes en clases grabadas, ya que las interacciones son más difíciles de observar directamente en comparación con las clases presenciales. Las plataformas de educación en línea suelen generar grandes volúmenes de datos textuales derivados de interacciones como foros, chats, y transcripciones de clases grabadas. La participación es un factor clave para el aprendizaje, y se evalúan dimensiones de compromiso, el enfoque y la experiencia de los estudiantes.

El uso de técnicas avanzadas de IA, como el PLN y ML, en el análisis de la participación en clases grabadas tiene el potencial de transformar la manera en que se evalúan los entornos de aprendizaje virtuales. El estudio analizó las interacciones mediante la identificación de variables y la elaboración de los indicadores de desempeño relacionados a las dimensiones conductual, emocional y cognitiva.

Los resultados pretenden aportar valor en la mejora de los procesos educativos en línea para optimizar la experiencia de aprendizaje. La disponibilidad de datos genera las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los parámetros a identificar para medir desempeño en ambientes virtuales de aprendizaje?
- ¿Cómo se pueden utilizar técnicas de NLP y ML para generar herramientas de medición?

El objetivo general del proyecto se trató el desarrollo de un sistema basado en técnicas de ML y NLP para analizar y medir la participación de docentes y estudiantes en las clases utilizando como base los registros correspondientes a la grabación de clases sincrónicas en entornos virtuales. El trabajo responde a los objetivos específicos de construcción de modelos que permitan la identificación de variables para un análisis cuantitativo del desempeño de los estudiantes en clases virtuales sincrónicas, elaboración de indicadores de desempeño en los ámbitos cognitivo, emocional y social a partir del desarrollo de herramientas para medir, calcular y representar los resultados de indicadores de desempeño.

El trabajo se estructura en cinco etapas ejecutadas secuencialmente. Para la ejecución de la parte operativa se recurrió a la definición de etapas que se ajusta a un proyecto de análisis de datos: recolección de datos, procesamiento de datos, elaboración de indicadores, construcción del modelo de aprendizaje automático, evaluación y validación. Se utiliza Python y sus librerías como lenguaje de programación.

Respecto a los resultados se concluye que en la distribución de la variable preguntas formuladas por clase se observa una clara preponderancia del hablante A, identificado como el docente. El resto de los hablantes, desde B, C, etc en adelante, corresponden a diferentes alumnos. La participación de los estudiantes en términos de preguntas formuladas, alcanza su máximo en la clase 9, precisamente la que corresponde como clase previa a la fecha prevista de examen.



Figura 1: Distribución de preguntas realizadas. Fuente: Elaboración propia

<sup>2</sup> Actualizar todos los ítems en el **Banco de datos de actividades de CyT del SIGEVA UNLAM** (del Director y de los integrantes del Proyecto), en especial “**Antecedentes y Producciones y Servicios**”. Ver: [www.youtube.com/@cvtunlam](https://www.youtube.com/@cvtunlam)



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

En el siguiente gráfico se observa la distribución de respuestas y se destaca cierto balance entre las respuestas del docente y la de los alumnos en la mayoría de las clases. En la clase 9 se destaca la participación del alumno identificado como hablante B siendo su cantidad de intervenciones aún mayor a la del docente (hablante A).

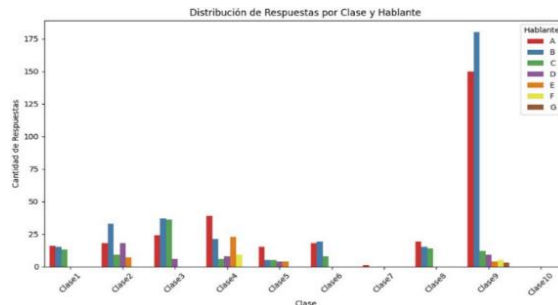


Figura 2: Distribución de respuestas formuladas. Fuente: Elaboración propia

Para enriquecer el análisis hacemos resulta interesante realizar un cruce entre preguntas y las respuestas de docente y estudiante respectivamente. Para eso se registra en la siguiente figura y se comprueba que no existe adecuado balance entre ambas. Es importante aclarar que se grafica la cantidad de respuestas de alumnos en función de preguntas de docente para las distintas clases. Se observa que la cantidad de preguntas del docente superan en un orden de magnitud a las respuestas de los estudiantes.

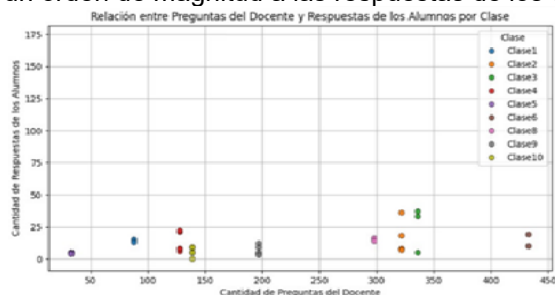


Figura 3: Cruce de preguntas de docente y respuestas de alumnos. Fuente: Elaboración propia

Se realiza ahora un segundo cruce de variables, de forma de graficar la cantidad de preguntas formuladas por los estudiantes en función de las respuestas del docente. En este caso se asemeja a recta con pendiente de  $m=0.5$ , lo que refleja cierto equilibrio en la cantidad de participaciones, por cada pregunta de alumno hay dos respuestas del docente.

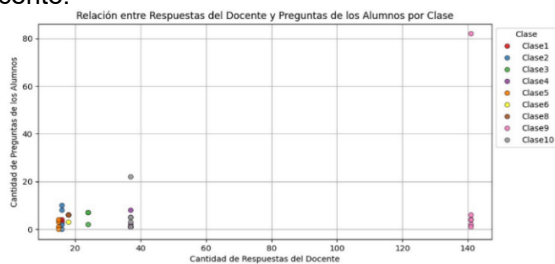


Figura 4: Cruce de preguntas de alumnos y respuestas de docente. Fuente: Elaboración propia

Las conclusiones del proyecto permiten valorar la utilización de modelos de ML dentro de la experiencia del proceso enseñanza-aprendizaje como una competencia necesaria dentro del entorno analítico de datos. El trabajo ofreció una aproximación al contexto productivo de las técnicas del NLP con la limitación que depende de un postprocesamiento, si bien resulta útil para una evaluación no aplica en tiempo real. Los resultados obtenidos han validado que es posible clasificar los niveles de participación de los estudiantes y docentes utilizando las tecnologías referenciadas y los indicadores propuestos tomados como referencia. La combinación de NLP para el análisis de texto y ML para la clasificación de las interacciones ha permitido identificar patrones relevantes en el desempeño de los estudiantes su compromiso en la participación activa, como la intensidad emocional en las respuestas, y la calidad de la experiencia educativa.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

Como futuros trabajos está previsto avanzar en el análisis predictivo de las tasas de graduación, las tasas de abandono y el rendimiento académico. Se considera la posibilidad de construir un gemelo digital áulico para analizar el desempeño de los estudiantes frente a distintas situaciones educativas.

**B. Informar *cada* producción con filiación UNLaM que derive de la presente investigación (artículo de revista/papers, libro, parte de libro, trabajos en eventos publicados/ponencia, etc.). Anexar los textos de las producciones en SIGEVA UNLAM.<sup>3</sup>**

Tipo de Producción	Artículos publicados en revistas
Título	Proyecto de análisis de datos de servicios evaluado con rúbricas analíticas
Autor/es	Caiafa Marcelo Dante, Aurelio Ariel, Bevilacqua Alejandro
Editorial	South Florida Publishing LLA
Fecha	14 de octubre 2024
Situación	Publicado
DOI y/o Enlace/link (solo si está publicado)	<a href="https://ojs.southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/view/4486">https://ojs.southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/view/4486</a>

Tipo de Producción	Artículos publicados en revistas
Título	Vinculación Profesional para el monitoreo de servicios TICs utilizando Big Data
Autor/es	Caiafa Marcelo Dante, Aurelio Ariel, Bevilacqua Alejandro
Editorial	Editora Artemis
Fecha	07 de diciembre de 2024
Situación	Publicado
DOI y/o Enlace/link (solo si está publicado)	<a href="https://editoraartemis.com.br/catalogo/post/vinculacion-profesional-para-el-monitoreo-de-servicios-de-tics-utilizando-big-data">https://editoraartemis.com.br/catalogo/post/vinculacion-profesional-para-el-monitoreo-de-servicios-de-tics-utilizando-big-data</a>

<sup>3</sup> Los archivos deberán estar en formato PDF, a texto completo. Podrán ser publicados en el Repositorio Digital UNLaM, bajo Licencias Creative Commons. Será evaluada la inclusión en el Repositorio aquellas publicaciones que poseen una licencia diferente o declaración de copyright.



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

Tipo de Producción	Trabajos en eventos C-T publicados
Título	Analítica de espacios virtual de aprendizaje aplicando técnicas de inteligencia artificial
Autor/es	Caiafa Marcelo Dante, Bevilaqqua Alejandro y Gustavo Mauricio Rosales
Editorial	TEyET 2025
Fecha	13 de junio 2025
Situación	En prensa
DOI y/o Enlace/link (solo si está publicado)	<a href="https://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/TE-yET/announcement/view/86">https://teyet-revista.info.unlp.edu.ar/TE-yET/announcement/view/86</a>

Tipo de Producción	Artículos publicados en revistas
Título	ANALÍTICA DE INTERACCIONES EN UN AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAJE APLICANDO TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL
Autor/es	Caiafa Marcelo Dante, Bevilaqqua Alejandro y Gustavo Mauricio Rosales
Editorial	REDDI
Fecha	31 de julio 2025
Situación	Publicado
DOI y/o Enlace/link (solo si está publicado)	<a href="https://reddi.unlam.edu.ar/index.php/ReDDi/article/view/265">https://reddi.unlam.edu.ar/index.php/ReDDi/article/view/265</a>



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

Tipo de Producción	Artículos publicados en revistas
Título	Prueba de concepto de gemelo digital áulico implementado a partir de analítica en clases virtuales sincrónicas
Autor/es	Caifa Marcelo Dante, Bevilaqca Alejandro y Gustavo Mauricio Rosales
Editorial	Editorial ATENA
Fecha	3 de octubre de 2025
Situación	Publicado
DOI y/o Enlace/link (solo si está publicado)	<a href="https://atenaeditora.com.br/catalogo/artigo- revista/prueba-de-concepto-de-gemelo-digital-aulico-implementado-a-partir-de-analitica-en-clases-virtuales-sincronicas">https://atenaeditora.com.br/catalogo/artigo- revista/prueba-de-concepto-de-gemelo-digital-aulico-implementado-a-partir-de-analitica-en-clases-virtuales-sincronicas</a>

**C. Vinculación<sup>4</sup>:** Indicar conformación de redes, intercambio científico con actores externos, con otros grupos de investigación; desarrollos; con el ámbito productivo o con entidades públicas, etc. Desarrolle en una página.

Es importante mencionar además la presentación del trabajo en el Congreso TEyET 2025 realizado en la Universidad Nacional de Avellaneda los días 12 y 13 de junio.

La articulación con el departamento de ciencias básicas para la asignatura de Física fue de suma importancia ya que permitió coleccionar suficiente volumen de datos en sus clases sincrónicas remotas para realizar un adecuado entrenamiento de los modelos de aprendizaje automático.

**D. Otra información. Incluir toda otra información que el Director considere pertinente.**

Se destaca la participación de Gustavo Mauricio Rosales, estudiante de ingeniería informática dentro del equipo de trabajo, desarrollando sus primeras experiencias en las tareas de investigación académica. Se desempeñó como becario en el proyecto durante el año 2025.

---

<sup>4</sup> Entendemos por acciones de “vinculación” aquellas que tienen por objetivo dar respuesta a problemas, generando la creación de pro



<b>Código</b>	FPI-009
<b>Objeto</b>	Guía de elaboración de Informe de avance/final de proyecto
<b>Usuario</b>	Director de proyecto de investigación
<b>Autor</b>	Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UNLaM
<b>Versión</b>	8
<b>Vigencia</b>	19/09/2024

#### E. Cuerpo de anexos:

- Anexo I:
  - FPI-013: Evaluación de alumnos integrantes. (de corresponder)
  - FPI-014: Comprobante de liquidación y rendición de viáticos. (de corresponder)
  - FPI-015: Rendición de gastos del proyecto de investigación.
  - FPI-035: Formulario de reasignación de fondos en Presupuesto. (de corresponder)

Firma y aclaración Director Proyecto

Fecha: 12 de Febrero de 2026