TIES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior
www.ties.unam.mx

Experiencia en un proyecto de IA educativo para la detección de dificultades matemáticas, basado en emociones y desempeño estudiantil

Nelly Rigaud Téllez
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Aragón, Estado de México, México.
ORCID: 0000-0002-2719-5464

Arturo Rodríguez García
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Aragón, Estado de México, México.
ORCID: 0000-0001-8523-3214

Judith Mayte Flores Pérez
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Estado de México, México.
ORCID: 0009-0003-3610-9737

Viviana Flores Herrera
Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur,México.
ORCID: 0009-0008-1705-9232

Marcelo Daniel Pérez Maceda
Consultor Psicológico, Estado de México, México.
ORCID: 0009-0003-9068-7263

Roberto Blanco Bautista
Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Aragón, Estado de México, México.
ORCID: 0009-0003-2875-6678

Recepción: 4 de noviembre de 2024.
Aceptación: 22 de agosto de 2025.

Septiembre 2025 • número de revista 13 • DOI: 10.22201/dgtic.26832968e.2025.13.50

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0). 2683-2968/© 2025 TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior es editada por la Universidad Nacional Autónoma de México a través de la Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación. ISSN: 2683-2968. Reserva de Derechos de Autor: 04-2019-011816190900-203

TiES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior
www.ties.unam.mx

Experiencia en un proyecto de IA educativo para la detección de dificultades matemáticas, basado en emociones y desempeño estudiantil

Resumen

El éxito de un proyecto de IA educativa depende, en gran medida, de su gestión, colaboradores y talento, así como de la infraestructura tecnológica disponible. Realizar un proyecto de IA es una tarea compleja y multifacética que implica varios factores, en la que los riesgos y retos persisten a lo largo de todo su ciclo de vida. El objetivo de este artículo es compartir la experiencia del desarrollo de una solución tecnológica orientada a detectar dificultades de comprensión matemática en estudiantes de carreras de ingeniería y tecnología, mediante el uso de técnicas de IA aplicadas al análisis del desempeño, emociones y expresiones faciales. Para ello, se usaron lineamientos de la norma ISO 21050:2020 en dirección de proyectos con un esquema de trabajo basado en SCRUM. En el procesamiento de imágenes de estudiantes, se usaron técnicas de visión por computadora para el análisis emocional y, posteriormente, redes neuronales convolucionales, asociando patrones emocionales y desempeño, durante momentos de aprendizaje matemático. En cada etapa se describen desafíos, aprendizajes prácticos y experiencias derivadas de su implementación, lo que permite extraer una serie de lecciones aprendidas a partir de esta experiencia.

Palabras Clave: proyecto de IA educativa, clases virtuales de matemáticas, ciclo de vida de proyectos de IA, detección de emociones, experiencia interdisciplinaria, desafíos en gestión de proyectos, Alianza UNAM-HUAWEI.

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

TiES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior
www.ties.unam.mx

Experience in an educational AI proyect for detecting mathematical learning difficulties, based on emotions and student performance

Abstract

The success of an educational AI project depends largely on its management, collaborators, and talent, as well as the available technological infrastructure. Developing an AI project is a complex and multifaceted task, involving multiple factors, with persistent risks and challenges throughout its lifecycle. The objective is to share the experience of developing a technological solution aimed at detecting mathematical comprehension difficulties among engineering and technology students, through the use of AI techniques applied to performance, emotions, and facial expressions analysis. To fulfill this objective, we use ISO21050:2020 guidelines for project management with SCRUM-based work framework. In processing student images, we use computer vision techniques for emotional analysis, followed by convolutional neural networks, associating emotional patterns and performance during moments of mathematical learning. Each phase describes challenges, practical learning, and experiences derived from its implementation. These reflections provide a set of lessons learned for future initiatives in similar contexts.

Keywords: *educational AI project, virtual mathematics classes, AI project lifecycle, emotion detection, interdisciplinary experience, project management challenges, UNAM-HUAWEI Alliance.*

Introducción

La ejecución exitosa de un proyecto de inteligencia artificial (IA) educativa representa un conjunto de desafíos únicos y oportunidades que van más allá de la ideación tecnológica; requiere de una combinación de estrategia, talento y experiencia técnica, recursos y gestión organizada.

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

TiES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior
www.ties.unam.mx

Si bien la literatura especializada reporta aplicaciones de IA en educación, persiste una escasez de estudios que documenten la experiencia de implementación tecnológica, donde colaboran universidad-industria [1]. Particularmente, trabajos existentes sobre iniciativas de IA aplicada a problemáticas educativas concretas no siempre ofrecen una cobertura completa y presentan limitaciones en cuanto al nivel de detalle organizativo, personal y responsabilidades administrativas [2].

El presente trabajo se enmarca en el proyecto "La inteligencia artificial como apoyo a las estrategias de aprendizaje de las matemáticas", una iniciativa impulsada por la Alianza UNAM- HUAWEI, cuya primera etapa concluyó en enero de 2024. El objetivo de este artículo es compartir la experiencia del desarrollo de una solución tecnológica orientada a detectar dificultades de comprensión matemática en estudiantes de carreras de ingeniería y tecnología, mediante el uso de técnicas de IA aplicadas al análisis del desempeño, emociones y expresiones faciales. Lo anterior busca mejorar el aprendizaje de las matemáticas en las Ciencias Físico-Matemáticas e Ingenierías entre alumnos en situación de vulnerabilidad académica de Geometría Analítica, asignatura clave en la formación universitaria. En ésta, se tienen ubicados los temas de cónicas en un rango de temas difíciles de acuerdo con el examen de diagnóstico de la UNAM [3].

Para la comprensión de esta asignatura, además del dominio técnico, es común el lenguaje corporal tanto en docentes como en estudiantes, quienes, conforme se sumergen en el entorno de aprendizaje, expresan ideas matemáticas y experimentan una amplia gama de emociones que influyen en el desempeño. Sin embargo, en una clase en línea, la comunicación no verbal y la interpretación de emociones se ve limitada, más cuando se tratan de captar, de manera inmediata, reacciones emocionales y expresiones de confusión, frustración o desinterés [4]. En este sentido, la disminución de señales emocionales visibles, como expresiones faciales o gestos de confusión, puede limitar la capacidad del docente para ajustar sus estrategias pedagógicas en tiempo real, afectando el vínculo educativo y el desempeño académico [5][6]. Este vínculo de expresiones faciales, emociones y desempeño matemático fue trabajado como un proyecto de IA, lo cual representó retos diversos durante su implementación.

El artículo está organizado por etapas del proyecto, en donde se describe la experiencia vivida en cada una de ellas. En las conclusiones, se presentan reflexiones y lecciones

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

TiES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior
www.ties.unam.mx

prácticas. El valor del presente trabajo se encuentra en presentar la experiencia de innovación educativa centrada en el proceso, la gestión, y los aprendizajes prácticos derivados de su implementación.

Desarrollo

El proyecto se centró en el diseño, implementación y validación de una solución tecnológica orientada a detectar dificultades en el aprendizaje de las matemáticas en estudiantes de los primeros semestres de licenciaturas de ingeniería y tecnología. Este apartado describe las experiencias a lo largo de sus principales fases: (1) Conformación del equipo interdisciplinario, (2) Planeación y diseño del proyecto, (3) Recolección de datos, (4) Procesamiento, análisis emocional y etiquetado, (5) Entrenamiento y validación del modelo, y (6) Difusión de resultados. A continuación, se destacan los aprendizajes obtenidos y desafíos en cada una de ellas.

Etapa 1: Conformación del equipo interdisciplinario

En el presente caso, se siguió una organización de colaboración interdisciplinaria y dinámica, cuyos perfiles especializados son en matemáticas, gestión de proyectos, diseño instruccional, metodología de la investigación, computación e IA, tecnología y psicología (Figura 1).

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

TiES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior
www.ties.unam.mx

Fig. 1. El equipo estratégico e interdisciplinario.

Los especialistas de alto nivel de la Figura 1 están adscritos a las Facultades de Estudios Superiores Aragón y Cuautitlán de la UNAM, Universidad Autónoma de Baja California Sur y un especialista en Psicología, quienes se integraron para abordar problemas multifacéticos, favoreciendo soluciones sistémicas y contextualizadas. La colaboración no sólo funcionó para alcanzar metas, sino también se convirtió en un indicador de identidad y cohesión del equipo de un entorno tecnológico. Los miembros del equipo se organizaron en estructuras especializadas en cinco áreas estratégicas: gestión de proyectos, didáctica de matemáticas, reconocimiento de emociones, red neuronal y soporte técnico operativo.

Etapa 2: Planeación y diseño del proyecto.

Se realizó un asesoramiento con el personal de la Oficina Jurídica de la Facultad de Estudios Superiores Aragón y revisión de avisos de la UNAM para temas legales como el consentimiento informado, privacidad en el uso de grabaciones de estudiantes y aspectos

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

interinstitucionales (bases de colaboración en investigación, desarrollo y transferencia de conocimiento y tecnología).

Además, se propuso una forma de trabajo, bajo los lineamientos de la norma ISO 21050:2020 en dirección de proyectos [7], donde se establece tener siempre presentes los intereses involucrados alrededor del proyecto. Por ejemplo, para los patrocinadores de la infraestructura tecnológica, Alianza UNAM-HUAWEI, el énfasis puede estar en hacer el seguimiento de necesidades, verificar el cumplimiento de metas, así como confirmar resultados sostenibles y de impacto.

Conforme el marco rector de la ISO, también se identificaron perfiles, aunque fue necesario una intensa dedicación a la construcción de una visión común, una filosofía de autoorganización en el equipo y un compromiso ético con el problema educativo abordado. Adicionalmente, el esquema de trabajo, basado en SCRUM, para realizar actividades, garantizar la calidad, minimizar riesgos y hacer entregas con valor, no sólo se alineó a la norma ISO, también facilitó la gestión de conflictos mediante el conocimiento y la comunicación compartida.

Con respecto la implementación y ejecución, los integrantes del equipo de soporte técnico y operativo proporcionaron asistencia técnica, lo que garantizó la resolución de problemas de compatibilidad, formato y rendimiento mediante procesos de prueba y error, análisis detallado de ejecución y depuración del código; por ejemplo, el desarrollo de scripts para el conteo automático de imágenes etiquetadas o lograr la conexión con el servidor de la Alianza UNAM-HUAWEI.

Un reto encontrado junto con la colaboración Alianza UNAM-HUAWEI fue la planeación operativa bajo condiciones reales, que exigían una curva de aprendizaje acelerada para el manejo de la infraestructura tecnológica. Las herramientas proporcionadas eran altamente especializadas y, en su mayoría, desconocidas para los integrantes del equipo. Como parte del proceso de formación, se ofrecieron diversos cursos teóricos por parte de los patrocinadores, que sentaron las bases para adquirir una comprensión de los requerimientos esenciales y llevar a cabo el proyecto.

Sin embargo, ante la ausencia de material práctico y soporte técnico detallado, el equipo adoptó una estrategia de autoformación. Esto implicó una exploración autónoma y

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

TiES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior
www.ties.unam.mx

proactiva del funcionamiento de las herramientas, la resolución colaborativa de problemas técnicos y un constante intercambio de aprendizajes entre los miembros. Esta experiencia puso en evidencia la importancia crítica de la adaptabilidad y una gestión eficaz del conocimiento en el desarrollo de proyectos de innovación tecnológica.

Etapa 3: Recolección de datos

El diseño instruccional se estructuró con base en el enfoque de comprensión y resolución de problemas en tres sesiones: parábola, elipse y una sesión de repaso; éstas incluyeron técnicas didácticas de acuerdo con el enfoque propuesto.

Fue un desafío lograr que los grupos estudiantiles se involucraran de manera efectiva en las actividades de clase. Aunque se proporcionaron instrucciones claras para la grabación de video, especialmente para la toma de imágenes, en la práctica, muchos estudiantes se grabaron en espacios no controlados, como el transporte público, automóviles, habitaciones con mala calidad de luz o con intervenciones inesperadas (familiares o mascotas), lo que afectó tanto la calidad de los datos como la dinámica instruccional, considerando las limitaciones propias del entorno virtual, así como las brechas en su preparación matemática. Adicionalmente, la motivación basada en calificación funciona de manera parcial, lo que refleja la complejidad de lograr un compromiso sostenido en ambientes virtuales con estudiantes vulnerables.

Asimismo, con el fin de evaluar el aprendizaje de los estudiantes se aplicaron dos evaluaciones por tema (al inicio y al final de las clases), diseñadas con Formularios de Google. De igual forma, se aplicó un cuestionario sobre las percepciones emocionales de los estudiantes. Cada una de las clases tuvo una duración máxima de 1 hora con 15 minutos. Con las pruebas de matemáticas, se generó un primer archivo tabular con el registro de estudiantes, los resultados de sus pruebas y la decisión de si tuvo o no dificultades.

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

TiES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior
www.ties.unam.mx

Etapa 4: Procesamiento y análisis emocional

Esta etapa tuvo por objetivo principal crear un archivo tabular de datos etiquetados sobre el estado emocional de los estudiantes participantes. El archivo constituyó otro insumo esencial para el entrenamiento y validación del modelo de IA.

En esta línea, se realizó la descomposición de videos de estudiantes en fotogramas, empleando herramientas de visión por computadora. Las herramientas empleadas para la detección de emociones y su clasificación se realizaron mediante bibliotecas especializadas en Python, específicamente OpenCV y DeepFace [8], que, en conjunto, proporcionaron un flujo robusto de detección facial y clasificación emocional. A partir de cada rostro detectado, se clasificaron expresiones faciales en siete categorías emocionales primarias: felicidad, tristeza, sorpresa, enojo, miedo, disgusto y neutralidad.

Cada fotograma procesado generó vectores de características emocionales en secuencia, es decir, un perfil detallado (representación numérica de emociones en cada imagen), donde la confiabilidad de modelos de aprendizaje automático subyacentes en DeepFace garantizó la validez de los resultados. Esta labor fue especialmente desafiante debido a las condiciones reales en las que los estudiantes tomaron sus clases. Frecuentemente, las condiciones del entorno dificultaron la captura precisa de expresiones, impidiendo la obtención de suficientes fotogramas para construir una base de datos robusta. Asimismo, la prevalencia de expresiones faciales neutras por parte de los estudiantes complicó el reconocimiento preciso de las emociones.

El etiquetado automático se realizó con los resultados de DeepFace, pero fue complementado por un proceso de validación manual por parte de expertos en educación y psicología, quienes, además de revisar la coherencia entre emociones detectadas y el contexto de las sesiones virtuales, también establecieron la regla de decisión sobre si hubo o no dificultad.

Más allá del reconocimiento facial automatizado, esta etapa tuvo un valor pedagógico significativo al revelar barreras y facilitadores en el aprendizaje. La persistencia y secuencia de ciertas emociones permitió inferir patrones que abren posibilidades para intervenciones didácticas más oportunas y personalizadas: las emociones negativas (enojo, tristeza) indicaron posibles dificultades con el contenido, frustración o desmotivación; por otro lado,

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

TiES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior
www.ties.unam.mx

las emociones positivas (felicidad, sorpresa) se vincularon con momentos de comprensión, interés o disfrute del entorno de aprendizaje. Además, desde una perspectiva psicológica, se observó que las emociones detectadas no siempre se presentan de forma aislada [4], sino en secuencias dinámicas, lo que podría interpretarse como "shifting emocional", que puede reflejar momentos de aprendizaje significativo.

Etapa 5: Entrenamiento y validación del modelo

Se revisó literatura especializada, particularmente, para la selección de la arquitectura, bajo un análisis comparativo desde las perspectivas computacionales, pedagógicas y psicológicas, donde se destaca la estrategia propuesta por Liang *et al*. [9], quienes implementan una red profunda de fusión convolucional BiLSTM para el reconocimiento de emociones a partir de la expresión facial.

Se utilizó la propuesta de Sharma [10], quien implementa una red convolucional bidireccional LSTM en Keras para la clasificación de emociones básicas a partir de secuencias de fotogramas y que entrena con una versión recortada de la base CK+48, formada por 250 secuencias de 3 fotogramas cada una, en la que cada secuencia está etiquetada con una emoción básica. Para el diseño, se adaptó dicha arquitectura a que pudiera trabajar con la base de datos propia, esto es, secuencias de 100 fotogramas etiquetadas como "no" y "sí", las cuales, de manera resumida, corresponden a "el alumno no muestra dificultades de aprendizaje" y "el alumno muestra dificultades de aprendizaje".

Asimismo, se sustituyeron las capas LSTM por capas GRU, por lo que la arquitectura modificada corresponde a una red convolucional bidireccional GRU. La red extrae características faciales con una capa convolucional y las analiza secuencialmente en capas GRU bidireccionales. En la Figura 2, se muestra la arquitectura de la red.

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

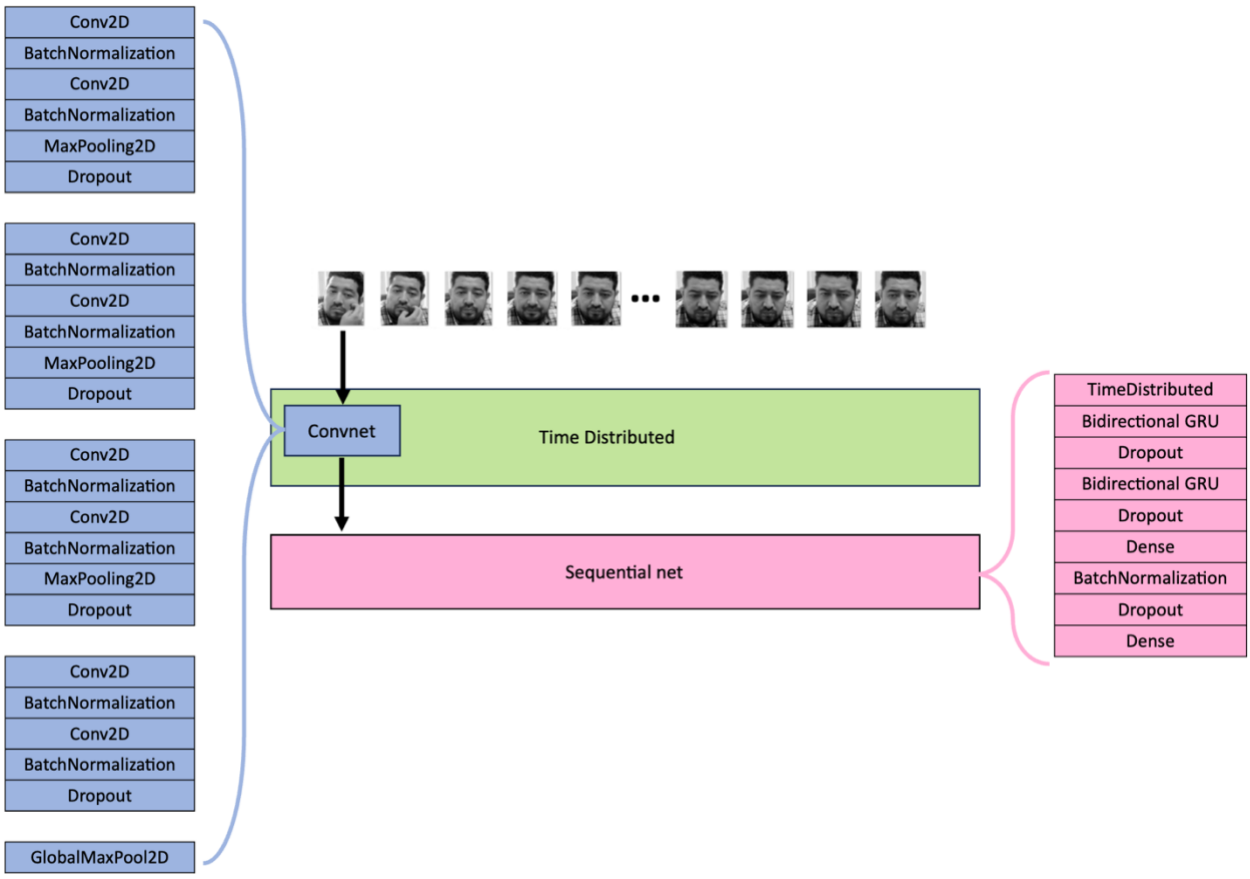


Fig. 2. Arquitectura de la red neuronal convolucional bidireccional GRU [10].

A pesar de que los datos habían sido normalizados, existía una gran cantidad de fotogramas con expresión de neutralidad. Esto dificultó que la red neuronal pudiese diferenciar claramente si había o no dificultades de aprendizaje. Se requirió del apoyo del especialista en psicología para hacer una interpretación contextual de expresiones y reetiquetación de imágenes. Esta actividad resultó una tarea laboriosa, pero le permitió al equipo reinterpretar gestos estudiantiles de bloqueo cognitivo, más aún, le ayudó a comprender mejor la naturaleza emocional del aprendizaje en línea.

Aunado a lo anterior, debido a las restricciones de tiempo y personal, no se pudo realizar una experimentación exhaustiva; por ello, los resultados presentados corresponden a un experimento piloto. El mejor desempeño se obtuvo con 37 secuencias de 100

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

TiES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior
www.ties.unam.mx

fotogramas (32x32x1 píxeles). Se utilizaron 31 secuencias para entrenamiento (11 de la clase "no" y 20 de la clase "sí") y 6 para evaluación. La Figura 3 muestra un ejemplo de una secuencia de datos cuya etiqueta es "no".

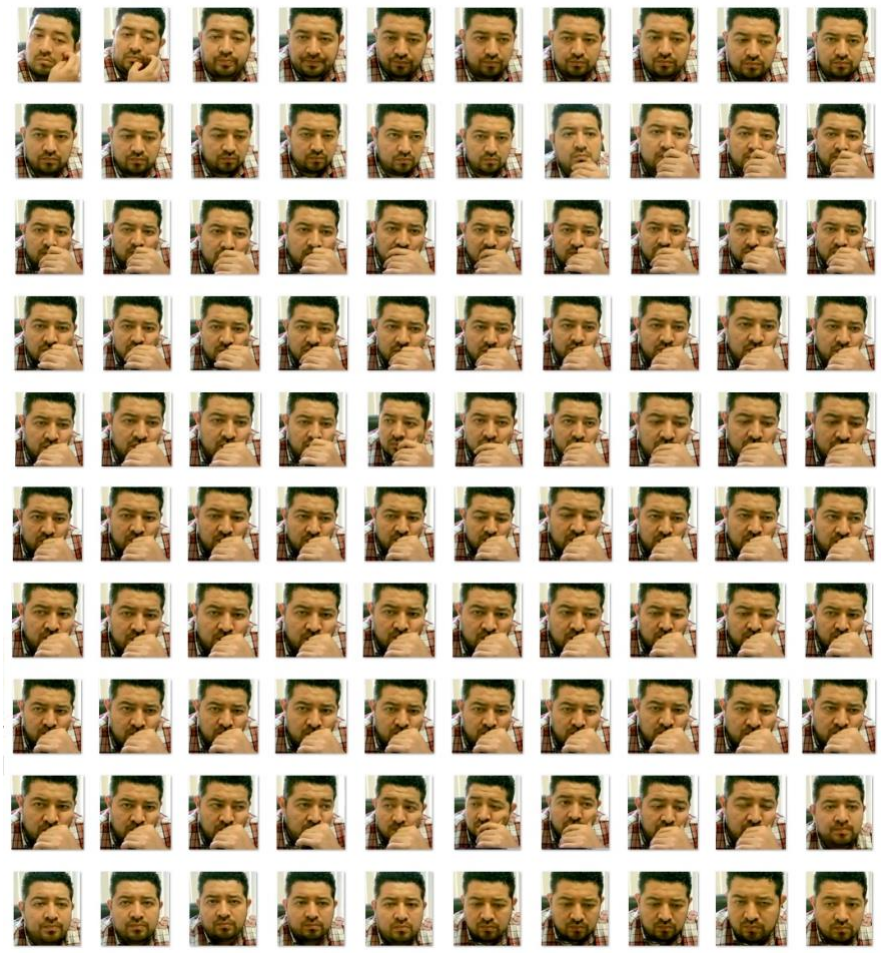


Fig. 3. Expresiones de no muestra dificultades.

Se realizó una validación cruzada de 5 iteraciones (k=5). El análisis de las curvas de desempeño (Figura 4), mostró que la *accuracy* de validación alcanzó dos picos máximos en las épocas 56 y 57 (aproximadamente 67%), y en las épocas 88-90 (aproximadamente 68%). Sin embargo, dado que el primer pico coincide con un mínimo local de pérdida, se determinó que el entrenamiento óptimo se alcanza en la época 56.

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

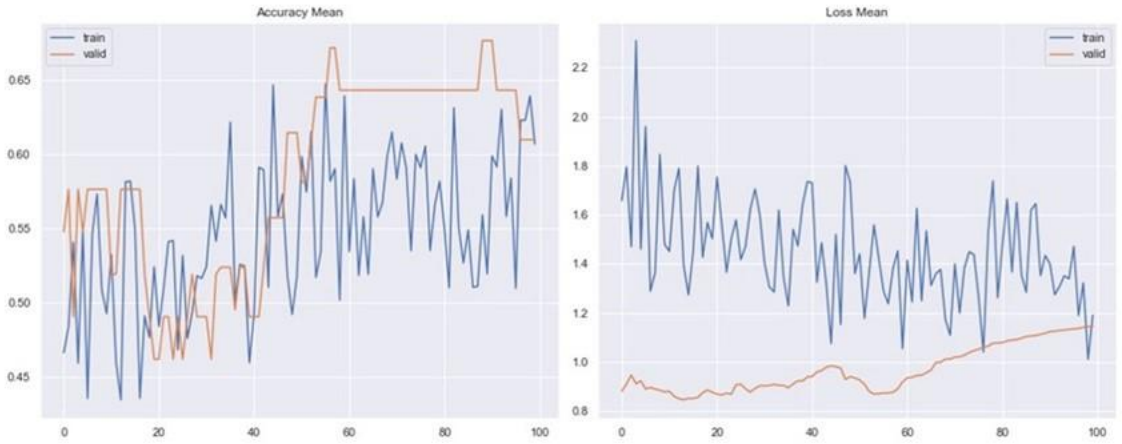
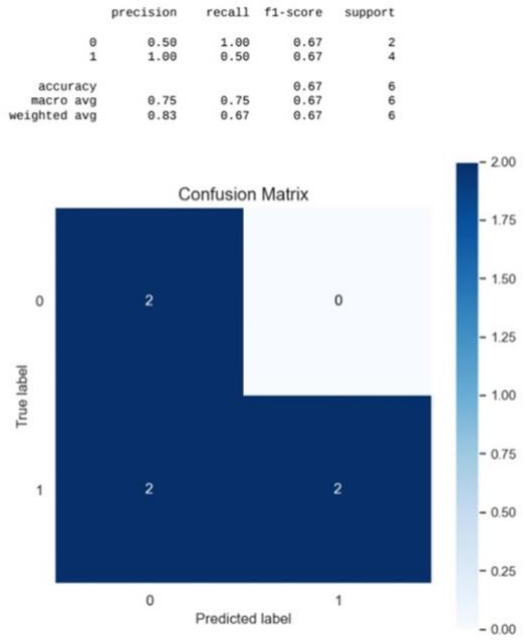


Fig. 4. Resultados promedio obtenidos a través de la validación cruzada con k=5 durante las primeras 100 épocas.

Se procedió a entrenar la red con 57 épocas y se procedió con la evaluación final del modelo usando los datos reservados para la prueba (n=6). Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 5. Se observa que se obtiene una capacidad predictiva de 67%.



	precision	recall	f1-score	support
0	0.50	1.00	0.67	2
1	1.00	0.50	0.67	4
accuracy			0.67	6
macro avg	0.75	0.75	0.67	6
weighted avg	0.83	0.67	0.67	6

Fig. 5. Representación de capacidad predictiva.

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

TiES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior
www.ties.unam.mx

Etapa 6: Difusión de resultados

Esta etapa tuvo como propósito garantizar un impacto académico mediante la difusión estratégica de resultados, lecciones aprendidas y experiencia adquirida, a pesar de no contar con un presupuesto asignado y de asumir voluntariamente con los costos relacionados. Se planificaron acciones específicas orientadas a distintos públicos y canales, lo que permitió participar en conferencias de divulgación, seminarios, talleres y reuniones que coincidían con hitos relevantes del proyecto. Asimismo, se generaron publicaciones en revistas científicas, conferencias nacionales e internacionales en temas de IA, educación y análisis afectivo. En cuanto a la evaluación general del proyecto, éste fue calificado como satisfactorio por los patrocinadores, quienes apreciaron el compromiso y desempeño destacado de los integrantes.

Conclusiones

Durante ese año, se completó un ciclo de desarrollo de un sistema basado en IA, subrayando la integración eficaz, así como se consideraron distintos paradigmas y enfoques que permitieron enfrentar restricciones típicas como limitaciones de tiempo, recursos humanos y financiamiento. Se identifica lo siguiente:

(1) Planificación y diseño. La definición clara de objetivos se extiende a todos los participantes mediante una comunicación y retroalimentación continua, transparente, y bajo una visión sistemática, lo cual debe estar alineado a los resultados o efectos potenciales del desarrollo de una solución tecnológica.

(2) Desarrollo. Se describieron etapas y desafíos, en donde los autores concluimos que la transparencia fomenta la aceptación del sistema, dada la sensibilidad de datos y el riesgo de sesgos inherentes; por ello, comunicar métodos empleados para datos de entrenamiento, construcción e interpretación del modelo de IA o validación de algoritmos mediante métricas relevantes, como el sesgo y los falsos positivos, son acciones de accesibilidad al público. Los autores estamos conscientes de que la red neuronal entrenada que se obtuvo constituye un primer acercamiento para decidir si un alumno está o no presentando dificultades de comprensión. Sin embargo, se requieren de mayores recursos humanos y económicos.

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

TiES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior
www.ties.unam.mx

(3) Infraestructura. El equipo tomó consciencia de que contar con la infraestructura de la UNAM- HUAWEI representó una ventaja significativa al proveer capacitación. Este apoyo también es indispensable para enfrentar exigencias computacionales asociadas a soportar grandes cargas de datos y su entrenamiento mediante procesos de redes neuronales profundas.

(4) Consecuencias. La realización de un proyecto de IA genera impactos significativos en las organizaciones, personas y grupos implicados. Para las facultades participantes, representa el fortalecimiento institucional. Para los que contribuyeron en este proyecto, se mejoró su marca personal a nivel académico y profesional. Para los estudiantes, representó curiosidad e interés, una mayor conciencia emocional y metacognitiva, pero, especialmente, expectativas de mejora pedagógica.

(5) Recomendaciones. Los autores estamos convencidos de que todo desarrollo en IA debe incorporar consideraciones éticas, en todas sus etapas, que se reflejen en la equidad, confiabilidad, transparencia, explicabilidad de los modelos o la rendición de cuentas, lo cual coadyuva a evaluar el impacto potencial, particularmente en contextos sensibles, cuando se trabaja con estudiantes y su aprendizaje de matemáticas. Para escalar el proyecto y mejorar sus resultados, es indispensable contar con un segundo ciclo de trabajo, respaldado por mayores recursos económicos que permitan incorporar recursos humanos dedicados a incrementar la cantidad y calidad de los datos de entrenamiento, realizar ajustes finos en los hiperparámetros y optimizar el desempeño del modelo, automatizar la recolección, organización de datos y etiquetado para reducir la carga operativa, así como diseñar una interfaz de usuario que responda a propósitos de aprendizaje matemático.

Otras recomendaciones son: (a) extender el periodo de la convocatoria para sumar más estudiantes a través de programas de servicio social, prácticas profesionales o becas, lo cual permite fortalecer el proyecto mientras se forman nuevos talentos; (b) fortalecer al proyecto en su vinculación con programas de posgrado, invitando estudiantes de maestría o doctorado; y (c) articular el proyecto con otras fuentes institucionales de financiamiento.

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

TiES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior
www.ties.unam.mx

Agradecimientos

Este artículo ha sido posible gracias al apoyo recibido de la UNAM y Proyectos de Investigación en Inteligencia Artificial en el Espacio de Innovación UNAM – HUAWEI, Proyecto No. 4 (antes No. 8). Agradecemos a todos los alumnos que tomaron clases y se grabaron en Zoom. Asimismo, a los prestadores de servicio social Ivan Gallegos Zamora, Santiago Nieva y Cruz, Israel Villa Olvera, Cesar Haziel Pineda Pacheco y Cristian Omar Rubio Ceja, quienes contribuyeron significativamente en la realización del proyecto.

Referencias

[1] G. J. Miller, “Framework for Managing Artificial Intelligence (AI) Projects: Avoiding Harms, Losses, and Damages”, in International Program and Project Management - Best Practices in Selected Industries, K. D. Strang and N. R. Vajjhala, Eds., vol. 31, Cham, Switzerland: Springer, 2025, pp. 135-162, doi: 10.1007/978-3-031-80275-1_7.

[2] J. Friedrich, A. Brückner, J. Mayan et al., “Human-centered AI development in practice -insights from a multisdiciplinary approach” Zeitschrift fûr Arbeitswissenschaft, vol. 78, pp. 359-376, 2024. doi: 10.1007/s41449-024-00434-5.

[3] UNAM, “Estadísticas de exámenes”, (publicación privada), 2024.

[4] R. Pekrun, S. Lichtenfeld, H. W. Marsh, K. Murayama, and T. Goetz, “Achievement emotions and academic performance: longitudinal models of reciprocal effects”, Child Development, vol. 88, no. 5, pp. 1653-1670, 2017.

[5] U. Eligio, “An overview of the growth and trends of current research on emotions and mathematics”, in Understanding Emotions in Mathematical Thinking and learning. U. Eligio, Ed. Mexico City: Academic Press, pp. 3-41, 2017.

[6] B. Woolf, M. Betke, H. Yu, H., S. Bargal, I. Arroyo, J. Magee, D. Allesio, and W. Rebelsky, W., “FACE READERS: The Frontier of Computer Vision and Math Learning”, in 2023 Workshop: Towards the Future of AI -Augmented Human Tutoring in Math Learning, CEUR Workshop, pp. 1-13, 2023.

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)

TiES Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior
www.ties.unam.mx

[7] International Standards Organization, iso 21502:2020-12 Project, Programme and Portfolio Management- Guidance on Project Management, 1st ed. Geneva, Switzerland: ISO, 2020.

[8] S. Serengil, DeepFace (Versión 0.0.68) [Software de reconocimiento facial en Python]. GitHub. https://github.com/serengil/deepface (Accedido: octubre 15, 2024).

[9] D., Liang, H. Liang, Z. Yu, and Y. Zhang, “Deep convolutional BiLSTM fusion network for facial expression recognition”, The Visual Computer, vol. 36, pp. 499-508, 2020.

[10] G. Sharma, "FER using Convolutional Bidirectional LSTM," Kaggle, 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.kaggle.com/code/gauravsharma99/fer-using-convolutional-bidirectional-lstm. [Accedido: 21-oct-2024].

2683-2968/© 2025 UNAM. TIES, Revista de Tecnología e Innovación en Educación Superior. Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0)