

Informe final publicable de proyecto

Utilización de la inteligencia artificial centrada en el profesor y el estudiante para analizar los procesos de enseñanza y aprendizaje inclusivos y resilientes

Código de proyecto ANII: FSED_2_2021_1_169701

Fecha de cierre de proyecto: 01/11/2024

REATEGUI, Eliseo (Responsable Técnico - Científico)

MOTZ, Regina (Co-Responsable Técnico-Científico)

WEIAND, Augusto (Investigador)

PERRY, Gabriela Trindade (Investigador)

PORTA GALVÁN, Mariana (Investigador)

PUGLIA, Enzo (Investigador)

RODÉS PARAGARINO, Virginia (Investigador)

ROHRER ERRECARTE, Edelweis (Investigador)

TANSINI MERCADER, Libertad (Investigador)

VIOLA, Maria (Investigador)

BASTIANI, Ederson (Investigador)

BIGOLIN, Marcio (Investigador)

CASELLA, Silvio Cesar (Investigador)

DE LIMA, JOSE VALDENI (Investigador)

DER, Reina (Investigador)

DÍAZ CHARQUERO, Patricia Myrna (Investigador)

ECHENIQUE VIÑAS, Paula (Investigador)

LEITE DA SILVA, Felipe (Investigador)

PÉREZ CASAS, Alén Humberto (Investigador)

UNIVERSIDAD FEDERAL DE RIO GRANDE DO SUL/ CENTRO INTERDISCIPLINAR DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCACAO (Institución Proponente) \\

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. FACULTAD DE INGENIERÍA (Institución Proponente) \\ UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. ESPACIO INTERDISCIPLINARIO \\

ADMINISTRACIÓN NACIONAL DE EDUCACIÓN PÚBLICA. CONSEJO DE FORMACIÓN EN EDUCACIÓN \\ UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA. FACULTAD DE INGENIERÍA

Resumen del proyecto

La emergencia del COVID-19 puso a prueba la resiliencia de los sistemas educativos frente a situaciones de crisis, revelando y exacerbando desigualdades en el acceso a una educación de calidad. Tecnologías como la inteligencia artificial (IA), el big data y la computación en la nube ofrecen herramientas fundamentales para reforzar la capacidad de respuesta de las instituciones educativas ante estos retos. En particular, las analíticas de aprendizaje basadas en datos completos, confiables y sensibles a contextos de crisis pueden proporcionar información clave sobre los efectos de la pandemia y las necesidades de estudiantes, docentes e instituciones, contribuyendo a mitigar desigualdades y promover la equidad educativa. No obstante, la falta de un enfoque humanista en los algoritmos empleados, junto con su opacidad, plantea desafíos significativos en términos de ética, privacidad y objetividad. Este proyecto enfrentó estos desafíos a través de tres enfoques complementarios: investigación interdisciplinaria, formación y aplicación práctica. En el ámbito de la investigación, se priorizó el desarrollo de técnicas transparentes e inclusivas para el análisis de datos, asegurando que los actores educativos comprendan el propósito, funcionamiento y uso de los algoritmos. Además, se promovió la formación docente mediante la incorporación de temas sobre IA y analíticas del aprendizaje en los planes de estudio, fomentando su aplicación ética y efectiva. Por último, los avances se implementaron en estudios de caso con datos reales en Uruguay y Brasil, estableciendo un marco que puede guiar futuros desarrollos en educación inclusiva y adaptativa.

Ciencias Naturales y Exactas / Ciencias de la Computación e Información / Ciencias de la Computación / Inteligencia artificial

Palabras clave: Analíticas del aprendizaje / Inteligencia artificial explicable / Analíticas del aprendizaje inclusivas /

Antecedentes, problema de investigación, objetivos y justificación.

La educación en el contexto de la transformación digital fue el eje central del proyecto, impulsado por el avance de tecnologías como la inteligencia artificial (IA). La digitalización de los procesos educativos genera como resultado vastos repositorios de datos que contienen información fundamental para mejorar la comprensión del potencial y las limitaciones que ofrece el sistema educativo. La minería de datos educativos (EDM, de sus siglas en inglés), la minería de procesos educativos (MPE) y las analíticas del aprendizaje (LA) son distintos enfoques del uso de la inteligencia artificial en el análisis de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Se caracterizan por usar técnicas de inteligencia artificial (IA) en procesos de medición, recopilación, análisis y reporte de datos sobre educación (Aldowah et al. 2019). LA hace uso tanto de EDM como de EPM, con la característica de facilitar los procesos de seguimiento y análisis, predicción e intervención, tutoría, evaluación y retroalimentación, adaptación, personalización, recomendación y reflexión (Chatti et al. 2012).

Varios estudios han demostrado la efectividad de las técnicas de LA en analizar datos educativos, con el fin de mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Na & Tasir, 2017; Larrabee et al., 2019; Ifenthaler & Yau, 2020). Sin embargo no hay trabajos reportados de LA que estudien los procesos de enseñanza y de aprendizaje del punto de vista de la inclusión y resiliencia que promueven. El interés reciente en este tema se puso de manifiesto en la Conferencia LAK2021 con el evento "Aprendizaje accesible, analítica accesible: un café de evidencia virtual" (Papathoma et al., 2021).

La incorporación de inteligencia artificial para la manipulación de los datos educativos implica una serie de desafíos, entre ellos la necesidad de realizar un procesamiento desde una perspectiva humanista: se trata de datos sensibles de estudiantes y docentes, personas con derechos, necesidades, expectativas y privacidad. La aplicación de las analíticas del aprendizaje debe ser en este sentido centrada en los docentes y los estudiantes, diseñada en procesos interdisciplinarios entre la ciencia de la computación y la ciencia de la educación.

Otro de los desafíos importantes del uso de inteligencia artificial para los docentes tomadores de decisiones, y los estudiantes, afectados por las decisiones tomadas, es el alto nivel de opacidad que ofrecen. La aplicación de LA debe ser en este sentido inclusiva con respecto a los actores (docentes y estudiantes) que necesitan saber por qué se está aplicando un algoritmo, qué hace ese algoritmo y cómo se utiliza sobre sus datos. La LA debe ser explicativa independientemente del nivel de conocimiento que tengan sus actores centrales (docentes y estudiantes) de las técnicas de inteligencia artificial utilizadas.

La digitalización de los procesos educativos, que abarca desde la producción y disponibilidad de materiales para la lectura y realización de actividades hasta la mediación estudiante-docente, el seguimiento de registros y la evaluación, genera una huella digital tanto del proceso de enseñanza como del aprendizaje. Los datos acumulados a través de estos procesos han crecido significativamente en los últimos años, especialmente debido a los cambios en el contexto educativo provocados por la pandemia de COVID-19, que impulsó un uso intensivo de las plataformas digitales para la enseñanza y el aprendizaje. Como resultado, hoy contamos con vastos repositorios de datos que contienen información clave para comprender mejor estos procesos.

Disponer de una Analítica de Aprendizaje Explicable (LA-Exp) aplicada a estos datos contribuye a la transparencia del sistema, haciéndolo inclusivo para los docentes y estudiantes, quienes necesitan entender no solo por qué se aplica un algoritmo, sino también cuáles son las variables relevantes para dicho algoritmo y qué impacto generan. Un sistema inexplicable no es verificable y, por ende, no es confiable, lo que plantea problemas éticos en su adopción. Sin embargo, las analíticas actuales suelen utilizar algoritmos de "caja negra" como redes neuronales (por ejemplo, Deep Learning), que, aunque producen predicciones precisas, carecen de interpretabilidad. Por otro lado, se emplean algoritmos como los árboles de decisión (por ejemplo, Random Forest), que son más interpretables por su representación gráfica, pero a menudo carecen de fiabilidad al aplicarse a nuevos datos. Este problema surge debido a su tendencia a ajustar excesivamente las muestras de los datos de entrenamiento, lo que resulta en un desempeño deficiente si los datos contienen ruido o valores atípicos.

Desde una visión inclusiva del sistema de LA, las analíticas no deben ignorar los casos atípicos y, además, deben ser explicables. En el ámbito educativo, donde la interacción entre los humanos y los sistemas de IA es una preocupación central, se hace necesaria la creación de sistemas de IA explicables que puedan comunicar los resultados del análisis de datos de manera comprensible para los usuarios. La IA explicable no es un concepto unificado; existen diferencias entre los términos explicable, interpretable, transparente, responsable o comprensible. Una definición aceptada considera la explicabilidad como las razones y detalles que hacen que el funcionamiento de un modelo sea sencillo o fácil de entender para una audiencia específica (Arrieta et al., 2020; Waltl & Vogl, 2018). Para audiencias sin conocimientos en ciencia de datos o computación, es esencial desarrollar reportes que consideren sus perspectivas (como en el caso de docentes y estudiantes en formación) para mostrar cómo un modelo genera sus resultados.

Los reportes de resultados de analíticas de aprendizaje suelen presentarse de manera práctica mediante visualizaciones y tableros de mando (dashboards), que proporcionan información significativa y resumida a los usuarios (Duval, 2011; Leony et al., 2012; Sedrakyan et al., 2020). La ventaja de las visualizaciones radica en su capacidad para comunicar grandes volúmenes de datos complejos de manera clara y eficaz, permitiendo identificar tendencias, patrones, correlaciones y problemas urgentes. Como se destaca en el reciente trabajo de Zou et al. (2020), las visualizaciones aplicadas a las analíticas de aprendizaje son útiles para mostrar los datos capturados en los procesos de enseñanza y aprendizaje. La mayoría de las técnicas de visualización provienen de la estadística, incluyendo gráficos de barras, líneas, tablas, gráficos circulares y de red.

Se sabe que los dashboards mejoran la toma de decisiones al permitir visualizar procesos de enseñanza y aprendizaje de manera resumida, ayudando a identificar dónde los procesos evolucionan según lo esperado y dónde pueden surgir problemas potenciales. Por ello, la combinación de visualización de datos y dashboards es una práctica común y efectiva en el análisis de datos educativos (Sedrakyan et al., 2019).

El proyecto abordó los desafíos de la inteligencia artificial explicable en el ámbito educativo, desarrollando soluciones enfocadas en analíticas de aprendizaje abiertas, inclusivas y centradas en docentes y estudiantes. Las actividades se organizaron en tres ejes principales: investigación interdisciplinaria, formación docente y la implementación de casos prácticos de uso de analíticas de aprendizaje.

El equipo internacional e interdisciplinario que lideró el proyecto incluyó especialistas en educación, sociología, comunicación, ingeniería en computación y abogacía. Este grupo, vinculado al Núcleo de Recursos Educativos Abiertos y Accesibles de la UdelAR, aportó una experiencia consolidada de más de cinco años en el ámbito de la educación digital abierta.

Entre los logros del proyecto, se destaca la contribución de la Dra.-Ing. Regina Motz, quien lideró investigaciones previas en educación inclusiva y analíticas del aprendizaje social. Además, varios investigadores del equipo participaron en el programa de Doctorado Internacional Interinstitucional en Informática en la Educación (DInter), consolidando su experiencia en metodologías de análisis educativo.

El proyecto también contó con la colaboración del CINTED-UFRGS, dirigido por el Prof. Dr.-Ing. Eliseo Reategui, cuyas contribuciones combinaron trayectorias académicas y experiencia en el sector privado. Juntos, los equipos llevaron a cabo investigaciones innovadoras que promovieron el uso ético y transparente de las analíticas educativas. Este enfoque facilitó el desarrollo de herramientas que respaldaron la toma de decisiones educativas basadas en datos, fortaleciendo la resiliencia y la inclusión en el sistema educativo.

El desarrollo del proyecto se basó en los trabajos previos del equipo de investigación, complementados con el desarrollo de un sistema de analíticas de aprendizaje denominado My Data Importer, que permitió a los docentes obtener una perspectiva diferente sobre el proceso de aprendizaje, facilitando el seguimiento de las actividades realizadas por sus alumnos.

Frente a estos desafíos, el proyecto generó métodos y procesos de análisis para abordar preguntas clave, como las prácticas de aprendizaje en línea elegidas por los estudiantes, las tendencias asociadas a estas prácticas en el contexto de la pandemia, los resultados esperados de cada tipo de práctica, y las trayectorias de aprendizaje que mostraron mejores resultados en términos de desempeño e indicadores de deserción.

Además, el proyecto incluyó, desde sus inicios y de manera continua, eventos de formación docente en temas de inteligencia artificial, analíticas del aprendizaje, y minería de datos y procesos, fortaleciendo la integración de tecnologías digitales en la educación. Estas actividades se alinearon con las líneas de investigación prioritarias de la Fundación Ceibal, en particular "Uso de datos e inteligencia artificial" y "Sistemas de inteligencia artificial y machine learning aplicados a contextos educativos". Al conectar algoritmos de inteligencia artificial con datos generados en entornos educativos y centrarse en la resiliencia del sistema educativo uruguayo, el proyecto se consolidó como una contribución clave a las estrategias de investigación de la Fundación Ceibal.

Metodología/Diseño del estudio

La metodología de investigación aplicada en el proyecto se ajustó a cada etapa de la investigación, de acuerdo con los objetivos específicos planteados:

OE1 (LA-Explicable): Desarrollar un modelo de analíticas del aprendizaje explicable relacionado con los procesos de enseñanza y aprendizaje, que apoye la resiliencia de docentes y estudiantes.

OE2 (Formación): Establecer un debate informado sobre el uso de inteligencia artificial en la educación, analizando formas de incorporar esta temática en las competencias digitales de docentes y estudiantes.

OE3 (Construcción de Casos Prácticos): Diseñar y desarrollar analíticas del aprendizaje centradas en docentes y estudiantes, con el objetivo de responder preguntas de investigación sobre las variables que influyen en su resiliencia.

Para desarrollar el modelo de analíticas del aprendizaje explicable, se emplearon métodos como revisiones sistemáticas de literatura científica, seminarios técnicos y teoría fundamentada. Estas herramientas permitieron comprender los intereses y problemas que enfrentan docentes y estudiantes en la interpretación de resultados derivados de procesos de inteligencia artificial. Asimismo, la investigación adoptó un enfoque participativo desde el inicio, trabajando "junto" a los docentes y estudiantes, en lugar de hacerlo "para" ellos. Diseñar conjuntamente implicó asociarse con los usuarios a lo largo del ciclo de vida del proyecto, co-crear soluciones y recopilar de manera continua sus comentarios para integrarlos en el desarrollo.

Para fomentar un debate informado sobre el uso de inteligencia artificial en la educación, se llevaron a cabo seminarios, talleres y cursos dirigidos a docentes de distintas disciplinas, abordando temas como inteligencia artificial, analíticas del aprendizaje, y minería de datos y procesos educativos. Además, se promovió la creación de comunidades de discusión apoyadas en espacios virtuales institucionales, diseñados para el intercambio, la reflexión y el análisis sobre el uso de inteligencia artificial en la educación. Como resultado de estas actividades, se desarrollaron recursos educativos abiertos, incluyendo webinars, podcasts y reportes, basados en las participaciones y reflexiones comunitarias generadas en estas discusiones.

Para el desarrollo de dashboards y visualizaciones de las analíticas del aprendizaje en los casos prácticos del proyecto, se aplicó una metodología basada en el Diseño, comúnmente utilizada en el desarrollo de software y, más recientemente, en la investigación educativa (Easterday et al., 2018). Esta metodología incluyó siete fases iterativas: enfocarse, comprender, definir, concebir, construir, probar y presentar.

Enfocarse: Se convocó a todas las partes interesadas para identificar sus roles, intereses y recursos disponibles.

Comprender: Se analizaron herramientas existentes, contextos de aplicación, necesidades de estudiantes, docentes y tomadores de decisiones, utilizando revisiones sistemáticas, seminarios técnicos, entrevistas y grupos de discusión.

Definir: Los objetivos fueron ajustados con base en los hallazgos previos, reformulando preguntas de investigación y definiendo los conocimientos y habilidades a promover. También se afinaron los contenidos de formación técnica y transferencia de conocimientos, realizando talleres y cursos con expertos invitados.

Concebir: Se imaginaron soluciones a través de maquetas, prototipos de diversos niveles de complejidad y reportes preliminares, sometiéndolos a una primera evaluación.

Construir: Se presentó un producto parcialmente funcional, desarrollado mediante ciclos rápidos de construcción y prueba, partiendo de prototipos de baja fidelidad. Este enfoque ágil permitió reevaluar problemas y ajustar diseños en fases tempranas.

Probar: La solución fue evaluada iterativamente en contextos reales. Las primeras pruebas se centraron en relevancia y consistencia; las pruebas posteriores abordaron practicidad y efectividad, empleando grupos pequeños y ensayos de campo. También se incluyeron controles de calidad para facilitar la transición de prototipos a productos finales.

Presentar: Esta fase concluyó el proyecto, con la comunicación de los resultados mediante reportes técnicos, publicaciones arbitradas y eventos regionales, nacionales e internacionales, asegurando la difusión efectiva de los productos desarrollados.

Este enfoque metodológico permitió abordar de manera integral las necesidades del proyecto, asegurando la calidad y utilidad de las soluciones implementadas.

Resultados, análisis y discusión

El objetivo de realizar cursos, talleres, charlas, webinars y otros eventos abiertos a la comunidad sobre inteligencia artificial en educación, sistemas de información para analíticas del aprendizaje y uso de datos educativos desde la ética y la inclusión fue cumplido con éxito. Se llevaron a cabo una variedad de actividades que incluyeron formación docente y difusión de conocimientos, tanto de manera presencial como virtual, en diversas temáticas relevantes al proyecto.

Entre las iniciativas destacadas se incluyen un curso de análisis cuantitativo de datos educativos, talleres enfocados en analíticas del aprendizaje, charlas sobre tecnologías educativas para la educación a distancia y eventos internacionales como el Workshop on Text Analytics for Inclusive AI Education realizado en Londres, y el Coloquio de Educación Digital Abierta en Montevideo.

Estas actividades contaron con la participación de expertos de diversas instituciones nacionales e internacionales, incluyendo presentaciones de herramientas desarrolladas en el marco del proyecto como MyDataImporter y Diseña tu curso. Además, el Taller de Analíticas de Aprendizaje organizado en el evento LACLO 2024 en Montevideo amplió aún más la discusión académica sobre estas temáticas.

En total, estas acciones no solo lograron difundir el conocimiento generado por el proyecto, sino que también fomentaron la creación de espacios de discusión interdisciplinarios, fortaleciendo la relación entre la comunidad educativa y las tecnologías digitales con un enfoque inclusivo y ético.

El objetivo de crear materiales educativos publicados como Recursos Educativos Abiertos (REA) sobre el uso de datos en educación con herramientas de inteligencia artificial fue cumplido exitosamente. Los materiales generados en el marco de los talleres realizados durante el proyecto están disponibles para la comunidad a través del siguiente enlace: <https://eva.fing.edu.uy/course/view.php?id=1669§ion=1#tabs-tree-start>.

El objetivo de crear una comunidad de discusión activa compuesta por al menos 25 docentes generó resultados significativos pero presentó desafíos. En Uruguay, se formó una comunidad a partir de los talleres de formación y del evento realizado en julio de 2023. Aunque la actividad no se mantuvo de manera constante, permitió identificar una necesidad clave: la adecuación del diseño de actividades en los cursos para garantizar la generación de datos de calidad que posibiliten realizar analíticas del aprendizaje. Para abordar este desafío, se desarrolló la herramienta **"Diseña Tu Curso (DTC)"**, que ofrece a los docentes una solución integrada para gestionar sus cursos desde la planificación hasta su impartición. El sistema fue implementado en el curso "Mentorazgo para el rediseño de cursos" de la UDELAR, beneficiando a 76 docentes provenientes de diferentes facultades y servicios, además de ANEP.

En Brasil, las acciones incluyeron un estudio de analíticas del aprendizaje centrado en la evaluación de proyectos de alumnos de grado, involucrando a tres profesores de la Facultad de Educación de la UFRGS. Adicionalmente, se impartió un curso de 40 horas sobre analíticas del aprendizaje, liderado por Marcio Bigolin, que capacitó a profesores en el uso de tecnologías como la plataforma MDI, desarrollada en el marco del proyecto. Este curso también incluyó un cuestionario final para recopilar percepciones de los docentes sobre las herramientas utilizadas, cuyos resultados serán publicados próximamente.

Sin embargo, a pesar de los esfuerzos realizados, fue difícil consolidar una comunidad consistente de profesores en ambos países que participara de manera regular en el proyecto. Esto se debió en parte a la falta de acceso de los docentes a datos históricos de sus clases y al diseño de cursos que no consideraban la posibilidad de realizar análisis de aprendizaje. Por ello, las discusiones dentro de la comunidad se centraron principalmente en mejorar el diseño de los cursos para garantizar que, en el futuro, se puedan realizar análisis efectivos basados en datos de los estudiantes.

Los resultados del proyecto reflejan la importancia creciente del uso de datos en una sociedad donde la digitalización y el análisis de información son fundamentales para la toma de decisiones. En el ámbito educativo, esta necesidad no es menos relevante, ya que el acceso a datos precisos y procesables permite comprender mejor los procesos de enseñanza y aprendizaje, así como identificar áreas de mejora y promover estrategias inclusivas y resilientes. Las herramientas desarrolladas, como DTC y MDI, destacan por su capacidad de empoderar a los docentes, proporcionándoles recursos que no solo facilitan la gestión de cursos, sino que también abren nuevas posibilidades para personalizar la enseñanza y mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

Trabajar con técnicas de inteligencia artificial (IA) en la educación adquiere especial relevancia en una era donde la IA está revolucionando diversos sectores de la sociedad, desde la salud hasta la industria. En este contexto, la educación no puede quedar rezagada. El uso ético y responsable de la IA en este ámbito ofrece oportunidades únicas para transformar las prácticas pedagógicas, permitiendo a los docentes acceder a análisis avanzados y perspectivas innovadoras sobre el desempeño estudiantil. Además, iniciativas como este proyecto fomentan una transición hacia una educación más adaptativa y centrada en el individuo, preparando mejor a las instituciones educativas para enfrentar los desafíos de un mundo cada vez más interconectado y tecnológicamente avanzado.

Las publicaciones resultantes del proyecto se presentan a continuación, organizadas cronológicamente:

- Oliveira, S., Reategui, E., Barcellos, P. S. C. C., Bigolin, M., & Carniato, M. (2022). Improving academic writing with a method for text revision supported by text mining. *International Journal: Emerging Technologies in Learning*, 17, 150–163.
- Reategui, E., Bigolin, M., Cansiato, M., & Santos, R. A. (2022). Evaluating the performance of SOBEK text mining keyword extraction algorithm. In Holzinger, A., Kieseberg, P., Tjoa, A.M., & Weippl, Ed. (Eds.), *Machine Learning and Knowledge Extraction* (Vol. 1, pp. 1-10). Cham: Springer.
- García, S., Motz, R., & Reategui, E. (2022). Retroalimentación entre pares como estrategia de evaluación formativa desde la perspectiva de las personas participantes. *V Congreso Latinoamericano y Caribeño de Ciencias Sociales*.
- Porta, M., Motz, R., & Queiroz Lopes, K. (2022). Higher education teachers: Problematization of post-pandemic course design. *International Symposium on Computers in Education (SIIE)*, Coimbra, Portugal, pp. 1–5. <https://doi.org/10.1109/SIIE56061.2022.9902247>.
- Motz, R., Porta, M., & Reategui, E. (2023, October). Building resilient educational systems: The power of digital technologies. In *Latin American Conference on Learning Technologies* (pp. 370–384). Springer Nature Singapore.
- Bigolin, M., Reategui, E. B., Santos, M. S. K., Almeida, C. A. K., & Barcelos, P. K. S. C. C. (2024). A peer review support system aimed at learning writing in high school. *Revista Brasileira de Linguística Aplicada*, 24, e10247.
- Bigolin, M., Reategui, E. B., Santos, M. S. K., Almeida, C. A. K., & Barcelos, P. K. S. C. C. (2024). Uma ferramenta digital de apoio à revisão por pares voltada à aprendizagem da escrita no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Linguística Aplicada*, 24(2), e10247.
- Borghosian, R. K., & Motz, R. (2024). D-SELI: Proposal for a distributed educational blockchain network with IPIS. *Journal of Technologies Information and Communication*, 8(1), 10974.
- Meira, R. R., Weiland, A., Reategui, E., Bigolin, M., & Motz, R. (2024). A analítica da escrita para identificação de indicadores de qualidade textual. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 21(2), 342–351. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/147756>.
- Bastiani, E., Reategui, E., & Zarth, A. M. F. (2024). MTA: Uma ferramenta apoiada em IA para aprimoramento da escrita de projetos de pesquisa acadêmica. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 22(1).
- Meira, R. R., & Reategui, E. (2024). Análise de trabalhos de conclusão de curso utilizando técnicas de processamento de linguagem natural. *Revista Novas Tecnologias na Educação*, 22(1). Submetido.
- França, A. B. C., Reategui, E., Mintz, J., & Motz, R. (2024). Writing analytics and AI for special education: Preliminary results on students with autism spectrum disorder.

In 25th International Conference on Artificial Intelligence in Education, Recife, Brazil, July 9–12.

13. Bigolin, M., Reategui, E., García Cabeza, S., & Motz, R. (2024). Student perception of peer review in the digital age. In *Latin American Conference on Learning Technologies* (pp. 242–253). Springer Nature Singapore.

14. Bigolin, M., Reategui, E., García Cabeza, S., & Motz, R. (2024). Student perception of peer review in the digital age. In Benítez, S. (Ed.), *Proceedings of the 12th Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO 2024)*. Lecture Notes in Educational Technology. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-7453-0_19.

15. Motz, R., & Diaz-Charmique, P. (2024). Fair learning analytics: Design, participation, and transdiscipline in the techno-structured. In *Data Cultures in Higher Education: Emerging Practices and the Challenge Ahead* (pp. 71–87). Cham: Springer International Publishing.

16. De Mesquita, B. E., De Souza Ilka, E., Baldini, G. Z., Reategui, E., & Bigolin, M. (2024). Revisão online: Plataforma online de escrita e revisão de textos dissertativo-argumentativos. In *Anais Estendidos do XII Congresso Brasileiro de Informática na Educação* (pp. 112–115). SBC.

17. Silva, F. L., Cazella, S. C., Reategui, E., & Motz, R. (2024). Investigando a relevância da incorporação de valores culturais em sistemas de recomendação educacional: Um estudo qualitativo. In *Proceedings of TISE 2024, Conferência Internacional sobre Informática na Educação*, Natal, Brasil, 29–30 de novembro. Disponível em: https://www.tise.cl/2024/doc/FullPapers/TISE_2024_paper_71.pdf.

18. Weiland, A., Reategui, E., & Motz, R. (2024). The use of artificial intelligence to guide the learning analytics process. *Springer Lecture Notes in Educational Technology*. (To appear).

Conclusiones y recomendaciones

El proyecto cumplió con éxito sus objetivos principales, desarrollando herramientas innovadoras y promoviendo el uso de analíticas del aprendizaje explicables y éticas en contextos educativos diversos. Las herramientas desarrolladas demostraron ser soluciones prácticas para abordar necesidades, como la gestión de datos educativos y el análisis de producciones escritas, fortaleciendo tanto la práctica docente como el aprendizaje de los estudiantes. Además, los talleres, cursos y eventos organizados generaron un impacto significativo al capacitar a docentes y fomentar el debate sobre el uso de inteligencia artificial en la educación.

Sin embargo, la formación de una comunidad docente activa y sostenida en el uso de estas herramientas y técnicas sigue siendo un desafío. Las barreras estructurales, como la falta de datos históricos y diseños de cursos no adaptados al análisis de aprendizaje, resaltan la necesidad de continuar trabajando en el diseño de estrategias que integren el uso de datos y tecnologías emergentes en las prácticas educativas.

Con base en los logros alcanzados y los desafíos identificados durante la implementación del proyecto, se proponen algunas recomendaciones para consolidar y ampliar el impacto de las iniciativas desarrolladas. En primer lugar, es fundamental fortalecer la formación docente en tecnologías de inteligencia artificial y analíticas del aprendizaje, ampliando la oferta de cursos y talleres que aseguren que los docentes adquieran las competencias necesarias para implementar estas herramientas en sus contextos educativos. Asimismo, se recomienda promover el diseño de cursos orientados al análisis de aprendizaje, colaborando con instituciones educativas para integrar enfoques que consideren el ciclo de vida completo del aprendizaje y la generación de datos relevantes para análisis futuros. Para abordar los desafíos relacionados con la sostenibilidad de las comunidades de discusión, se sugiere fomentar redes de apoyo interinstitucionales que incentiven la participación continua y el intercambio de buenas prácticas entre los docentes. Además, es crucial escalar el uso de las herramientas desarrolladas durante el proyecto, garantizando su integración más amplia en las instituciones educativas, acompañada de soporte técnico y programas de capacitación que maximicen su impacto. Finalmente, se recomienda continuar investigando nuevas aplicaciones de la inteligencia artificial en educación, enfocándose en cómo esta tecnología puede apoyar prácticas docentes más personalizadas al proporcionar herramientas que respondan a las necesidades específicas de cada estudiante. Además, estas aplicaciones tienen el potencial de fortalecer procesos inclusivos al identificar y abordar barreras en el aprendizaje, promoviendo la equidad y la participación de todos los estudiantes, independientemente de sus contextos o capacidades. Este desarrollo debe estar guiado por un enfoque ético, inclusivo y centrado en las personas, asegurando que la IA se utilice como un medio para enriquecer la enseñanza y el aprendizaje mientras respeta los derechos y las necesidades individuales.

Productos derivados del proyecto

Tipo de producto	Título	Autores	Identificadores	URI en repositorio de Silo	Estado
Software	My Data Importer (MDI)	Marcio Bigolín		https://moodledataimport1.websiteseuro.com/	Finalizado
Software	Diseña Tu Curso (DTC)	Nestor Etcheverry, Sebastián Pelaez, Pablo Hernández, Mariana Porta y Regina Motz		https://disenaturcurso.noreste.udelar.edu.uy/	Finalizado
Tesis de grado/monografías	Elaboración de soporte tecnológico para el diseño de cursos.	Etcheverry Olivieri, N, Hernández Garibotti, P y Pelaez Acosta, S.		https://hdl.handle.net/20.500.12008/37215	Finalizado
Material didáctico	¿Por qué necesitas conocer a la inteligencia artificial?	Eliseo Reategui		https://hdl.handle.net/20.500.12008/48560	Finalizado
Presentación en evento	MyDataImporter: Herramienta para importar y analizar datos educativos	Marcio Bigolín		https://multimedia.edu.uy/video/662b2cbf2fea5504173fbfb2	Finalizado
Artículo científico	Análise de trabalhos de conclusão de curso utilizando técnicas de processamento de linguagem natural	Ricardo Radaelli Meira, Eliseo Reategui, Regina Motz		https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/141571	Finalizado
Artículo científico	A analítica da escrita para identificação de indicadores de qualidade textual	Ricardo Radaelli Meira, Augusto Weiland, Eliseo Reategui, Marcio Bigolin, Regina Motz		https://hdl.handle.net/20.500.12008/48551	Finalizado
Publicación de trabajo en evento	The use of Artificial	Augusto Weiland,	https://link.springer.com/book/9789819636976		En proceso

Tipo de producto	Título	Autores	Identificadores	URI en repositorio de Silo	Estado
(artículo de conferencia)	Intelligence to guide the Learning Analytics process.	Eliseo Reategui, Regina Motz			
Publicación de trabajo en evento (artículo de conferencia)	Writing Analytics and AI for Special Education: Preliminary Results on Students with Autism Spectrum Disorder	França, A.B.C., Reategui, E., Mintz, J., Meira, R.R., Motz, R		https://doi.org/10.1007/978-3-031-64312-5_23	Finalizado
Publicación de trabajo en evento (artículo de conferencia)	Student Perception of Peer Review in the Digital Age.	Bigolin, M., Reategui, E., García Cabeza, S., Motz, R.		https://doi.org/10.1007/978-981-99-7453-0_19	Finalizado
Artículo científico	A Peer Review Support System Aimed at Learning Writing in High School	Marcio Bigolin, Eliseo Berni Reategui, Miria Santanna dos Santos, Cleusa Albília de Almeida, Patrícia da Silva Campelo Costa Barcellos		https://doi.org/10.1590/1984-6398202318387	Finalizado
Publicación de trabajo en evento (artículo de conferencia)	Building Resilient Educational Systems: The Power of Digital Technologies	Regina Motz, Mariana Porta, Eliseo Reategui		https://hdl.handle.net/20.500.12008/48553	Finalizado
Publicación de trabajo en evento (artículo de conferencia)	Is the Human-in-the-Loop Concept Applied in Educational Recommender Systems?	Viola, M., de Queiroz, D., Motz, R.		https://doi.org/10.1007/978-981-99-5414-8_61	Finalizado
Parte de libro	Fair learning analytics: Design, participation, and trans-discipline in the	, Regina Motz and Patricia Díaz-Charquero.		https://doi.org/10.1007/978-3-031-24193-2_3	Finalizado

Tipo de producto	Título	Autores	Identificadores	URI en repositorio de Silo	Estado
	techno-structure.				
Publicación de trabajo en evento (artículo de conferencia)	Investigando a Relevância da Incorporação de Valores Culturais em Sistemas de Recomendação Educacional: um Estudo Qualitativo.	Silva, Felipe L., Cazella, Silvio C., Reategui, E., Motz, R.		https://hdl.handle.net/20.500.12008/48544	Finalizado
Publicación de trabajo en evento (artículo de conferencia)	Higher education teachers : problematization of post-pandemic course design.	Mariana Porta, Regina Motz & Daniel Queiroz Lopes	https://hdl.handle.net/20.500.12008/48555	https://hdl.handle.net/20.500.12008/48555	Finalizado

Referencias bibliográficas

- Aldowah, H., Al-Samarraie, H., & Fauzy, W. M. (2019). Educational data mining and learning analytics for 21st century higher education: A review and synthesis. *Telematics and Informatics*, 37, 13–49. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2019.01.007>
- Anthony Jnr, B. (2021). A case-based reasoning recommender system for sustainable smart city development. *AI & Society*, 36, 159–183.
- Arrieta, A. B., Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., Bennetot, A., Tabik, S., Barbado, A., ... & Herrera, F. (2020). Explainable artificial intelligence (XAI): Concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, 58, 82–115.
- Casnati, A. M., Porta, M., Solana, N. V., & Marrero, C. (2020). NoresteOnline: experiencia del CENUR Noreste en contingencia COVID-19. *InterCambios. Dilemas y transiciones de la Educación Superior*, 7(2).
- Chatti, M. A., Dyckhoff, A. L., Schroeder, U., & Thüs, H. (2012). A reference model for learning analytics. *International Journal of Technology Enhanced Learning (IJTEL)*, 4, 318–331. <https://doi.org/10.1504/IJTEL.2012.05181>
- Cerezo, R., Bogarín, A., Esteban, M., & Romero, C. (2020). Process mining for self-regulated learning assessment in e-learning. *Journal of Computing in Higher Education*, 32(1), 74–88.
- Cerratto Pargman, T., McGrath, C., Viberg, O., Kitto, K., Knight, S., & Ferguson, R. (2021). Responsible learning analytics: Creating just, ethical, and caring. In *Companion Proceedings 11th International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK21)*.
- Cervantes, O., Motz, R., Castillo, E., & Velázquez, J. L. (2018). Use of social metrics to discover interaction patterns that impact learning. In *I Conferencia Latinoamericana de Analíticas del Aprendizaje*. Guayaquil, Ecuador.
- Costa, J., Azevedo, A., & Rodrigues, L. (2020). Educational process mining based on Moodle courses: A review of literature. In *CAPSI 2020 Proceedings (11)*. <https://aisel.aisnet.org/capsi2020/11>
- Deambrosis, M. V., Motz, R., & Eliseo, M. A. (2021). UDLontology: An ontology for education in the diversity. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (E42)*, 319–329.
- Díaz, P., Jackson, M., & Motz, R. (2015). Learning analytics y protección de datos personales: Recomendaciones. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação (Vol. 4, No. 1, p. 981)*.
- Duval, E. (2011). Attention please!: Learning analytics for visualization and recommendation. In *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge (pp. 9–17)*. ACM.
- Easterday, M. W., Rees Lewis, D. G., & Gerber, E. M. (2018). The logic of design research. *Learning: Research and Practice*, 4(2), 131–160.
- Estol, D., Carriquiry, J., & Mendes, M. (2020). Análisis de interacciones en entornos educativos mediante bases de datos orientadas a grafos y herramientas de analítica del aprendizaje social. Tesis de grado. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ingeniería.

- Goel, A. K., & Diaz-Agudo, B. (2017). What's hot in case-based reasoning. In Proceedings of the Thirty-First AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-17) (pp. 5067–5069). San Francisco, USA.
- Heredia, M., Rydel, M., Saúl, M., & Severi, G. (2019). Extracción y procesamiento de datos para modelado de trayectorias académicas en cursos universitarios. Tesis de grado. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ingeniería.
- Ifenthaler, D., & Yau, J. Y. K. (2020). Utilising learning analytics to support study success in higher education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1961–1990.
- Larrabee Sønderlund, A., Hughes, E., & Smith, J. (2019). The efficacy of learning analytics interventions in higher education: A systematic review. *British Journal of Educational Technology*, 50(5), 2594–2618.
- Leony, D., Pardo, A., de la Fuente Valentín, L., de Castro, D. S., & Kloos, C. D. (2012). GLASS: A learning analytics visualization tool. In Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge (pp. 162–163). ACM.
- Liñares, R., Maciel, A., & Villar, J. (2021). Extracción, transformación y almacenamiento de información de procesos educativos - Data Ánima. Tesis de grado. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ingeniería.
- Martinez, P., Montañes, O., & Serralla, J. (2021). Modelado de trayectorias académicas de estudiantes universitarios mediante técnicas de analítica de aprendizaje. Tesis de grado. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ingeniería. <https://hdl.handle.net/20.500.12008/28848>
- Macarini, L., Cechinel, C., Lemos, H., Ochoa, X., Rodés, V., Pérez, A., ... & Díaz, P. (2019). Towards the implementation of a countrywide K-12 learning analytics initiative in Uruguay. *Interactive Learning Environments*, 28(2), 166–190. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1636082>
- Motz, R., Cervantes, O., & Echenique, P. (2018). Sentiments in social context of student modelling. In 2018 XIII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO) (pp. 484–491). IEEE.
- Motz, R., Porta, M., Charquero, P. D., & Da Cunha, H. (2019). Digital inclusion, ICT in education in Uruguay. In *ICT for Learning and Inclusion in Latin America and Europe* (p. 205).
- Na, K. S., & Tasir, Z. (2017). A systematic review of learning analytics intervention contributing to student success in online learning. In 2017 International Conference on Learning and Teaching in Computing and Engineering (LaTICE) (pp. 62–68). IEEE.
- Nenova, Z., & Shang, J. (2021). Chronic disease progression prediction: Leveraging case-based reasoning and big data analytics. *Production and Operations Management*.
- Nguyen, A., Gardner, L., & Sheridan, D. (2020). A design methodology for learning analytics information systems: Informing learning analytics development with learning design. In *Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, HI, USA.
- Oyelere, S. S., Qushem, U. B., Jauregui, V. C., Akyar, Ö. Y., Tomczyk, ?, Sanchez, G., Muñoz, D., & Motz, R. (2020). Blockchain technology to support smart learning and inclusion: Pre-service teachers and software developers viewpoints. In *World Conference on Information Systems and Technologies* (pp. 357–366). Springer, Cham.
- Papathoma, T., Ferguson, R., & Vogiatzis, D. (2021). Accessible learning, accessible analytics: A virtual evidence café. In *Companion Proceedings 11th International Conference on Learning Analytics & Knowledge (LAK21)*.
- Porta, M., Motz, R., Tomczyk, L., Oyelere, S., Eliseo, M., Viola, M., Farinazzo, V., Costas Jauregui, V., & Yasar Akyar, O. (2020). SELI: Ecosistemas inteligentes para el aprendizaje y la inclusión. *Revista Topos*, 12. http://ojs.cfe.edu.uy/index.php/rev_topos/article/view/735
- Porta, M., Casnati, A., Viera, P., Marrero, C., Álvarez, Y., & González, G. (2019). Estudio de competencias, percepciones y usos de TIC para la enseñanza multimodal: El caso del colectivo docente de CIO SOCIAL del Noreste. *Avance de Investigación. II Encuentro de Investigadores del Área Social de la Región Noreste de la Universidad de la República*, 73.
- Porta, M., Motz, R., & de Queiroz Lopes, D. (2020, October). Teachers' strategies for a multimodal teaching model in higher education. In *2020 XV Conferencia Latinoamericana de Tecnologías de Aprendizaje (LACLO)* (pp. 1–6). IEEE.
- Queiroga, E., Rodríguez Enríquez, C., Cechinel, C., Pérez Casas, A., Rodés, V., Bencke, L., & Ramos, V. (2021). Using virtual learning environment data for the development of institutional educational policies. *Applied Sciences*, 11(15), 6811. <https://doi.org/10.3390/app11156811>
- Rodés, V., Porta, M., Garófalo, L., & Enríquez, C. R. (2021). Teacher education in the emergency: A MOOC-inspired teacher professional development strategy grounded in critical digital pedagogy and pedagogy of care. *Journal of Interactive Media in Education*, 2021(1), 12. <http://doi.org/10.5334/jime.657>
- Sedrakyan, G., Malmberg, J., Verbert, K., Järvelä, S., & Kirschner, P. A. (2020). Linking learning behavior analytics and learning science concepts: Designing a learning analytics dashboard for feedback to support learning regulation. *Computers in Human Behavior*, 107, 105512.
- Sedrakyan, G., Mannens, E., & Verbert, K. (2019). Guiding the choice of learning dashboard visualizations: Linking dashboard design and data visualization concepts. *Journal of Computer Languages*, 50, 19–38.
- Simbine, F. B., Valdení de Lima, J., Torre, M. A. R., & Chiguvu, S. J. S. (2018). Análise das trajetórias de aprendizagem em ambientes virtuais de aprendizagem por meio da visualização da informação | Analysis of learning paths in virtual learning environments through information visualization. *InfoDesign-Revista Brasileira de Design da Informação*, 15(2), 183–196.

Techera, B., Rodríguez, C., Ferrero, T., & Motz, R. (2017). Learning analytics for teachers. In *Anais dos Workshops do Congresso Brasileiro de Informática na Educação* (Vol. 6, No. 1, p. 744).

Tomczyk, ?, Muñoz, D., Perier, J., Arteaga, M., Barros, G., Porta, M., & Puglia, E. (2019). ICT and preservice teachers: Short case study about conditions of teacher preparation in: Dominican Republic, Ecuador, Uruguay, and Poland. *Knowledge-International Journal*.

UNESCO. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development. 07 Working Papers in Policy. https://backend.educ.ar/refactor_resource/get-attachment/1097

UNESCO. (2020). Respuesta del ámbito educativo de la UNESCO al COVID-19. Notas temáticas del Sector de Educación. Nota temática N° 2.4 – Abril 2020.

UNESCO. (2021a, enero). Building back resilient: How can education systems prevent, prepare for, and respond to health emergencies and pandemics? <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375278.locale=es>

UNESCO. (2021b, abril 15). Construir sistemas educativos resilientes durante el periodo de la COVID-19. <https://es.unesco.org/news/construir-sistemas-educativos-resilientes-durante-periodo-covid-19>

UttejKumar, N. (2021). A study on learning analytics with recommended system. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 12(12), 2090–2095.

Wattl, B., & Vogl, R. (2018). Explainable artificial intelligence: The new frontier in legal informatics. *Jusletter IT*, 4, 1–10.

Zou, M., Wang, T., Xu, H., Li, X., & Wu, X. (2020). Using process visualization and early warning based on analytics to enhance teaching and learning. In X. Sun, J. Wang, & E. Bertino (Eds.), *Artificial Intelligence and Security. ICAIS 2020. Communications in Computer and Information Science* (Vol. 1252, pp. 362–372). Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8083-3_16

Licenciamiento

Reconocimiento-Compartir Igual 4.0 Internacional. (CC BY-SA)

